



TECNOLOGÍA
en marcha

Revista trimestral
Mayo 2022
Volumen 35
ISSN-E 2215-3241

Número especial COVID-19



TEC | Tecnológico
de Costa Rica

Publicación y directorio en catálogos

latindex

REDIB
Red Iberoamericana
de Investigación y Docencia Científica

DOAJ

Dialnet

melICA

SciELO

Comisión Editorial

Felipe Abarca Fedullo. Director.
Editorial Tecnológica de Costa Rica

Juan Antonio Aguilar Garib
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Universidad Autónoma de Nuevo León.
México

Carlos Andrés Arredondo Orozco
Facultad de Ingenierías
Universidad de Medellín. Colombia

Lars Köhler
Experimenteller Botanischer Garten
Georg-August-Universität Göttingen.
Alemania

Jorge Solano Jiménez
Instituto Costarricense del Cemento
y del Concreto

Edición técnica

Alexa Ramírez Vega

Revisión filológica

Esperanza Buitrago Poveda

Diseño gráfico

Felipe Abarca Fedullo

Diagramación

Alexa Ramírez Vega

Diseño de cubierta

Felipe Abarca Fedullo

Imagen de cubierta

<https://www.freepik.es/>

Datos de catalogación en publicación

Tecnología en Marcha / Editorial Tecnológica
de Costa Rica. - Vol. 35, especial. COVID-
19. Mayo 2022- Trimestral
ISSN-E 2215-3241

1. Ciencia y Tecnología –
Publicaciones periódicas CDD:600



TEC | Tecnológico
de Costa Rica

Apdo 159-7050 Cartago, Costa Rica
Tel.:(506) 2550-2297, 2550-2618

Correo electrónico: editorial@itcr.ac.cr

Web: <https://www.tec.ac.cr/editorial>

https://revistas.tec.ac.cr/tec_marcha



Editorial Tecnológica
de Costa Rica

TEC | Tecnológico
de Costa Rica

La Editorial Tecnológica de Costa Rica es una dependencia especializada del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Desde su creación, en 1978, se ha dedicado a la edición y publicación de obras en ciencia y tecnología. Las obras que se han editado abarcan distintos ámbitos respondiendo a la orientación general de la Institución.

Hasta el momento se han editado obras que abarcan distintos campos del conocimiento científico-tecnológico y han constituido aportes para los diferentes sectores de la comunidad nacional e internacional.

La principal motivación de la Editorial es recoger y difundir los conocimientos relevantes en ciencia y tecnología, llevándolos a los sectores de la comunidad que los requieren.

La revista *Tecnología en Marcha* es publicada por la Editorial Tecnológica de Costa Rica, con periodicidad trimestral. Su principal temática es la difusión de resultados de investigación en áreas de Ingeniería. El contenido de la revista está dirigido a investigadores, especialistas, docentes y estudiantes universitarios de todo el mundo.

Publicación y directorio en catálogos



www.latindex.unam.mx



<http://www.scielo.org/>



dialnet.unirioja.es



<http://www.amelica.org>



<https://redib.org>



<http://www.doaj.org/>

TECNOLOGÍA *en marcha*

Contenidos

Presentación número especial COVID-19 Presetation special issue COVID-19 <i>Alexa Ramírez-Vega</i>	4
Agua potable e higiene y su relación con la propagación y letalidad por COVID-19 Drinking water and hygiene and its relation to COVID-19 mortality and dissemination <i>Darner A. Mora-Alvarado, Carlos F. Portuguez-Barquero</i>	6
El rol de la biotecnología en tiempos de COVID-19 The role of biotechnology during COVID-19 <i>Marianna Segura-Chaverri, Katherine Sánchez-Zúñiga, Giovanni Garro-Monge</i>	15
Avistamiento de fauna silvestre en plantaciones de cacao en la Zona Norte, como valor agregado al sistema productivo Wildlife sighting in cacao plantations in the North Zone, as an added value to the productive system <i>Vanessa Carvajal-Alfaro, Paul E. Oviedo</i>	25
Estaciones climáticas y la COVID-19 en América Latina Climate and COVID-19 in Latin America <i>Darner A. Mora-Alvarado</i>	31
AGRINNOVACIÓN 4.0: Herramienta metodológica de clasificación para determinación de áreas de producción de cultivos de ciclo corto AGRINNOVACIÓN 4.0: Methodological classification tool to determine production areas of short-cycle crops <i>Valeria Serrano-Núñez, Sergio Guillén-Rivera, Fernando Watson-Hernández, Milton Solórzano-Quintana, Natalia Gomez-Calderon</i>	45
Impacto de la promoción del lavado de manos en la incidencia de diarreas, en tiempos de pandemias por virus respiratorios en Costa Rica Handwashing promotion impact on the incidence of diarrhoea durng pandemic times due to respiratory viruses in Costa Rica <i>Darner A. Mora-Alvarado, Pablo César Rivera-Navarro, Carlos F. Portuguez-Barquero</i>	59

Lactancia materna y SARS-CoV-2

Breastfeeding and SARS-CoV-2

Gilberto Bastidas-Pacheco, Daniel Bastidas-Delgado 69

Diseño interdisciplinario de un sistema de sensado de CO₂ para enfrentar la pandemia en los espacios cerrados del Tecnológico de Costa Rica

Interdisciplinary design of a CO₂ sensing system to face the pandemic within indoor spaces at Tecnológico de Costa Rica

Kristel Cordero-Picado, Raquel Natalia Monge-Sanabria, Cristel Diane Segura-Vargas, Sergio Morales-Hernández.... 74

Microalgae-based approaches to overcome the effects of the COVID-19 pandemic

Enfoques basados en microalgas para superar los efectos de la pandemia por COVID-19

Kattia Núñez-Montero, Maritza Guerrero-Barrantes,

Olman Gómez-Espinoza 84

Sindemia por “COVID-19” en América al 31/10/2021

COVID-19 syndemic in America up to october 31st, 2021

Darner A. Mora-Alvarado 94

Sindemia de la “COVID-19” en el mundo

Syndemia of “COVID-19” in the world

Darner A. Mora-Alvarado 107

Evolución de la COVID-19 en Oceanía a noviembre 2021

COVID-19 syndemic in Oceania up to november 2021

Darner A. Mora-Alvarado 120

Sindemia de la COVID-19 en África a noviembre 2021

COVID-19 syndemic in Africa upto november 2021

Darner A. Mora-Alvarado 129

Sindemia de la COVID-19 en Europa a octubre 2021

COVID-19 syndemic in Europe up to october 2021

Darner A. Mora-Alvarado 141

Evolución de la sindemia por “COVID-19” en Costa Rica al 10/12/2021

Evolution of the “COVID-19” syndemia in Costa Rica as of 12/10/2021

Darner A. Mora-Alvarado, Pablo C. Rivera-Navarro 150

Evolución de la COVID-19 en Asia al 03/12/ 2021

COVID-19 syndemic in Asia up to 12/03/2021

Darner A. Mora-Alvarado 164

National situation COVID-19 Costa Rica: an open source implementation for online map visualization

Situación nacional COVID-19 Costa Rica: una implementación de código abierto para la visualización de mapas en línea

Adriana Céspedes-Vindas, Daniela Vargas-Sanabria 175

Retos y oportunidades en la implementación de la tecnología de 5G en tiempos de pandemia

Challenges and opportunities in the Implementation of 5G technology in times of pandemic

Gabriel Silva-Atencio 185

Impacto del COVID-19 en la cadena de suministros: metodologías y estrategias aplicadas por las empresas antes y durante la pandemia

Impact of COVID-19 on the supply chain: methodologies and strategies applied by companies before and during the pandemic

Ivannia Hasbum, Jimena Arévalo-Pena, Adrián Andrés Brenes-Rojas, Roldan Chavarría-Cordero, María Eugenia Leiva-Chinchilla, Fernando Sánchez-Tobal, Juan Pablo Valerio-Zúñiga, Luis Felipe Viquez-Dormond 196

Turismo post-COVID en México y el mundo

Post-COVID tourism in Mexico and the world

Olga Carolina Cruz-Jiménez, Daniel Montes-Ortiz, María Concepción Martínez-Rodríguez..... 205

Estrategias empresariales frente a la Pandemia COVID-19, caso Costa Rica

Business strategies to confront the COVID-19 pandemic, Costa Rica

Raquel Lafuente-Chryssopoulos, Andrés Robles-Ramírez, Marco Vinicio Alvarado-Peña, Jary Brenes-Bonilla 214

Impulso de la industria 4.0 en épocas de COVID-19: caso de las empresas tecnológicas costarricenses

Boosting industry 4.0 in times of COVID-19: case of costa rican tech companies

Gabriel Silva-Atencio, Mauricio Umaña-Ramírez, Marian Paola Valverde-Porras..... 225

Factores determinantes del crecimiento empresarial en MIPYMES afectadas por el COVID-19

Determining factors of the business growth in MSMEs affected by COVID-19

Manfred Murrell-Blanco, Alexandra Mora-Cruz, Agustín Gomez-Melendez..... 236

Impacto del COVID-19 sobre los costos en la cadena de abastecimiento en los sectores alimenticio, salud, educación, retail y textil

COVID-19's impact on costs in the supply chain in the food industry, health, education, retail and textile sectors

Arianna Coto-Quirós, Jose Nayib Farah-Quirós, Katheryn Solano-Marín, Sebastián Méndez-Hidalgo, Felipe Monge-Camacho, Sussan Rodríguez-Solera..... 247

La economía social solidaria como agente de activación económica en tiempos de pandemia del COVID-19

The social solidarity economy as agent of economic activation in times of the COVID-19 pandemic

Henry Alberto Binns-Hernández..... 260

Evaluación de la implementación de enseñanza remota de emergencia durante el contexto COVID-19: un caso de estudio en asignaturas de laboratorio de química en una institución de educación superior

Evaluating the implementation of remote emergency teaching during the COVID-19 context: a case study in chemistry laboratory subjects in a higher education institution

Wendy Villalobos-González, José Carlos Mora-Barrantes, Rodolfo Hernández-Chaverri, Mario Villalobos-Forbes 272

El reto educativo universitario ante la pandemia por COVID-19: propuesta de criterios pedagógicos

The university educational challenge in the face of the COVID-19 pandemic: proposal of pedagogical criteria

María Gabriela Amador-Solano, Erick Francisco Salas-Acuña..... 286

La enseñanza universitaria en tiempos de pandemia: el uso inapropiado de diapositivas y su impacto en la salud mental y el aprendizaje en estudiantes universitarios

University teaching in times of pandemic: the inappropriate use of slides and its impact on mental health and learning in university students

Wilmer Casasola-Rivera 301

Presentación número especial COVID-19

Presentation special issue COVID-19

Alexa Ramírez-Vega¹

Ramírez-Vega, A. Presentación número especial COVID-19.
Tecnología en Marcha. Vol. 35, especial COVID-19. Mayo
2022. Pág 4-5.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.6200>

1 Editorial Tecnológica de Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
Costa Rica. Correo electrónico: alamirez@tec.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0002-2103-2373>



Desde el 17 de noviembre del 2019 cuando se confirmó el primer caso de COVID-19 en la región de Wuhan, China, el mundo entero tuvo que aprender y adaptarse a la nueva realidad. Todas las áreas e industrias del planeta modificaron su forma de operar, también las personas buscaron nuevas formas de comunicarse y relacionarse. Todos estos cambios inesperados, generaron grandes impactos en todas las áreas como: educación, comercio, transporte, medicina, etc.

Durante los dos años de pandemia el impacto alrededor del mundo ha sido tan grande y variado que han surgido múltiples investigaciones sobre estos efectos en diversos ámbitos. En este número especial de la revista *Tecnología en Marcha* se recopilan 28 estudios que abordan cómo la pandemia de SARS-CoV-2 ha impactado en diferentes sectores. Además, se evidencia la importancia de contar con investigaciones y estudios que propogan soluciones y planes a seguir para mitigar los efectos de la pandemia.

En primer lugar, en este número especial, se abordan temas sobre el rol del agua potable, higiene y lavado de manos en la propagación de enfermedades infectocontagiosas. Además, se incluye un estudio sobre la relación de las infecciones y muertes causadas por el COVID-19 y las estaciones del año. También, se estudia la probabilidad de contagio del virus dependiendo de la calidad del aire en espacios cerrados. Así mismo, se menciona la relación del SARS-CoV-2 con la lactancia materna y la transmisión de anticuerpos.

Por otra parte, se incluyen siete investigaciones sobre la evolución de la “sindemia” en Costa Rica, América Latina y los cinco continentes. Se le denomina sindemia cuando dos o más enfermedades interactúan entre ellas de tal forma que causan un daño mayor que la mera suma de estas dos enfermedades. Es decir, que la letalidad del COVID-19 está mayormente asociada a la gravedad que le suma a otras enfermedades o padecimientos. Por eso, varios expertos indican que debería ser llamada “sindemia” en lugar pandemia, y a partir de ahí tomar medidas para combatirla desde esta nueva concepción.

La pandemia de COVID-19, ocasionó crisis económica en muchos países, afectando principalmente el sector productivo, comercios y turismo. De aquí la importancia de los planes y propuestas para reactivar la economía y el turismo a nivel mundial. En este número se incluyen diversos estudios sobre las estrategias de reactivación basadas en nuevos modelos turísticos, las estrategias empresariales tomadas durante y después de la pandemia, así como las oportunidades de crecimiento de las empresas del sector de las tecnologías de la información y comunicación.

Finalmente, se incluyen tres estudios sobre los retos en educación superior y sus aprendizajes ante la emergencia sanitaria. Y cómo la implementación de clases virtuales de larga duración han impactado negativamente la salud y aprendizaje de los estudiantes.

Agua potable e higiene y su relación con la propagación y letalidad por COVID-19

Drinking water and hygiene and its relation to COVID-19 mortality and dissemination

Darner A. Mora-Alvarado¹, Carlos F. Portuguez-Barquero²

Mora-Alvarado, D.A; Portuguez-Barquero, C.F. Agua potable e higiene y su relación con la propagación y letalidad por COVID-19. *Tecnología en Marcha*. Vol. 35, especial COVID-19. Mayo 2022. Pág. 6-14.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.5698>

1 Microbiólogo y Químico Clínico/ Máster en Salud Pública. Director del Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica. Correo electrónico: dmora@aya.go.cr

2 Gestor Ambiental. Funcionario del Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica. Correo electrónico: fportuguez@aya.go.cr



Palabras clave

Agua potable; higiene; lavado de manos; propagación; COVID-19.

Resumen

El presente estudio analiza los datos de UNICEF/OMS sobre cobertura con “*agua potable gestionada en forma segura*” (libre de contaminación fecal y sustancias químicas tóxicas) y la higiene. El propósito consiste en identificar, o no, la concordancia entre ambos indicadores y su relación con los casos confirmados, muertes y letalidad por “COVID-19” al 06/07/2020, patología generada por el nuevo coronavirus “SARS-CoV-2”. Para cumplir con este objetivo se analizaron los datos aportados por OMS/UNICEF, en el informe titulado “Progresos en Materia de Agua Potable, Saneamiento e Higiene 2017”. Los resultados demuestran un vínculo entre la falta de agua potable y la higiene en la transmisión del coronavirus, basado en un estudio de caso de la República de Perú y su comparación con México, Guatemala, Costa Rica y Ecuador, los cuáles son las pocas naciones latinoamericanas que aportaron datos a nivel mundial, en donde sólo 20 países (9,6%) reportaron datos. Una conclusión muy importante es que varios países reportaron datos menores de cobertura con agua potable que los valores de cobertura de higiene, lo que significa que una proporción de personas practican la higiene y el lavado de manos con agua no potable, favoreciendo así la propagación de este y otros virus. Por este motivo, se recomienda a los gobernantes de las naciones fomentar el incremento de población cubierta con agua de calidad potable, saneamiento e higiene, para mejorar la salud pública y la calidad de vida de sus ciudadanos.

Keywords

Drinking water; washed hands; hygiene; spread; COVID-19.

Abstract

The present study analyses data from the WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply, Sanitation and Hygiene (JMP) service ladders for drinking water and hygiene. The aim is to establish whether or not there is a correlation between these indicators and their relation to COVID-19 dissemination and mortality until 06/07/2020. The data from the report called ‘Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene 2017’ was analysed. The results showed a relation between drinking water and hygiene shortage and the coronavirus dissemination. A Peruvian study compared the COVID-19 situation within countries in Latin America that provided data, i. e. Mexico, Guatemala, Costa Rica y Ecuador, only 20 countries (9,6%) reported data worldwide. Drinking water values reported were lower than hygiene values in several countries. This suggests that a proportion of the population use non-potable drinking water for their hygiene, which boosts pathogens dissemination. Therefore, it is recommended to promote potable drinking water, sanitation and hygiene coverage in every country, in order to improve public health.

Introducción

El análisis histórico de 20 pandemias ocurridas desde el año 428 a.C. hasta la fecha, considerando el nuevo coronavirus “SARS CoV-2” que provoca el “COVID-19”, que se ha extendido a más de 200 países del mundo [1], han tenido vínculo con el agua, el saneamiento y/o la higiene, mientras que otras han estado relacionadas directamente con coyunturas de índole bélico y financiero [2, 3]. En el caso de la higiene, esta no fue incluida por la Organización Mundial de

la Salud (OMS) y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), en ninguna de las metas e indicadores de los “*Objetivos de Desarrollo del Milenio*” (ODM) [4], correspondientes al período comprendido entre los años 1990 y 2015. Esta y otras deficiencias fueron corregidas en los “*Objetivos de Desarrollo Sostenible*” (ODS), planteados por la misma institucionalidad para el periodo 2016 a 2030, y aprobados el 25 de septiembre del 2015 en la “*Asamblea Ordinaria de las Naciones Unidas*” [5]. La referencia explícita y directa a la higiene se hace en la Meta 6.2 de los ODS, en una muestra creciente de reconocimiento a la importancia de la higiene y sus estrechos vínculos con el agua y el saneamiento. Según indica OMS y UNICEF la higiene es multifacética, por lo que se puede presentar en muchas y diferentes manifestaciones como el lavado de manos, el aseo menstrual y hasta la limpieza de alimentos e instalaciones [6].

El nuevo indicador mundial de los ODS, para el lavado de manos, es el “*porcentaje de población con instalaciones de lavado de manos con agua y jabón en el hogar*”. Estas instalaciones de lavado de manos pueden incluir desde una cubeta con agua hasta elementos más sofisticados que regulan el flujo de agua, incluyendo tubos con grifo, lavaderos caseros y lavaderos portátiles. El jabón de barra, el jabón líquido, el detergente en polvo y el agua jabonosa cuentan como jabón para fines de monitoreo. En este sentido, los hogares que disponen de una instalación de lavado de manos con agua y jabón se clasifican como poseedoras de instalaciones “básicas”, mientras que los que tienen instalaciones de lavado de manos pero sin agua y/o jabón se clasifican como instalaciones “limitadas”, y una tercera clasificación definida como “sin instalación”. Por otro lado, el agua potable debe ser gestionada en forma segura, sin contaminación fecal, ni sustancias químicas tóxicas prioritarias. Esto porque el agua debe ser limpia, sin microbios y un rango de cloro residual adecuado (en nuestro país es de (0,3-0,8) mg/L), para complementar la eliminación de las manos de virus y otros gérmenes evitando la propagación de enfermedades infecciosas [7, 8, 9, 10].

A la luz de la importancia de la higiene la OMS, UNICEF y el Programa Conjunto de Monitoreo (PCM) publicaron el informe “*Progresos en Materia de Agua Potable, Saneamiento e Higiene: Informe de actualización y línea base de los ODS al 2017*” [11], donde reportan las coberturas de agua, saneamiento e higiene por primera vez en la historia.

Ante estos datos, el presente estudio tiene como objetivo “analizar si los datos de cobertura de higiene clasificados como básicos son, o no, concordantes con el acceso a agua potable gestionada en forma segura, su relación con los casos confirmados, muertes y letalidad por “COVID-19” en cada nación estudiada”.

Metodología

Para cumplir con el objetivo de este estudio se siguieron los siguientes pasos:

- 1. Descripción de las metas mundiales, objetivos e indicadores para el agua potable, saneamiento e higiene.** Mediante consulta bibliográfica se obtiene la información de OMS/UNICEF sobre el objetivo, metas e indicadores mundiales del ODS 6 “Agua Limpia y Saneamiento”.
- 2. Selección de los países con datos de coberturas de agua potable gestionada en forma segura y coberturas de higiene básica.** Mediante el análisis minucioso del documento de OMS/UNICEF titulado “Progresos en materia de Agua Potable, Saneamiento e Higiene 2017”, se seleccionaron los países que presentaban datos simultáneos sobre cobertura de agua potable gestionada en forma segura e higiene clasificada como básica, y se calculó la diferencia entre ambos datos.
- 3. Presentación de estudio de caso de la situación de Perú con respecto a los casos de COVID-19.** Se presenta la situación actual de Perú sobre los casos confirmados, muertes y tasa de letalidad por “COVID-19”, con relación al acceso de agua potable e higiene.

4. Estudio comparativo de México, Guatemala, Costa Rica y Ecuador con respecto al acceso a agua potable, higiene y la prevalencia de COVID-19. Para efectos de estudiar la importancia del acceso a agua potable, su uso para el lavado de manos o higiene básica, se presenta un estudio comparativo preliminar de México, Guatemala, Costa Rica y Ecuador, debido a que son los únicos países que cuentan con la totalidad de las variables consideradas en este estudio.

Resultados

Descripción de las metas mundiales, objetivos e indicadores para agua potable, saneamiento e higiene

En el cuadro 1 se describe el objetivo, las metas mundiales e indicadores para agua potable, saneamiento e higiene expuestos en el ODS 6 “Agua Limpia y Saneamiento”.

Cuadro 1. Objetivo, metas e indicadores mundiales del ODS 6 “Agua Limpia y Saneamiento”.

Objetivo	Meta	Indicador
Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.	6.1 De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos.	6.1.1 Proporción de la población que dispone de servicios de suministro de agua potable gestionados de manera segura.
	6.2 De aquí a 2030, lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad.	6.2.1 Proporción de la población que utiliza: a) servicios de saneamiento gestionados sin riesgos y b) instalaciones para el lavado de manos con agua y jabón.
	6.3 De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial.	6.3.1 Proporción de aguas residuales tratadas de manera segura. 6.3.2 Proporción de masas de agua de buena calidad.
	6.4 De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua.	6.4.1 Cambio en la eficiencia del uso del agua con el tiempo. 6.4.2 Nivel de estrés por escasez de agua: extracción de agua dulce como proporción de los recursos de agua dulce disponibles.
	6.5 De aquí a 2030, implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda.	6.5.1 Grado de aplicación de la ordenación integrada de los recursos hídricos (0-100). 6.5.2 Proporción de la superficie de cuencas transfronterizas con un arreglo operacional para la cooperación en la esfera del agua.
	6.6 De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos.	6.6.1 Cambio en la extensión de los ecosistemas relacionados con el agua a lo largo del tiempo.
	6.a De aquí a 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, como los de captación de agua, desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización.	6.a.1 Volumen de la asistencia oficial para el desarrollo destinada al agua y el saneamiento que forma parte de un plan de gastos coordinados del gobierno.
	6.b Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento.	6.b.1 Proporción de dependencias administrativas locales con políticas y procedimientos operacionales establecidos para la participación de las comunidades locales en la ordenación del agua y el saneamiento.

Fuente: elaborado por los autores con información de OMS/UNICEF.

Selección de los países con datos de cobertura de agua potable gestionada en forma segura e higiene básica en el mundo

De las 208 naciones consideradas en el informe de OMS/UNICEF, solamente 20 aportaron datos de agua potable gestionada en forma segura, en concordancia con datos de cobertura de higiene básica.

En el cuadro 2 se presentan las naciones del mundo con datos simultáneos de cobertura con agua potable, higiene básica y diferencia entre ambos, además de los correspondientes datos de casos, muertes y porcentaje de mortalidad por “COVID-19”.

Cuadro 2. Naciones del mundo con datos de agua potable gestionada en forma segura e higiene básica en el 2017.

País	% Población con Agua gestionada en forma segura (A)	% Población con Higiene básica (agua y productos de higiene) (B)	Diferencia (A-B)
Armenia	61	87	-26
Bangladesh	56	40	16
Bosnia Herzegovina	89	97	-8
Camboya	24	66	-42
Congo	37	4	33
Costa Rica	90	84	6
Costa de Marfil	46	20	26
Ecuador	74	85	-11
Etiopía	11	1	10
Ghana	27	19	8
Guatemala	61	77	-16
Kirguistán	66	89	-23
México	43	88	-45
Nepal	27	57	-30
Nigeria	19	13	6
Pakistán	36	60	-24
Rep.de Moldova	70	87	-17
Tayikistán	47	73	-26
Túnez	93	86	7
Uganda	6	8	-2

Fuente: elaborado por los autores con información de OMS/UNICEF.

Estudio de caso de la situación de Perú con respecto a los datos de COVID-19

La República de Perú contaba con 31.377.000 habitantes en el 2015, dato que aumentó a 32.625.948 habitantes para el 2020. Con la información del 2015 esta nación presentó una cobertura de 90% de agua con al menos servicio básico, pero de esta solamente el 50% era agua potable gestionada en forma segura; sin embargo, para ese mismo periodo no aportó datos de higiene. Esta carencia de información en agua potable e higiene está afectando en forma cruel a esta nación suramericana; el reporte de fecha 06/07/2020 indica que “Perú tiene 305.703 casos confirmados con 10.772 muertes por “COVID 19”. Este país, si bien lanzó campañas de higiene para estimular el lavado de manos y evitar o disminuir los contagios,

chocó con la cruda realidad de que miles de personas, en Lima y otras ciudades, carecen de agua potable. En esta capital, con 10 millones de habitantes, un total de 1,2 millones no tienen acceso al agua, mientras que otros millones la consiguen de manera racionada [12].

Estudio comparativo del acceso a agua potable gestionada en forma segura, cobertura de higiene y datos de prevalencia del COVID-19 en México, Guatemala, Costa Rica y Ecuador

En el cuadro 3 se presentan los datos de cobertura de agua potable gestionada en forma segura, la cobertura de higiene básica y los datos de casos confirmados de “COVID-19”, muertes y porcentaje de letalidad, de cuatro países latinoamericanos que fueron los únicos que contaban con la información completa.

Cuadro 3. Datos comparativos de acceso a agua potable gestionada en forma segura e higiene básica y estadísticas de “COVID-19” en Latinoamérica (al 06/07/2020).

Países	Cobertura con agua potable gestionada en forma segura	Cobertura con higiene básica	Diferencia de A y B	COVID-19		
				Casos confirmados *	Muertes *	Letalidad
	(A)%	(B)%	%			%
México	43	88	-45	261.750	31.119	11,9
Guatemala	61	77	-16	23.972	981	4,1
Costa Rica	90	84	6	5.241	23	0,4
Ecuador	74	85	-11	62,380	4,821	7,7

Nota. Tabla elaborada por los autores con datos de cobertura de Agua Potable e Higiene Básica de OMS/ UNICEF.
 * Datos de la Universidad John Hopkins del 06/07//2020 [13].

Análisis de resultados

Los resultados presentados nos permiten hacer el siguiente análisis.

Metas mundiales en el ODS 6

Las metas mundiales, objetivos e indicadores del ODS 6 “Agua Limpia y Saneamiento”, podrían verse truncados debido a la crisis de salud, económica y humanitaria actuales; sin embargo, por el contrario, el no tener amplia cobertura de agua potable, saneamiento e higiene, este tipo de enfermedades, como el “COVID-19”, pueden verse favorecidas en cuanto a su propagación, al no contar las poblaciones con agua potable gestionada en forma segura, afectando la higiene y el lavado de manos para evitar el contagio de virus como el SARS-CoV 2.

Naciones con aportes de datos de higiene básica

Del cuadro 2 se desprende que de un total de 208 naciones solamente 20 aportaron datos sobre higiene básica para el lavado de manos, en conjunto con las coberturas de agua potable gestionada en forma segura. Este bajo porcentaje (9,6%) muestra la poca preparación de los países en cuanto a la higiene y el lavado de manos, que ha permitido la exposición de la población al “COVID-19” en una gran mayoría de los países del mundo, con las respectivas consecuencias en la salud pública y la economía local y mundial.

Situación de Perú en las coberturas de agua gestionada en forma segura y los casos y muertes de COVID-19

De este caso de estudio sobre la situación de Perú, en lo que respecta al acceso a agua potable gestionada en forma segura, un 80% impacta negativamente la propagación de los casos confirmados y muertes por “COVID-19”, sobre todo debido a la carencia de higiene básica para el lavado de manos, aunque dichosamente la letalidad hasta la fecha es del 3,5%.

Estudio comparativo del acceso a agua potable gestionada en forma segura, higiene básica y caso de “COVID-19” en México, Guatemala, Costa Rica y Ecuador

Este estudio comparativo entre México, Guatemala, Costa Rica y Ecuador nos permite analizar lo siguiente:

Las diferencias entre las coberturas de agua potable gestionada en forma segura y las coberturas de higiene básica indican que:

- Los países de México, Guatemala y Ecuador, al tener la diferencia negativa entre la cobertura de agua potable gestionada en forma segura e higiene básica, muestran que un importante porcentaje de la población de estas naciones realizan higiene y lavado de manos con agua no potable, con contaminación fecal y alguna sustancia química tóxica. Esta situación, en lugar de evitar la prevención de enfermedades como el “COVID-19” favorece su propagación, al practicar el lavado de manos con agua contaminada. Caso contrario se presenta en Costa Rica, cuya diferencia entre ambos indicadores es positiva, lo que se refleja en los datos de casos confirmados, muertes y porcentaje de letalidad por “COVID-19”
- Caso contrario se presenta en Costa Rica, cuya diferencia entre ambos indicadores es positiva alcanzando 6%, ya que el lavado de manos es más efectivo al contar con agua con mayor porcentaje de cobertura sin contaminación fecal; esta situación se refleja en los datos de casos confirmados, muertes y porcentaje de letalidad por “COVID-19”

Conclusiones y recomendaciones

El análisis de los resultados nos permite realizar las siguientes conclusiones y recomendaciones.

Conclusiones

- A pesar de las limitaciones económicas causadas por esta pandemia, provocada por el nuevo coronavirus, es necesario hacer un esfuerzo y brindar prioridad para cumplir con la cobertura de agua, saneamiento e higiene básica, con el propósito de educar en el lavado de manos con agua potable -con desinfección- y jabón. Esto reiteramos es el principal mecanismo para evitar el contagio de este y otros gérmenes.
- El análisis del informe de OMS/UNICEF con datos del PCM muestra muy pocos aportes de datos de cobertura de higiene básica, en donde solamente 20 de 208 países (9,6%) aportaron datos de higiene y agua potable gestionada en forma segura.
- El caso de estudio de la República de Perú, al igual que muchos otros, evidencia que las carencias en el acceso a agua potable, saneamiento e higiene básica, son limitantes fundamentales para la prevención de enfermedades transmisibles como el “COVID-19” y otras infecciones respiratorias y entéricas.

- El estudio comparativo entre el acceso a agua potable gestionada en forma segura, higiene básica y la prevalencia del “COVID-19”, nos permite reiterar que para que la higiene y el lavado de manos con agua y jabón sean efectivas, es necesario que el agua utilizada carezca de contaminación fecal y/o sustancias químicas tóxicas [14, 15, 16].

Recomendaciones

- Este estudio es preliminar, porque lo recomendable es realizar otro análisis al final de la pandemia, y con otro informe en mano de OMS/UNICEF sobre “Progresos en Materia de Agua Potable, Saneamiento e Higiene” para los años 2018, 2019 y 2020.
- Esta pandemia lamentablemente debe fomentar en los seres humanos un cambio profundo en el consumo y derroche; además de profundizar en el acceso a agua potable y saneamiento gestionados en forma segura, para cumplir con una adecuada higiene y lavado de manos con agua limpia y jabón.
- Una vez más, los países arrastran el concepto equivocado de que el agua suministrada por cañería, es sinónimo de agua de calidad potable, como lo evidencia las diferencias entre las coberturas negativas, entre agua potable gestionada en forma segura y las coberturas de higiene básica, en México, Guatemala y Ecuador.
- Por otro lado, sugerimos ampliar este estudio con el aporte de mayor cantidad de datos en coberturas de higiene básica y agua potable gestionada en forma segura.
- Por último, es necesario fomentar la higiene básica y el lavado de manos con agua limpia y jabón, por lo que sugerimos respectivamente, a las entidades públicas y privadas participar en la nueva categoría de “Higiene Sostenible” del Programa Sello de Calidad Sanitaria y el Programa Bandera Azul Ecológica [17].

Referencias

- [1] 20 minutos. Países con muertes y contagios de coronavirus en el mundo: se superan los cinco millones de casos en el mundo. En línea. <https://www.20minutos.es/noticia/4225780/0/coronavirus-por-paises-muertos-contagios-recuperados/>
- [2] Darner A. Mora. Agua, Saneamiento e Higiene en la historia de las pandemias. Laboratorio Nacional de Aguas; AyA; Tres ríos, La Unión , Cartago; junio 2020.
- [3] National Geographic. Grandes pandemias de la Historia. En línea. https://historia.nationalgeographic.com.es/a/grandes-pandemias-historia_15178
- [4] Wikipedia, la enciclopedia libre. Objetivos de Desarrollo del Milenio. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Objetivos_de Desarrallo del Milenio
- [5] Wikipedia, la enciclopedia libre. Objetivos de Desarrollo Sostenibles. En línea. <https://www.un.org/sustainable-development/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- [6] OMS. ¿Cuál es la magnitud del problema de las infecciones relacionadas con la atención sanitaria en el mundo? En línea. <https://www.who.int/features/qa/hand-higiene/es/>
- [7] Poder Ejecutivo de Costa Rica. Reglamento para la Calidad del Agua Potable. Sistema Costarricense de Información Jurídica. En línea. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=80047&nValor3=101480&strTipM=TC
- [8] AFRESEP. Reforma al Reglamento de Calidad del Agua Potable. Enero 2019. En línea. <https://aresep.go.cr/normativa/2607-indice-de-riesgo-de-la-calidad-del-agua-para-consumo-humano-en-costa-rica-ircach>
- [9] Castro León, M.L y Cruz Chávez J.J. Desactivación del Coronavirus por Jabón y Detergentes. Hoja No 2. Lima, Perú, SP. En línea. https://www.cqpperu.org/jabon_detergentes.pdf

- [10] OPS/OMS. Recomendaciones clave de agua, saneamiento e higiene: COVID - 19 en la comunidad. OMS. Water, hygiene and waste management for COVID-19 Virus. En línea. <https://www.paho.org/es/documentos/recomendaciones-clave-agua-saneamiento-e-higiene-COVID-19-comunidad>
- [11] OMS/JMP/UNICEF. Progresos en Materia de Agua Potable, Saneamiento e Higiene. Informe de actualización de 2017 y línea de base de los ODS. EUA. ISBN 978-92-4-351289-1; 2018: pág. 1-108.
- [12] Ministerio de Salud. COVID-19 en el Perú. En línea. <https://www.gob.pe/coronavirus>
- [13] Universidad de John Hopkins. Mapa de coronavirus del 23/05/2020. En línea. <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>
- [14] Darner A. Mora. La Calidad del Agua en el Lavado de Manos. La Unión, Cartago. Artículo de opinión; 25 de mayo 2020: pág. 1-2.
- [15] OMS. No lavarse las manos puede ser letal. En línea. <http://www9.who.int/features/2017/washing-hands-lives/es/>
- [16] UNICEF/OMS. UNICEF y el lavado de manos. En línea. <https://www.iagua.es/blogs/ignacio-martinez-latorre/unicef-y-lavado-manos>
- [17] Comisión Nacional del Programa Bandera Azul Ecológica. Manual de Procedimientos de la Categoría Higiene Sostenible. La Unión, Cartago. PBAE y PSCS; 2020: p. 1-10.

El rol de la biotecnología en tiempos de COVID-19

The role of biotechnology during COVID-19

Marianna Segura-Chaverri¹, Katherine Sánchez-Zúñiga²,
Giovanni Garro-Monge³

Segura-Chaverri, M; Sánchez-Zúñiga, K; Garro-Monge, G. El rol de la biotecnología en tiempos de COVID-19. *Tecnología en Marcha*. Vol. 35, especial COVID-19. Mayo 2022. Pág. 15-24.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.5663>



- 1 Centro de Investigación en Biotecnología. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: marisegura151@gmail.com
- 2 Centro de Investigación en Biotecnología. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: katsanchez@itcr.ac.cr
- 3 Centro de Investigación en Biotecnología. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: ggarro@itcr.ac.cr

Palabras clave

COVID-19; SARS-CoV-2; biotecnología; bio-innovación; pandemia.

Resumen

La biotecnología es la aplicación de la ciencia y la tecnología a organismos vivos, así como a partes, productos y modelos para alterar materiales vivos o no vivos para la producción de conocimiento, bienes y servicios que benefician a la sociedad. Precisamente, esta rama de la ciencia fusiona dos de las áreas más relevantes que pueden proporcionar herramientas valiosas para ayudarnos a luchar contra la pandemia del SARS-CoV-2. Entre ellas se encuentran las aplicaciones de la biotecnología médica y vegetal para la creación de una vacuna contra el virus, donde diversas instituciones y empresas biotecnológicas a nivel mundial tales como Pfizer y Medicago presentan resultados prometedores que avanzan hacia fases preclínicas avanzadas. Aparte de esto, varias instituciones han utilizado técnicas biotecnológicas alternativas como la edición génica “CRISPR” para proporcionar una solución alternativa, como la Universidad de Stanford. Sin embargo, la pandemia también afectará la economía, área en la cual la biotecnología puede ser de utilidad para fomentar el desarrollo sostenible. Precisamente, a nivel nacional para Costa Rica, se estima que la pandemia tendrá el mayor impacto económico de la historia. Esto afectará particularmente al sector agrícola, un área donde la biotecnología ofrece soluciones prometedoras a través del asesoramiento técnico en plantas vitro, agroquímicos y el uso más eficiente y controlado de los recursos. En definitiva, hoy más que nunca es posible demostrar la importancia de la ciencia, la investigación y el desarrollo y la fusión con las tecnologías que ofrece la biotecnología para solucionar esta crisis sanitaria y económica mundial.

Keywords

COVID-19; SARS-CoV-2; biotechnology; bio-innovation; pandemic.

Abstract

Biotechnology is the application of science and technology to living organisms, as well as to parts, products, and models to alter living or non-living materials for the production of knowledge, goods, and services that benefit society. Precisely, this branch of science merges two of the most relevant areas that can provide valuable tools to help us fight against the SARS-CoV-2 pandemic. Among them are the applications of medical and plant biotechnology for the creation of a vaccine against the virus, where various institutions and biotechnology companies worldwide such as Pfizer and Medicago present promising results that are advancing towards advanced preclinical phases. Apart from this, various institutions have used alternative biotechnological techniques such as CRISPR gene editing to provide an alternative solution, such as Stanford University. However, the pandemic will also affect the economy, through which biotechnology can be of use especially in agricultural-based economies through advances in plant and food science. Precisely, at the national level for Costa Rica, it is estimated that the pandemic will have the highest impact in history on the economy of the Central American region. This will particularly affect the agricultural sector, an area where biotechnology offers promising solutions through technical advice regarding vitro plants, agrochemicals, and the most efficient and controlled use of resources. In short, today, more than ever, it is possible to demonstrate the importance of science, research and development and the fusion with the technologies offered by biotechnology to solve this global health and economic crisis.

Introducción

Las herramientas de la biotecnología han logrado despejar incertidumbres y dudas en tiempos de una pandemia: nunca antes en la historia de la humanidad, estas herramientas moleculares han sido tan relevantes para darnos capacidad de respuesta en el ámbito científico para enfrentarnos a una pandemia. Menos de un mes después de que el brote iniciara en Wuhan (China) la secuencia genética del actual SARS-CoV-2 (COVID-19) fue publicada el 11 de enero de 2020 [1].

La publicación de la secuencia genética del virus reveló uno de los rompecabezas moleculares más críticos de resolver y ha desatado una carrera contra el tiempo en donde la comunidad científica y los gobiernos del mundo deben fusionar las ciencias biológicas y químicas con las tecnologías modernas de producción masiva para encontrar una respuesta [2].

Desde la publicación de la secuencia genética, surgieron muchas interrogantes en torno al origen del COVID-19, incluso algunas teorías especulan de que se trata de un virus producto de la ingeniería genética. No fue hasta que un grupo de científicos de EU, UK, Australia, reportan en un artículo en *Nature Medicine* que la secuencia del COVID-19 había sido producto de una evolución natural, desmitificando algunas de las teorías generadas [3].

¿Qué se obtiene cuando se fusionan dos de las ramas más importantes del desarrollo humano?

La BIOTECNOLOGÍA, es la aplicación de la ciencia y la tecnología a los organismos vivos, así como a las partes, productos y modelos para alterar materiales vivos o no vivos para la producción de conocimiento, bienes y servicios [4]

Como un esfuerzo nunca antes visto por parte de diversos profesionales de las ciencias de la vida, empresas e instituciones alrededor del mundo han logrado articularse para resolver el enigma, unir los distintos conocimientos y aportes de la química, microbiología, bioprocesos, y biología molecular para obtener un resultado viable y reproducible, un tratamiento efectivo del COVID 19 [2]. Desde el 8 de abril, la revista *Nature* reporta que hay 115 candidatos a una posible vacuna gracias a los esfuerzos de instituciones alrededor del mundo, un número que crece con el pasar de los días [5].

Entre estas instituciones, unas cuantas ya están a punto de pasar al periodo de prueba de las posibles vacunas, tales como la INO-4800 de Inovio y la As5-nCoV de CanSino Biologicals, empresas biotecnológicas que se han unido a la lucha contra esta enfermedad. Sin duda alguna, la manufactura y distribución de sistemas de bioprocesos no es un trabajo simple, y es por eso que la biotecnología busca soluciones que sean fáciles de escalar, de buen precio, y que por supuesto, sean efectivas contra el coronavirus, tales como medicamentos que se encuentran en los lugares menos esperados [5].

Algunas aplicaciones de la biotecnología vegetal contra el coronavirus

¿Por qué usar plantas para luchar contra el coronavirus, si el virus no proviene de un ente vegetal?

La biotecnología nos responde a esta pregunta, ya que las plantas pueden ser utilizadas para crear técnicas de diagnóstico, vacunas, y medicamentos antivirales por medio de sus componentes genéticos [6]. Precisamente, por más de 30 años, las plantas han sido la base de muchos de los productos farmacéuticos del mercado moderno, demostrando que pueden ser una de las alternativas más viables y lógicas para encontrar una solución [7].

Y así fue como científicos de Guangxi University and Huazhong Agricultural University utilizaron un modelo de homología de la secuencia del COVID-19 3D y se utilizó para comparar contra una librería genómica de plantas medicinales con más de 32.297 compuestos bioactivos antivirales. Esto llevó a los científicos a obtener 9 compuestos específicos encontrados en las plantas (cuadro 1), que podrían ser utilizados como drogas para combatir el COVID-19 [8].

Cuadro 1. Compuestos fitoquímicos potenciales para el desarrollo de fármacos antivirales [8].

Nombre del compuesto	Planta de origen
5,7,3',4'-Tetrahydroxy-2'-(3,3-dimethylallyl) isoflavone	<i>Psoralea argyrea</i>
Myricitrin	<i>Myrica cerifera</i>
3,5,7,3',4',5'-hexahydroxy flavanone-3-O-beta-D-glucopyranoside	<i>Phaseolus vulgaris</i>
(2S)-Eriodictyol 7-O-(6"-O-galloyl)-beta-D-glucopyranoside	<i>Phyllanthus emblica</i>
Calceolarioside B	<i>Fraxinus sieboldiana</i>
Myricetin 3-O-beta-D-glucopyranoside	<i>Camellia sinensis</i>
Licoleafol	<i>Glycyrrhiza uralensis</i>
Amaranthin	<i>Amaranthus tricolor</i>

Otro ejemplo de utilización de las plantas para ayudar en el combate de esta enfermedad, se encuentra la compañía de biotecnología canadiense Medicago, la cual está teniendo éxito con una posible vacuna [9]. En esta se obtiene la secuencia genética, y se produce una partícula similar al virus, conocidas como VLP (virus like particles) las cuales son proteínas que imitan al virus, pero sin su genoma. Luego se produce la planta transgénica, a través de la técnica de agroinfección se logra la inserción en la planta de un segmento de ADN que contiene la información genética para la producción de estas partículas virales proteicas que pueden usarse en una vacuna. Como muestra de lo prometedor que puede ser una alternativa como esta, la compañía ha proyectado que, una vez aprobado, podrían producir hasta 10 millones de dosis por mes [10].

De una manera similar, el Consejo Superior de Investigaciones de España aplica la biotecnología vegetal en conjunto con la médica al utilizar el genoma de la planta *Nicotiana benthamiana*, de la familia del tabaco, para producir una vacuna contra el virus [8]. Mediante la técnica de cultivo molecular, se transfieren los genes de interés hacia una posible vacuna que sea efectiva [11]. La técnica anterior es un proceso altamente biotecnológico dado a que se necesita conocer con exactitud el genoma completo de la planta, y por ende las áreas de identificación genética y biología molecular juegan un papel imprescindible [12].

En esta misma línea de investigación, científicos del *British American Tobacco* a través de la subsidiaria *Kentucky BioProcessing (KBP)*, están trabajando en una vacuna potencial, que actualmente se encuentra en fase pre-clínica [13]. Los expertos del KBP, clonaron una parte de la secuencia genética del SARS-CoV-2 la cual utilizaron para producir un potencial antígeno. Posteriormente los antígenos producidos, fueron insertados en plantas de tabaco [13]. En comparación con los métodos convencionales, el uso de plantas como biofábricas,

específicamente en este caso el tabaco, es considerado más seguro porque las plantas no contienen patógenos que pudiesen provocar enfermedades en los humanos. También los tiempos de producción se reducen, debido a que los antígenos se logran acumular de manera más rápida en las plantas de tabaco, específicamente en 6 semanas. La vacuna producida se puede almacenar a temperatura ambiente y además posiblemente puede ofrecer una respuesta inmunitaria eficiente con una sola dosis de aplicación [7].

Precisamente, las plantas de la misma familia de tabaco han presentado una alternativa prometedora que ha sido poco discutida por entes informativos en todo aspecto de esta enfermedad, ya que también se puede aplicar a la creación de kits de diagnóstico [6]. Esto lo están haciendo los investigadores del Centro John Innes de Reino Unido, quienes a partir de un Virus de Mosaico (CPMV), están adaptando y manipulando mediante técnicas moleculares los componentes fitoquímicos de la planta para crear un kit de rápida detección que sea adaptable a una producción a mayor escala [6].

Avance a la fase clínica de vacunas por parte de compañías biotecnológicas

En lo que se refiere a instituciones que ya están avanzando a la fase clínica de la vacuna, existen 4 compañías a nivel mundial que ya están entrando en el periodo de pruebas humanas. Entre ellas se encuentra La compañía biotecnológica BioNTech, la cual en conjunto con el gigante farmacéutico Pfizer, lanzaron este 22 de abril el programa BNT 162, el cual pretende probar el prototipo de la vacuna en 200 voluntarios sanos entre las edades de 18 y 55 años de edad en los próximos días. Estas vacunas se basan en la manipulación en laboratorio del ARN mensajero, molécula que le da las instrucciones a nivel genético al cuerpo humano a crear proteínas antígenas y así permite proteger al cuerpo de futuras infecciones por coronavirus [10].

Por otro lado, la compañía estadounidense MODERNA ha anunciado el pasado julio, el inicio de la fase 3 de las pruebas clínicas de su vacuna mRNA-1273 contra el COVID-19, regida por los protocolos establecidos por la *Food and Drug Administration* (FDA) [14]. El ensayo aleatorio placebo incluye aproximadamente 30.000 participantes de los EEUU probando la mRNA-1273 a una dosis de 100 µg. el principal criterio de valoración de éxito será la prevención de los síntomas de la enfermedad. Otros criterios secundarios serán la prevención de síntomas severos y la prevención total de la infección. En esta fase del estudio el principal análisis de eficacia estará basado en la cantidad de participantes que presenten los síntomas. Para garantizar la seguridad de los participantes en el ensayo, los datos obtenidos serán analizados y monitoreados por una Junta de Monitoreo de Datos y Seguridad independiente de la compañía [15].

Crisis humanitaria

En todo el mundo se ha formulado una colaboración que involucra actores del sector privado, sector salud, entre ellos destacan *Bill and Melinda Gates Foundation*, *Coalition for Epidemic Preparedness Innovations*, *Global Alliance for Vaccines and Immunisation*, *Global Fund*, *Unitaid*, and *Wellcome Trust*. Estas organizaciones están actuando para brindar tecnologías sanitarias esenciales a los sectores y países más vulnerables [2].

Actualmente existen 800 millones de personas que sufren de hambruna crónica, incluso antes de que se diera la pandemia, según los estudios se estima que esta cifra aumentará dramáticamente. Es por esto que se necesitan tomar acciones para prevenir que se convierta en una crisis alimentaria global [16]. Organizaciones alrededor del mundo se han unido para hacer un llamado a los gobiernos para minimizar el riesgo en el suministro de alimentos. Entre

las acciones que se han realizado incluyen mantener el mercado de comercio global abierto, mejorar el apoyo a las personas propensas a la malnutrición, facilitar el movimiento internacional de semillas para evitar interrumpir la cadena de suministro agrícola [17].

Otros tratamientos potenciales de origen biotecnológico

Edición Génica mediante CRISPR

Como una técnica biotecnológica alternativa, la reconocida Universidad de Stanford está utilizando la técnica de CRISPR. Esta es una estrategia de edición genética que utiliza un material genético guía y una proteína que corta el ADN y el ARN [18]. Mediante lo que sus científicos llaman la estrategia “PAC MAN”, añaden un combo de CRISPR a una solución con fragmentos inertes del virus, inactivando el virus con CRISPR. En efecto, estas “tijeras genéticas” cortarían al virus”. Los resultados demostraron que se redujo el virus en la solución en 90%, y el artículo está por someterse a revisión [19].

En conjunto con lo mencionado anteriormente, el Instituto Broad de las universidades estadounidenses MIT y Harvard, está utilizando esta técnica para detectar genes asociados a la enfermedad en menos de una hora, utilizando las proteínas de reconocimiento de esta técnica [20]. El instituto ha demostrado que se puede llevar a cabo una mayor detección del virus mediante la utilización de la proteína Cas 13 que detecta ARN, en vez de la tradicional Cas9 que detecta ADN. Al utilizar CRISPR, se podría, encontrar el punto específico de la enfermedad y desactivarlo mediante la utilización de señales [20]. La institución está utilizando los principios de la tradicional prueba de embarazo para indicar un viraje de color cuando la prueba da positivo, demostrando cómo la biotecnología facilitaría los procesos de creación de vacunas y detección de la enfermedad [21].

Plasma de pacientes recuperados

Por otro lado, uso de plasma de pacientes convalecientes del COVID 19, se vislumbra con gran potencial como una terapia efectiva que permite acortar el periodo de recuperación de pacientes afectados en forma crítica por el virus [22]. Esta terapia ya había mostrado resultados efectivos en el pasado en la pandemia de Influenza A H1N1 [23] y otros virus SAR [24].

En Costa Rica, el Instituto Clodomiro Picado (ICP) de la Universidad de Costa Rica, ha articulado esfuerzos junto con la Caja Costarricense de Seguro Social y el CONCIT con el fin de desarrollar un proyecto de producción masiva de anticuerpos monoclonales a partir de plasma de pacientes convalecientes de COVID 19 [25]. El proyecto se desarrollará a partir del plasma donado de pacientes recuperados de la pandemia a partir del cual se extraerán de forma selectiva los anticuerpos de COVID 19 y se utilizarán para inmunizar caballos los cuales servirán como biofábrica de nuevos anticuerpos producidos en gran cantidad que posteriormente serán recuperados a partir de su plasma [26]. Este es un procedimiento biotecnológico muy similar al cual el ICP ha realizado por más de 30 años en la fabricación de sueros antiofidicos [27]. Sin duda este proyecto país permitirá contar con un tratamiento de gran potencial en el combate del COVID 19 y con sello costarricense [26].

Algunas consideraciones en tiempos de una pandemia

Se debe considerar que, de las candidatas actuales de una posible vacuna contra el coronavirus, un 56% de las instituciones, son de ámbito privado, un aspecto que puede complicar la producción global de la vacuna si está fuera patentada [5]. No obstante, el NIH, institución pública de salud estadounidense, ha creado una estrategia de cooperación

en investigación y en resultados con compañías farmacéuticas de entidad privada, ya que como lo explicó el director de la institución, Francis Collins, “debemos traer todo el poder de la investigación biomédica y compañías para poder mitigar esta crisis”, demostrando que una colaboración entre sectores que puede ser prometedora y debe anteponerse ante los intereses que muy frecuentemente presentan obstáculos para el desarrollo científico [28].

Así mismo la articulación entre las distintas instituciones académicas y los gobiernos es urgente en el sentido de avanzar hacia soluciones integrales agrupando a los mejores investigadores de todas las áreas de la salud. Aunque la biotecnología es posiblemente el actor más importante en la resolución a esta pandemia, vale la pena recalcar que incluye la interdisciplinariedad de todas las ramas de la ciencia y el apoyo decidido de los gobiernos y organizaciones con fondos para investigación científica, que permitan a una solución efectiva [2].

Hoy, más que nunca, se logra demostrar la importancia de la ciencia, la investigación y desarrollo y la fusión con las tecnologías de producción a escala. A pesar de que la ciencia nunca ha estado en un mejor lugar, no cabe duda que falta mucho campo por recorrer. La única manera de hacerlo de una manera segura es dejando atrás los prejuicios y egoísmos profesionales para generar soluciones globales al servicio de la humanidad. Esta es no sólo una necesidad hacia un desarrollo moderno, sino una obligación inmediata [2].

Contexto nacional

Según el informe más reciente de la CEPAL, la Pandemia del COVID 19 tendrá el impacto más alto de la historia en la economía de la región de Centroamérica y el Caribe, la cual se espera tenga una caída de un 5,3 % en este 2020 [29]. Las proyecciones de la CEPAL también anticipan un importante deterioro de los indicadores laborales en 2020. La tasa de desempleo se ubicaría en torno a 11,5%, un aumento de 3,4 puntos porcentuales respecto al nivel del 2019 (8,1%). De esta forma, el número de desempleados de la región llegaría a 37,7 millones [29].

Y según las últimas estimaciones del MAG, la afectación en el mercado agrícola, producto de la crisis del COVID19 ascenderá a los 18.395 millones de colones afectando principalmente el mercado de flores, follajes, cebolla, café, plátano y hortalizas. De esta forma hay una urgencia nacional por dar soporte al sector agrícola para lograr su tránsito por esta crisis e impulsar la reactivación económica [30].

Dentro de esta ruta también se potenciará el programa AGRINNOVACIÓN 4.0 permitirá la sistematización de datos para la toma de decisiones y el fortalecimiento de los agronegocios rurales. La iniciativa impactará de manera directa a 5.000 familias para el primer año, pero será aplicada de manera escalonada en todo el país [31]. Esta iniciativa es coordinada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), pero también participan una serie de instituciones estatales como el IDA, INTA, UCR, TEC, UNA, sistema de Banca para el Desarrollo y Fundecooperación. La inversión del proyecto será de ₡4.267 millones [32].

El programa ya ha sido probado en la comunidad Tierra Blanca, Cartago, donde los productores están utilizando tecnología de precisión como sistemas de riego por goteo, sensores para medir humedad gravimétrica, temperatura, conductividad eléctrica, tensiómetros, lisímetros de succión de humedad, sensores volumétricos para cuantificar el consumo de agua y también se implementará un manejo más eficiente de la densidad de siembra [31]. Toda la información medida por los sensores será interpretada y cuantificada por un software/app el cual tendrán los agricultores y con la ayuda de la asesoría técnica de los especialistas de las diferentes unidades académicas, podrán hacer un uso más eficiente y controlado de los recursos, como la aplicación de agroquímicos, ahorro de agua, entre otros. Las tres grandes áreas que el proyecto AGRINNOVA 4.0 pretende impactar destacan producción sostenible y agregación

de valor, desarrollo de herramientas geo tecnológicas y adaptación al cambio climático [32]. Como un segundo componente de importancia en la implementación de este proyecto está la certificación en Buenas Prácticas Agrícolas y trazabilidad, con lo cual se les dará mayor valor agregado a los productos nacionales, mejorando la comercialización y oportunidades de mercados externos. Se busca una transformación de la agricultura hacia un nuevo desarrollo tecnológico [31].

Conclusión

La difusión de información precisa, coherente, oportuna y transparente de parte de la comunidad científica y los medios de comunicación, ha sido fundamental para luchar de forma oportuna contra la pandemia, así como también para reducir la incertidumbre y el pánico entre la comunidad. “La unión hace la fuerza”, y para lograr obtener respuestas y resultados más eficientes sobre la composición del virus y como combatirlo fue necesario la colaboración de expertos alrededor del mundo, de diferentes disciplinas, todos trabajando juntos por el bien global, generando información de primera mano que ayudará a disminuir los índices de contagio. Así como también fue fundamental la colaboración política internacional, ya que mediante las experiencias de los demás países del mundo que fueron azotados, primeramente, sirvieron para que las otras naciones tomarán decisiones e implementarán acciones en pro de evitar la diseminación de la enfermedad. Hoy a más de un año desde que se reportó el primer caso de COVID-19, la ciencia y en especial la biotecnología, han sido uno de los pilares fundamentales para lograr contrarrestar la enfermedad, desde la identificación molecular y publicación de la secuencia genómica del virus, hasta las pruebas de ADN para el diagnóstico y finalizando con la obtención de diversas vacunas que hacen uso de varias plataformas genéticas para la lograr una eficacia del 95%. De no ser por lo esfuerzos conjuntos de múltiples organizaciones públicas y privadas que apoyaron el desarrollo científico – tecnológico hoy posiblemente el panorama mundial sería mucho más desalentador.

Referencias

- [1] F. Wu, S. Zhao, B. Yu, Y. Chen, Z. Song & M. Yuan. “A new coronavirus associated with human respiratory disease in China”. *Nature*, 579(7798), 265-269. 2020. [Online]. Disponible en: doi: 10.1038/s41586-020-2008-3.
- [2] World Health Organization. *A Global Collaboration to Accelerate the Development, Production and Equitable Access to New COVID-19 diagnostics, therapeutics and vaccines*. Abril. 15, 2020. [Online]. Disponible en: <https://www.who.int/news/item/24-04-2020-commitment-and-call-to-action-global-collaboration-to-accelerate-new-covid-19-health-technologies>
- [3] K. Andresen, A. Rambaut, I. Lipkin, E. Holmes, R. Garry. “The proximal origin of SARS-CoV-2”. *Nature Medicine*, 26, 450-452. 2020. [Online] Disponible en: doi: 10.1038/s41591-020-0820-9
- [4] B. Van Bezukom & A. Arundel *OECD Biotechnology Statistics*. 2009. [Online]. Disponible en: <https://www.oecd.org/sti/42833898.pdf>
- [5] T. Le, Z. Andreadakis, A. Kumar, R. Gomez, S. Tollefsen, M. Saville & S. Mayhew. “The COVID-19 vaccine development landscape”. *Nature Reviews Drug Discovery*, 19, 305-306. April 2020. [Online] Disponible en: doi: 10.1038/d41573-020-00073-5
- [6] T. Capell, R. Twyman, V. Najera, J. Ma, S. Schillberg & P. Cristou. “Potential applications of plant biotechnology against SARSCoV-2.” *Trends in Plant Science*, 25(7), 635-643. Abril 2020. [Online] Disponible en: doi: 10.1016/j.tplants.2020.04.009
- [7] S. Rosales, V. Márquez, O. Gonzalez, R. Nieto & J. Arévalo. “What Does Plant-Based Vaccine Technology Offer to the Fight against COVID-19?”. *Vaccines*, 8(2), 183. Marzo 2020. [Online]. Disponible en: doi: 10.3390/vaccines8020183
- [8] M. Tahir ul Qamar, S. Alqahtani, M. Alamri & L. Chen. “Structural Basis of SARS-CoV-2 3CLpro and Anti-COVID-19 Drug Discovery from Medicinal Plants”. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 10(4), 313-319. Agosto 2020. [Online]. Disponible en: doi: 10.1016/j.jpha.2020.03.009.

- [9] Medicago. *MEDICAGO AND GSK ANNOUNCE START OF PHASE 2/3 CLINICAL TRIALS OF ADJUVANTED COVID-19 VACCINE CANDIDATE*. 2020. [Online]. Disponible en <https://www.medicago.com/en/media-room/medicago-and-gsk-announce-start-of-phase-2-3-clinical-trials-of-adjuvanted-covid-19-vaccine-candidate/>
- [10] P. Duddu. *Coronavirus treatment: Vaccines/drugs in the pipeline for COVID-19*. Abril. 16, 2020. [Online]. Disponible en: <https://www.clinicaltrialsarena.com/analysis/coronavirus-mers-cov-drugs/>
- [11] P. Naveira. *Una planta de tabaco, clave para la vacuna de la COVID-19*. 2020. [Online]. Disponible en: https://as.com/diarios/2020/07/15/actualidad/1594799033_765875.html
- [12] J. Rice, WM. Ainley & P. Shewen. "Plant-made vaccines: biotechnology and immunology in animal health". *Animal Health Review*, 6(2), 199-209. 2005. [Online]. Disponible en: doi: 10.1079/ahr2005110.
- [13] S. Rosales. "Will plant-made biopharmaceuticals play a role in the fight against COVID-19?". *Taylor and Francis Public Health Emergency Collection*, 1-4. Abril 2020. [Online]. Disponible en: doi: 10.1080/14712598.2020.1752177
- [14] L. Jackson, E. Anderson, N. Roupheal, P. Roberts et al. "An mRNA Vaccine against SARS-CoV-2 — Preliminary Report". *The New England Journal of Medicine*. Julio 2020. [Online]. Disponible en: doi: 10.1056/NEJMoa2022483
- [15] J. Cohen. "Vaccine designers take first shots at COVID-19". *Science*, 368 (6486), 14-16. 2020. [Online] Disponible en: doi: 10.1126/science.368.6486.14
- [16] Naciones Unidas. *Más de 820 millones de personas pasan hambre y unos 2000 millones sufren su amenaza*. Julio. 15, 2019. [Online]. Disponible en: <https://news.un.org/es/story/2019/07/1459231>
- [17] S. Fan, W. Si, Y. Zhang. "How to prevent a global food and nutrition security crisis under COVID-19?" *China Agricultural Economic Review*, 12 (3), 471-480. 2020. [Online] Disponible en: doi: 10.1108/CAER-04-2020-0065
- [18] A. Vidayasagar. *What Is CRISPR?*. Abril. 21, 2018. [Online]. Disponible en: <https://www.livescience.com/58790-crispr-explained.html>
- [19] R. Abbot, G. Dhamdhare, Y. Liu, X. Lin, L. Goudy, L. Zeng & L. Q. "Development of CRISPR as a prophylactic strategy to combat novel coronavirus and influenza". *bioRxiv*, 2020. [Online]. Disponible en: doi.org/10.1101/2020.03.13.991307
- [20] J. Daley. *CRISPR Gene Editing May Help Scale Up Coronavirus Testing*. Abril. 23, 2020. [Online]. Disponible en: <https://www.scientificamerican.com/article/crispr-gene-editing-may-help-scale-up-coronavirus-testing/>
- [21] A. Hernández. *COVID-10 Vaccines and Treatments through Biotechnology and Science*. Marzo. 25, 2020. [Online]. Disponible en: <https://www.croplifela.org/en/whats-new/links/covid-19-vaccines-and-treatments-through-biotechnology-and-science>
- [22] J. Ahn, Y. Sohn, S. Lee, H. Cho, Y. Hyun, J. H. Baek . . . S, Kim. (13 de abril de 2020). "Use of Convalescent Plasma Therapy in Two COVID-19 Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome in Korea". *Journal of Korean Medicine Science*, 35(14), 149. Abril 2020. [Online] Disponible en: doi.org/10.3346/jkms.2020.35.e149.
- [23] I.F, Hung, K.To, C. Lee, K. Lung Lee, K. Chan, W. Yan, . . . B. Tang. "Convalescent Plasma Treatment Reduced Mortality in Patients With Severe Pandemic Influenza A (H1N1) 2009 Virus Infections." *Clinical Infectious Diseases*, 52(4), 447-456. 2011. [Online] Disponible en: doi: 10.1093/cid/ciq106.
- [24] Y. Cheng, R. Wong, Y. Soo, W. Wong, C. Lee, M. Ng . . . G. Cheng. "Use of convalescent plasma therapy in SARS patients in Hong Kong". *European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 24(2005), 44-46. Diciembre 2004. [Online]. Disponible en: doi.org/10.1007/s10096-004-1271-9.
- [25] J. Jiménez. *La UCR avanza para crear un medicamento contra el COVID-19, esta vez, a partir de plasma equino*. [Online]. Abril. 17, 2020. Disponible en: <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2020/04/17/la-ucr-avanza-para-crear-un-medicamento-contra-el-covid-19-esta-vez-a-partir-de-plasma-equino.html>
- [26] J. Jiménez. *Analysis Reveals UCR-Produced Coronavirus Serums Inhibit Virus*. Julio. 28, 2020. [Online]. Disponible en: <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2020/07/28/analisis-revelan-que-los-sueros-contra-el-coronavirus-producidos-por-la-ucr-inhiben-el-virus.html>
- [27] J. Mora. *INSTITUTO CLODOMIRO PICADO: SUEROS ANTIOFÍDICOS PARA EL MUNDO*. Abril. 18, 2018. [Online]. Disponible en: <http://www.proinnova.ucr.ac.cr/es/2018/04/19/instituto-clodomiro-picado-sueros-antiofidicos-para-el-mundo/>
- [28] Genetic Engineering & Biotechnology News. *NIG Joins Forces with Pharmaceutical Companies to Fight COVID-19*. Abril. 20, 2020. [Online]. Disponible en: <https://www.genengnews.com/news/nih-joins-forces-with-pharmaceutical-companies-to-fight-covid-19/>
- [29] CEPAL. *Dimensionar los efectos del COVID-19 para pensar en la reactivación*. Abril. 21, 2020. [Online]. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45445/4/S2000286_es.pdf

- [30] M. Sancho. *COVID-19 golpea al agro por ¢14 mil millones; casi 7 mil personas afectadas*. Abril. 16, 2020. [Online]. Disponible en: <https://observador.cr/noticia/covid-19-golpea-al->
- [31] República. *CON UNA INVERSIÓN DE ¢4.267 MILLONES, GOBIERNO IMPULSA PROGRAMA DE ALTA TECNOLOGÍA PARA SECTOR AGROPRODUCTIVO*. Mayo. 15, 2020. [Online] Disponible en: <https://www.presidencia.go.cr/comunicados/2020/05/con-una-inversion-de-%E2%82%A4-267-millones-gobierno-impulsa-programa-de-alta-tecnologia-para-sector-agroproductivo/>
- [32] República. *Planificación de la Ruta Económica Post-Covid 19*. 2020. [Online]. Disponible en: <https://www.ict.go.cr/es/documentos-institucionales/material-de-apoyo-coronavirus/decreto-declaratoria-de-emergencia/1682-medidas-de-reactivacion/file.html>

Avistamiento de fauna silvestre en plantaciones de cacao en la Zona Norte, como valor agregado al sistema productivo



Wildlife sighting in cacao plantations in the North Zone, as an added value to the productive system

Vanessa Carvajal-Alfaro¹, Paul E. Oviedo²

Carvajal-Alfaro, V; Oviedo, P.E. Avistamiento de fauna silvestre en plantaciones de cacao en la Zona Norte, como valor agregado al sistema productivo. *Tecnología en Marcha*. Vol. 35, especial COVID-19. Mayo 2022. Pág. 25-30.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.6188>



- 1 Escuela de Ciencias Naturales y Exactas. Tecnológico de Costa Rica, Campus Local San Carlos. Costa Rica. Correo electrónico: vcarvajal@tec.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0003-2166-1716>
- 2 Escuela de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica. Correo electrónico: poviedop@uned.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0002-6381-9641>

Palabras clave

Upala; mamíferos; aves; protocolos COVID; manuales.

Resumen

Uno de los sectores más afectados con la pandemia provocada por el COVID- 19 ha sido el sector turístico, lo que ha generado no solo desempleo sino también el cierre de muchas empresas que se dedicaban a esta actividad. Con la finalidad de diversificar la oferta turística de productores de cacao en la región de Upala, dado que algunos agricultores además de ofrecer su producción de cacao, también ofrecen algunos servicios como visitas guiadas para apreciar el proceso productivo y de elaboración artesanal de productos de cacao. Debido a esto, este proyecto tuvo como propósito realizar un inventario de mamíferos y aves en tres fincas de cacao en la región de Upala para la diversificación de la oferta turista a través de la observación de aves y mamíferos como un elemento diferenciador de los recorridos guiados en las fincas, lo que permitiría dar un valor agregado al servicio que se brinda, así como establecer un protocolo de observación de fauna silvestre ante posible zoonosis. Para cumplir con este objetivo se realizó varias visitas a cada una de las fincas analizadas para el avistamiento de fauna y para analizar el proceso productivo. En estas visitas se determinó que, las fincas muestreadas presentan potencial para la observación de mamíferos silvestres emblemáticos, principalmente perezoso de tres dedos y monos Congo, mientras que una de ellas puede ser utilizada para el avistamiento de aves con potenciales educativos y trabajos experimentales.

Keywords

Upala; mammals; birds; COVID protocols; manuals.

Abstract

One of the sectors most affected by the pandemic caused by COVID-19 has been the tourism sector, which has generated not only unemployment but also the closure of many companies that were engaged in this activity. In order to diversify the tourist, offer of cocoa producers in the Upala region, since some farmers, in addition to offering their cocoa production, also offer some services such as guided tours to appreciate the production process and artisan production of cocoa products. Due to this, this project aimed to carry out an inventory of mammals and birds in three cocoa farms in the Upala region for the diversification of the tourist offer through the observation of birds and mammals as a differentiating element of the guided tours. in the farms, which would allow adding value to the service provided, as well as establishing a protocol for observing wildlife in the event of possible zoonoses. To meet this objective, several visits were made to each of the farms analyzed for the sighting of fauna and to analyze the production process. In these visits it was determined that the sampled farms have potential for the observation of emblematic wild mammals, mainly three-toed sloth and howler monkeys, while one of them can be used for bird watching with educational potential and experimental work.

Introducción

De acuerdo con los registros históricos existentes en Costa Rica, la siembra y producción de cacao se remonta desde la época colonial, alrededor del siglo XVII fue cuando el cacao se constituyó como uno de los principales productos de exportación, no obstante, con el paso de los años su importancia en la exportación decayó considerablemente [1].

En el año 2017 Costa Rica alcanzó una producción total de 700 toneladas métricas de cacao. Producción que se ha mantenido estable en ese rango en los últimos 10 años, después del importante descenso sufrido a mediados de los noventa [2].

A nivel de las zonas productoras, el análisis de [3] determina que el 96% del área sembrada de cacao en Costa Rica está concentrada en las regiones Caribe, Norte y Brunca, donde la región Caribe concentra el 49,2%, la Norte el 31,8% y la Brunca el 15%. siendo los cantones de Talamanca, Upala y Limón, los que se posicionan como los tres primeros a nivel país. Además, se destaca que, en promedio en el país, el 80.8% de las hectáreas sembradas se encuentra en edad de producción [2].

En la región de Upala algunos agricultores además de ofrecer su producción de cacao, también ofrecen algunos servicios como visitas guiadas (tours) para apreciar el proceso productivo y de elaboración artesanal de productos de cacao. Sin embargo, uno de los sectores más afectados con la pandemia provocada por el COVID-19 ha sido el sector turístico, lo que ha generado no solo desempleo sino también el cierre de muchas empresas que se dedicaban a esta actividad.

Debido a esto, este estudio tuvo como objetivo realizar un inventario de mamíferos y aves en tres fincas de cacao en la región de Upala para la diversificación de la oferta turista a través de la observación de aves y mamíferos como un elemento diferenciador de los recorridos guiados en las fincas.

Materiales y métodos

Área de estudio: a Región Huetar Norte está ubicada en la parte norte de la provincia de Alajuela, Costa Rica. Tiene una extensión de 719 km² y colinda con el sur de Nicaragua. La principal actividad productiva es agropecuaria, seguida por el turismo de aventura y agrario [4].

Descripción de los sitios de estudio: seleccionamos tres fincas productoras de cacao orgánico que tuvieran diferente grado de cobertura por árboles de sombra. Finca MECUP está localizada en Upala (10°58'49,8" N y 85°,08'52,5" W), tiene un área de 2,62 ha, el cacao ha sido plantado aleatoriamente, el sotobosque es compartido con palmeras y banano; mientras que la altura media del dosel es de 16,2 m, está constituido por individuos de siete especies (*e.g. Spondias mombim, Ficus mauritiana, Cecropia peltata y Guarea rhopalocarpa*), provocando que la luminosidad media en el sotobosque sea de 2 426 lux. Finca Sibaeli está ubicada en Guatuso (10°44'38,1" N y 84°,53'03,5" W), tiene un área de 6,0 ha, de las cuales 3 ha están dedicadas al cultivo del cacao y las otras 3 ha corresponden a un fragmento de bosque tropical húmedo en regeneración. En esta segunda finca, los árboles de cacao están distanciados uniformemente cada 2,5 m, el raleo impide el crecimiento de otro tipo de especies vegetales en el sotobosque; sin embargo, se conservan algunos árboles maderables, principalmente *Cordia alliodora* y *Dipteryx panamensis*, que forman un dosel discontinuo de 20,1 m de altura y condiciones de luminosidad de 2 260 lux. La tercera finca es conocida como Productores de Occidente (POC a partir de ahora), está ubicada en Aguas Claras (10°49'23,8" N y 85°,11'40,8" W), tiene un área de 4 ha destinadas a la plantación de cacao y a diferencia de Mecup y Sibaeli, la única sombra corresponde a la vegetación ribereña de una quebrada que atraviesa la plantación, por lo que en este sitio la luminosidad media fue de 42 608,7 lux.

Los muestreos de aves y a mamíferos se distribuimos tres puntos de conteo en cada finca. La distancia mínima entre puntos fue de 50 m. El muestreo fue realizado en setiembre del 2020. Dos observadores registraron todos los individuos y las especies de aves observadas y escuchadas en un radio de 25 m por periodos de cinco minutos en cada punto [5]. Para los mamíferos además de registrar todas las especies observadas y escuchadas, se utilizó también, el número de madrigueras.

Las observaciones fueron repetidas tres veces en los mismos puntos. Recolectamos la información minutos después del amanecer y dos horas antes de finalizar la tarde. El esfuerzo total de muestreo por finca fue de 60 minutos, distribuidos en tres días consecutivos en cada finca. Además, se llevaron a cabo los protocolos de avistamiento de fauna para las tres fincas seleccionadas, y se procedió a diseñar la rotulación permitente.

Resultados

Se observaron un 428 aves clasificados en 49 especies y 23 familia. La familia mejor representada fue Tyrannidae (ocho especies), seguida por las familias Columbidae, Picidae y Thraupidae (cuatro especies cada una). Las especies más abundantes fueron *Brotogeris jugularis*, *Myiozetetes similis*, *Leptotila verreauxi* y *Euphonia luteicapilla*. Además, hubo registro de *Tityra semifasciata*, *Coereba flaveola* y *Pachyrhamphus polychopterus*, consideradas como *incertae sedis*.

Para los mamíferos se contabilizaron 35 individuos en 11 especies distribuidas en 8 familias, la especie la abundante es el mono Congo (*Alouatta palliata*) seguida de ardilla (*Sciurus variegatoides*) una especie de amplia distribución (cuadro 1).

Cuadro 1. Especies de mamíferos registradas en plantaciones de cacao.

Familia y Especie	Número de individuos
Bradypodidae	
<i>Bradypus variegatus</i> Schinz, 1825 *	1
Megalonychidae	
<i>Choloepus hoffmanni</i>	2
Dasypodidae	
<i>Dasypus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758 (M)	4
Didelphidae	
<i>Philander oposum</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Didelphis marsupialis</i> Linnaeus, 1758 (M)	1
Myrmecophagidae	
<i>Tamandua mexicana</i> (Saussure, 1860)	2
Procyonidae	
<i>Nasua narica</i> (Linnaeus 1766)	1
<i>Potos flavus</i> (Schreber, 1774)	2
<i>Procyon lotor</i> (Linnaeus, 1758) (M)	1
<i>Sciurus variegatoides</i> Ogilby 1839	8
Atelidae	
<i>Alouatta palliata</i>	12

Se elaboraron dos protocolos asociados al estudio, uno titulado “Protocolo para Tour en Fincas de Cacao y Avistamiento de Fauna Silvestre” cuyo es establecer las pautas mínimas sanitarias específicas en el tema de COVID-19 que deben seguir los trabajadores y visitantes para recorridos guiados y observación de fauna en Fincas de Cacao y sus instalaciones de procesado durante la declaratoria de emergencia sanitaria, también se Protocolo para Investigación en Fincas de Cacao el cual Establecer las pautas mínimas sanitarias específicas en el tema de COVID-19 que deben seguir los investigadores, asistentes, docentes, universitarios y guías en Fincas de cacao y sus instalaciones de procesado durante la declaratoria de emergencia sanitaria por COVID-2019. Se rotularon las instalaciones con los afiches elaborados a partir de los dichos protocolos (como el mostrado en la figura 1).

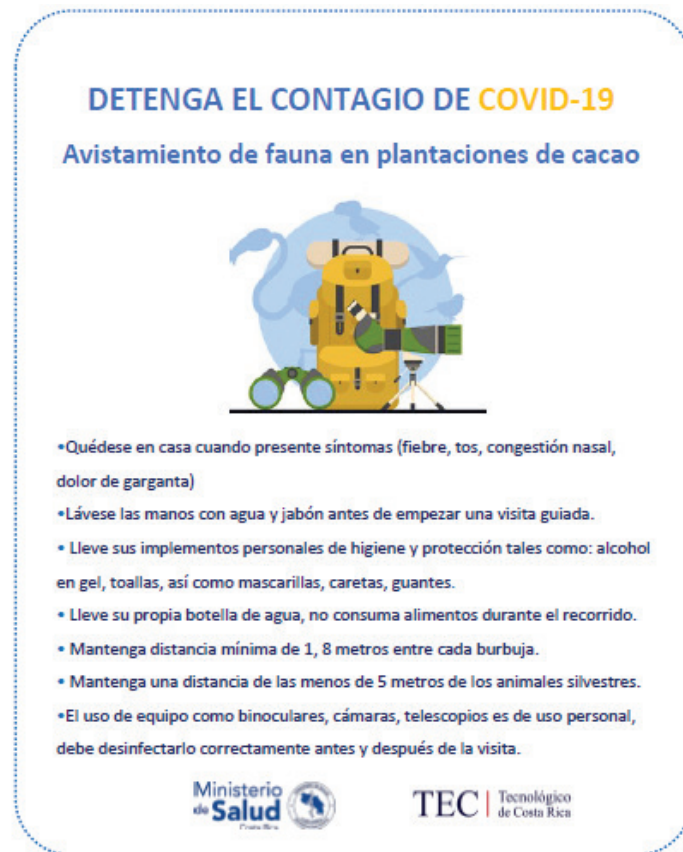


Figura 1. Afiche para rotulación de instalaciones con las instrucciones para observación de fauna silvestre.

Conclusiones y recomendaciones

Aun cuando se tiene conocimiento del valor para la conservación de los sistemas agroforestales (SAF), la diversidad biológica asociada a los diferentes SAF en América Tropical permanece sin ser lo suficientemente estudiada. La información sobre mamíferos no voladores aún es escasa su información o basada en registros de huellas o restos de sus actividades, por tanto, la calidad de estos datos aún es limitada, [6].

Costa Rica, como el resto del mundo conserva el proceso de producción del cacao en manos de pequeños y medianos productores y productoras, quienes se concentran en la zona Caribe y en la zona Norte del país [1], por tanto, conocer la diversidad de fauna presente en sus sistemas agroforestales les permite no solo comprender mejor los beneficios

ecosistémicos que presta la fauna, si no, les da una oportunidad de utilizar las plantaciones con fines turísticos.

Los conocimientos de fauna en ecosistemas de cacao también permiten hacer un manejo adecuado de plagas, por ello se recomienda profundizar en el estudio de los mamíferos no voladores presentes en esos agrosistemas. El uso de métodos indirectos como trampas de pelo o cámaras trampa pueden ser útiles, dado la dificultad de observar mamíferos en el campo por su compartimiento esquivo y mayoritariamente nocturno.

Si bien la fauna silvestre puede ser un activo considerable para las personas que toman tours de cacao una de las principales debilidades es la falta de conocimiento científico de las especies por parte de los productores, lo que nos permite utilizar los recursos faunísticos en sus agroforestales, por tanto, se elaboraron unos manuales ilustrados de observación de aves en plantaciones de cacao e historia natural de mamíferos comunes en estas poblaciones.

El material se elaboró con lenguaje sencillo, el cual servirá para la capacitación de los guías de las fincas, así como usarlo con fines didácticos para niños o adolescentes que participen en los tours de avistamiento.

En estas visitas se determinó que es bastante común la observación del perezoso de dos dedos (*Bradypus variegatus*) por lo que esta especie puede ser declarada una especie bandera para divulgación y propaganda por medio de un símbolo o fotografía en los envases de productos artesanales de cacao, con lo cual se promocionaría ambos sectores económicos de esta región.

Referencias

- [1] R.D. Aramburo. 2017. Condiciones Productivas de Cacao de los Territorios Rurales de la Zona Norte y Caribe Rica. [En Línea] Disponible <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/6460/BVE18029637e.pdf?sequence>
- [2] Comisión Institucional de Cacao. 2018. Plan Nacional de Cacao 2018. [En Línea] Disponible <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E14-11072.pdf>
- [3] SEPSA (2017). Análisis de la actividad cacaotera costarricense y perspectivas de su reactivación. [En Línea] Disponible de: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E16-10869.pdf>
- [4] B. Álvarez-Garay. (2017). Métodos de registros en fincas agropecuarias en la Región Huetar Norte de Costa Rica. CONFibSIG. [En Línea]. Disponible <https://www.researgate.net/publication/328642833>
- [5] C. Bibby, J., Burguess, N. D., & Hill, D. A. *Bird Census Techniques*. San Diego, CA: Academic Press Inc. 1992.
- [6] N.A. González-Valdivia, F. Casanova-Lugo, W. Cetzal-Ix. "Sistemas agroforestales y biodiversidad", *Agroproductividad*: Vol. 9, Núm. 9, septiembre. 2016. pp: 56-60

Estaciones climáticas y la COVID-19 en América Latina

Climate and COVID-19 in Latin America

Darner A. Mora-Alvarado¹

Mora-Alvarado, D.A. Estaciones climáticas y la COVID-19 en América Latina. *Tecnología en Marcha*. Vol. 35, especial COVID-19. Mayo 2022. Pág. 31-44.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.5792>



¹ Microbiólogo y Químico Clínico/ Máster en Salud Pública. Director del Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica. Correo electrónico: dmora@aya.go.cr

Palabras clave

Clima; crisis; contagio; enfermedad; salud.

Resumen

Desde la antigüedad Hipócrates (460 a.C), relacionó las estaciones climáticas del año, el origen y la naturaleza de las enfermedades. En uno de sus escritos, titulado “Aforismos” indicó literalmente *“todas las enfermedades se producen en todas las estaciones, pero durante algunas de estas se producen y se agravan especialmente algunas de aquellas”*. Fundamentado en estos antecedentes, se realiza el presente estudio descriptivo, con el objetivo de determinar en cuales estaciones del año, se incrementan los casos de contagios y muertes asociados a la COVID-19, causada por el coronavirus SARS-CoV-2, en 21 países de América Latina, mediante el análisis de la evolución de la crisis sanitaria, identificando las olas y sus respectivos “picos” del mayor número de casos, en cada una de las naciones estudiadas, en el periodo de marzo 2020-fecha de la declaración de la pandemia por la Organización Mundial de la Salud (OMS)- al 18 de junio del 2021. Los resultados indican que las 53 olas identificadas y estudiadas: 13 (24,5%) sucedieron en verano, 37 (69,8%) en invierno, 3 (5,7%) en otoño y cero en primavera. A la luz de estos datos se recomienda que en cada país se elaboren estudios con mayor profundidad para establecer las posibles asociaciones entre los datos de radiación solar y el número de contagios por la COVID-19, en las respectivas estaciones.

Keywords

Climate; crisis; contagion; disease; health.

Abstract

Since ancient times, Hippocrates (460 BC) considered that the climate has influence on the origin and nature of diseases. In one of his writings called “Aphorisms” he claimed, *“all diseases occur at all seasons of the year, but certain of them are more apt to occur and be exacerbated at certain seasons”*. Based on the foregoing, the present study aims to determine the seasons of the year with the highest number of infections and deaths related to COVID-19 caused by the new coronavirus SARS-CoV-2 within 21 countries in Latin America. We analysed the evolution of the health crisis to identify the waves and the highest peaks of positive cases for each country during March 2020 -pandemic declaration by the World Health Organization- till June 18th, 2021. The results identified 53 waves: 13 (24,5%) during summer, 37 (69,8%) during winter, 3 (5.7%) during autumn and zero during spring. According to these findings, we recommend each country conduct more profound studies for stablishing possible correlations between solar radiation and number of infections by COVID-19.

Introducción

Desde la antigüedad se ha considerado que el clima tiene influencia sobre el origen y naturaleza de las enfermedades [1, 2]. Con el desarrollo de la civilización, la relación entre el clima y la salud evolucionó desde la atribución a fuerzas sobrenaturales a aspectos científicos relacionados con el clima y la salud. En este sentido, existen lugares más “saludables” que otros y los cambios del clima en un lugar determinado predispone o vuelve a los seres humanos susceptibles a ciertas enfermedades [3]. En la obra de Hipócrates “Aforismos”, se indica en:

Aforismo 1 *“Los cambios de estación, especialmente, producen enfermedades; y dentro de las estaciones, las grandes variaciones de frío o de calor, y, asimismo, lo demás, de acuerdo con este principio”.*

Aforismo 3 *“Cada enfermedad esta naturalmente bien o mal dispuesta con otra, y asimismo, las épocas de la vida respecto a estaciones del año, países y dietas”.*

Aforismo 19 *“Todas las enfermedades se producen en todas las estaciones, pero durante algunas de estas, se producen y se agravan especialmente algunas de aquellas”.*

Lógicamente, la preminencia del clima como origen de la enfermedad continúa vigente 2500 años después de la muerte de Hipócrates [4].

En el contexto actual de la sindemia de la COVID-19, causada por el nuevo coronavirus, SARS-CoV-2, que ha provocado al 18/06/2021, en el mundo 177.586.893 casos confirmados con 9.845.031 muertes para una letalidad de 2,16%. En este sentido, la crisis de la COVID-19 es una sindemia, más que una pandemia porque existe en los casos graves de enfermedad, una sinergia entre el agente infeccioso y los padecimientos crónicos de los pacientes, en medio de desigualdades sociales en cada uno de los más de 192 países afectados [5]. Por otro lado, la COVID-19 cumple con el “aforismo 19” de Hipócrates, es decir la enfermedad se produce en todas las estaciones del año, pero durante algunos de estos se agravan...”

A la luz de estos conceptos, el presente estudio tiene como objetivo principal, determinar en cuales estaciones del año, se incrementan los casos de contagios y muertes asociadas a la COVID-19, en los 21 países de Latinoamérica, en donde se agrupan los países cuya lengua es el español o el portugués y francés en el continente americano [6].

Metodología

Definición del universo del estudio

Se presenta la evolución de la crisis de la COVID-19 en 21 países de Latinoamérica, los cuales tienen una población estimada de 650 millones de habitantes en una superficie de 20.038.800 km² [7, 8]. La lista de estas naciones incluye un orden alfabético: Argentina, Belice, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela.

Clasificación de países con 4 y 2 estaciones climáticas

Los 21 países del estudio se clasifican de conformidad con las estaciones climáticas de cada nación.

Evolución de los casos de contagios por el SARS-CoV-2 en cada país.

Se analizan la evolución de los datos, mediante los gráficos aportados por JHU CSSE COVID-19 Data y Our World in Data [9] y resumen de casos de Wikipedia y otros [10, 11].

Identificación de las olas de la sindemia

De conformidad con los gráficos de la evolución de los casos al 18/06/2021, se analiza en que estaciones climáticas, se presenta el incremento de los casos y los promedios de los últimos 7 días, en el pico de cada ola de la sindemia.

Cumplimiento o no del aforismo 19 de Hipócrates

Fundamentado en el concepto de “Aforismo” originario del griego definir, lo cual es una oración que pretende expresar un principio de manera concisa, coherente y en apariencia definitiva [12], dictado por Hipócrates en el Aforismo 19: *“Todas las enfermedades se producen en todas las estaciones, pero durante algunas de estas, se producen y se agravan especialmente algunas de aquellas”*. Este concepto, lo aplicaremos a la evolución de la COVID-19 en cada estación climática de cada uno de los 21 países estudiados.

Resultados

Países en estudio

En la siguiente figura 1, se presenta los países de Latinoamérica en estudio.



Figura 1. Países de Latinoamérica en estudio.

Estaciones climáticas en los 21 países de Latinoamérica

Países con 4 estaciones

Los países de Latinoamérica con 4 estaciones de: verano, otoño, invierno y primavera son: Argentina, Chile, Uruguay, el Sur de Brasil, Paraguay y el Norte de México [13]. En Argentina, Chile y Uruguay los periodos de las estaciones son los siguientes:

- Verano: 22 de diciembre al 21 de marzo
- Otoño: 22 de marzo al 21 de junio
- Invierno: 22 de junio al 21 de setiembre
- Primavera: 22 de setiembre al 21 de diciembre

Países con 2 estaciones

En el cuadro 1, se presenta la lista de países de Latinoamérica con dos estaciones de verano e invierno (época seca y época húmeda).

Cuadro 1. Países con 2 estaciones climáticas en Latinoamérica.

País	Verano (seca)	Invierno (Lluvioso)
Belice	Enero a mayo	Junio a diciembre
Guatemala	Noviembre a Abril	Mayo a Octubre
Honduras	Noviembre a Abril	Mayo a Octubre
El Salvador	Noviembre a Abril	Mayo a Octubre
Nicaragua	Noviembre a Abril	Mayo a Octubre
Costa Rica	Diciembre a Mayo	Mayo a Noviembre
Panamá	Enero a Marzo	Abril a Diciembre
Colombia	Diciembre a Enero / Julio a Agosto	Abril a Mayo / Octubre a Noviembre
Venezuela	Diciembre a Abril	Mayo a Noviembre
Ecuador**	Junio a Noviembre / Junio a Setiembre	Diciembre a Mayo / Octubre a Mayo
Brasil	21 de Diciembre a 21 de Mayo	21 de Junio a 21 de Septiembre
Paraguay	Octubre a Abril / Mayo a Agosto	Noviembre a Marzo
Bolivia	Octubre a Abril	Mayo a Setiembre
Rep. Dominicana	Diciembre a Abril	Mayo a Octubre
Cuba	Noviembre a Abril	Mayo a Setiembre
Haití	Diciembre a Marzo	Abril a Junio / Agosto a Octubre

Evolución de los casos confirmados de la COVID-19 en América Latina

En el cuadro 2, se presentan los datos de casos confirmados, muertes y letalidad en los países de América Latina al 18/06/2021.

Cuadro 2. COVID-19. Casos, fallecidos y letalidad en las naciones de Latinoamérica.

País	Casos confirmados	Fallecidos	Letalidad (%)
México	2.478.551	231.244	9,32
Belice	13.039	329	2,02
Guatemala	280.854	8.735	3,11
Honduras	254.194	6.772	2,66
El Salvador	77.484	2.336	3,01
Nicaragua	7.696	188	2,44
Costa Rica	354.095	4.530	1,28
Panamá	394.241	6.477	1,64
Colombia	3.968.405	100.582	2,83
Venezuela	262.038	2.973	1,13
Ecuador	446.633	21.304	4,77
Brasil	17.966.831	502.586	2,78
Perú	1.980.000	187.000	9,44
Paraguay	407.721	11.743	2,90
Bolivia	422.811	16.174	3,82
Uruguay	356.382	5.316	1,49
Argentina	4.277.395	89.490	2,09
Chile	1.522.223	31.645	2,08
Rep. Dominicana	317.645	3.758	1,18
Cuba	169.365	1.170	0,69
Haití	17.061	369	2,16

Figura 2. Evolución de casos de la COVID-19 en los países de México, América Central, Rep. Dominicana, Cuba y Haití al 18/06/2020.

México

Estadísticas

Nuevos casos y muertes

De [JHU CSSE COVID-19 Data](#) · Última actualización: hace 2 días



Las cifras de cada día indican los casos nuevos informados desde el día anterior · [Información sobre estos datos](#)

Belice

Estadísticas

Nuevos casos y muertes

De [JHU CSSE COVID-19 Data](#) · Última actualización: hace 2 días



Las cifras de cada día indican los casos nuevos informados desde el día anterior · [Información sobre estos datos](#)

Guatemala

Estadísticas

Nuevos casos y muertes

De [JHU CSSE COVID-19 Data](#) · Última actualización: hace 2 días



Las cifras de cada día indican los casos nuevos informados desde el día anterior · [Información sobre estos datos](#)

Honduras

Estadísticas

Nuevos casos y muertes

De [JHU CSSE COVID-19 Data](#) · Última actualización: hace 2 días



Las cifras de cada día indican los casos nuevos informados desde el día anterior · [Información sobre estos datos](#)

El Salvador

Estadísticas

Nuevos casos y muertes

De [JHU CSSE COVID-19 Data](#) · Última actualización: hace 2 días



Las cifras de cada día indican los casos nuevos informados desde el día anterior · [Información sobre estos datos](#)

Nicaragua

Estadísticas

Nuevos casos y muertes

De [JHU CSSE COVID-19 Data](#) · Última actualización: hace 2 días



Las cifras de cada día indican los casos nuevos informados desde el día anterior · [Información sobre estos datos](#)

Costa Rica

Estadísticas

Nuevos casos y muertes

De JHU CSSE COVID-19 Data · Última actualización: hace 2 días



Las cifras de cada día indican los casos nuevos informados desde el día anterior · [Información sobre estos datos](#)

Panamá

Estadísticas

Nuevos casos y muertes

De JHU CSSE COVID-19 Data · Última actualización: hace 2 días



Las cifras de cada día indican los casos nuevos informados desde el día anterior · [Información sobre estos datos](#)

República Dominicana

Estadísticas

Nuevos casos y muertes

De JHU CSSE COVID-19 Data · Última actualización: hace 2 días



Las cifras de cada día indican los casos nuevos informados desde el día anterior · [Información sobre estos datos](#)

Cuba

Estadísticas

Nuevos casos y muertes

De JHU CSSE COVID-19 Data · Última actualización: hace 2 días



Las cifras de cada día indican los casos nuevos informados desde el día anterior · [Información sobre estos datos](#)

Haití

Estadísticas

Nuevos casos y muertes

De JHU CSSE COVID-19 Data · Última actualización: hace 2 días



Las cifras de cada día indican los casos nuevos informados desde el día anterior · [Información sobre estos datos](#)

Fuente: https://www.google.com/search?q=evoluci%C3%B3n+de+casos+de+la+COVID+19+en+costa+rica&rlz=1C1CHBD_esCR928CR928&ei=1xvSYMvOKWswbkP58Sq4A0&oq=Evoluci%C3%B3n+de+casos+de+la+Covid19+en+COSTA&gs_lcp=Cgnd3Mtd2l6EAEYADlICCEQFhAdEB4yCAghEBYQHRaEgMggIIRAWEB0QHjoGCAAQFhAeOgUIIRCgAVCesAFYivE3YlrN2gDcAB4A1ABzQGI Ae0lkGfEMFC41LjkYAQCgAQGqAQGnd3Mtd2l6wAEB&scIent=gws-wiz

Figura 3. Evolución de casos de COVID-19 en países de América del Sur al 18/06/2021.

Colombia

Estadísticas

Nuevos casos y muertes

De [JHU CSSE COVID-19 Data](#) · Última actualización: hace 2 días



Venezuela

Estadísticas

Nuevos casos y muertes

De [JHU CSSE COVID-19 Data](#) · Última actualización: hace 2 días



Ecuador

Estadísticas

Nuevos casos y muertes

De [JHU CSSE COVID-19 Data](#) · Última actualización: hace 2 días



Brasil

Estadísticas

Nuevos casos y muertes

De [JHU CSSE COVID-19 Data](#) · Última actualización: hace 2 días



Bolivia

Estadísticas

Nuevos casos y muertes

De [JHU CSSE COVID-19 Data](#) · Última actualización: hace 2 días



Paraguay

Estadísticas

Nuevos casos y muertes

De [JHU CSSE COVID-19 Data](#) · Última actualización: hace 2 días

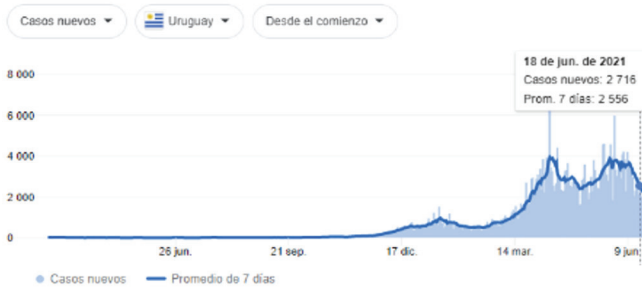


Uruguay

Estadísticas

Nuevos casos y muertes

De JHU CSSE COVID-19 Data · Última actualización: hace 2 días



Las cifras de cada día indican los casos nuevos informados desde el día anterior · [Información sobre estos datos](#)

Chile

Estadísticas

Nuevos casos y muertes

De Wikipedia · Última actualización: hace 4 horas



Las cifras de cada día indican los casos nuevos informados desde el día anterior · [Información sobre estos datos](#)

Argentina

Estadísticas

Nuevos casos y muertes

De JHU CSSE COVID-19 Data · Última actualización: hace 2 días



Las cifras de cada día indican los casos nuevos informados desde el día anterior · [Información sobre estos datos](#)

Perú

Estadísticas

Nuevos casos y muertes

De JHU CSSE COVID-19 Data · Última actualización: hace 30 días



Las cifras de cada día indican los casos nuevos informados desde el día anterior · [Información sobre estos datos](#)

Identificación de las olas de la sindemia

Las olas con su pico máximo de contagios y su ubicación en las respectivas estaciones se presentan en el cuadro 3, en los 21 países seleccionados en América Latina.

Cuadro 3. Identificación de las olas y picos de los contagios de la COVID-19 por países, según estación del año al 18/06/2021.

País	N° ola	Fecha máxima del pico	Fecha inicio de ola	Fecha final de la ola	Estaciones climáticas			
					verano	invierno	otoño	primavera
México	1	21/01/2020	23/04/2020	16/04/2021		X		
	2	23/01/2021	18/11/2020	21/05/2021		X		
Belice	1	29/12/2020	13/08/2020	21/01/2021		X		
Guatemala	1	25/07/2020	09/05/2020	27/12/2020		X		
	2	12/01/2021	06/07/2020	03/04/2021	X			
	3	25/06/2021	07/04/2021			X		
Honduras	1	19/07/2020	18/05/2020	07/11/2020		X		
	2	08/02/2021	08/01/2021	13/03/2021	X			
	3	11/05/2021	08/04/2021			X		
El Salvador	1	05/08/2020	28/04/2020	04/08/2020		X		
	2	10/01/2021	20/04/2021	08/04/2021	X			
Nicaragua	1	19/05/2020				X		
Costa Rica	1	18/09/2020	06/03/2021	13/01/2020		X		
	2	12/05/2021	16/04/2021	21/06/2021		X		
Panamá	1	16/08/2020	30/03/2020	29/10/2020		X		
	2	09/01/2021	05/11/2020	13/03/2021	X			
	3		05/05/2021			X		
Colombia	1	15/08/2020	10/05/2020	03/10/2020		X		
	2	16/01/2021	11/12/2020	11/02/2021	X			
	3	23/06/2021	16/03/2021			X		
Venezuela	1	04/09/2020	15/05/2020	21/10/2020		X		
	2	08/06/2021	10/01/2021			X		
Ecuador	1	28/04/2020	18/03/2020	10/05/2020		X		
	2	16/09/2020	10/05/2020	26/12/2020		X		
	3	29/04/2021	31/12/2021			X		
Brasil	1	25/07/2020	02/11/2020			X		
	2	27/03/2021	01/11/2020		X			
Perú	1	04/09/2020	04/09/2020	25/06/2020		X	X	
	2	22/08/2020	21/07/2020	08/11/2020		X		
	3	25/05/2021	09/01/2021	07/06/2021		X	X	

País	N° ola	Fecha máxima del pico	Fecha inicio de ola	Fecha final de la ola	Estaciones climáticas			
					verano	invierno	otoño	primavera
Paraguay	1	18/12/2020	07/05/2020	30/12/2020		X		
	2	26/05/2021	02/01/2021			X		
Bolivia	1	04/08/2020	07/05/2020	30/12/2020		X		
	2	19/01/2021	06/12/2020	18/05/2021	X			
	3	10/06/2021	02/04/2021	28/06/2021		X		
Uruguay	1	14/01/2021	26/12/2020	15/02/2021	X			
	2	09/04/2021	24/02/2021	09/05/2021			X	
	3	27/05/2021	01/05/2020	01/06/2021		X		
Argentina	1	29/10/2020	09/04/2020	07/12/2021		X		
	2	16/01/2021	12/12/2021	15/02/2021	X			
	3	27/05/2021	20/02/2021	27/07/2021		X		
Chile	1	14/06/2020	05/04/2020	21/05/2020		X		
	2	10/04/2021	10/11/2020	21/05/2021	X			
	3	02/06/2021	04/05/2021	20/06/2021		X		
Rep.Dominicana	1	29/09/2020	23/03/2020	24/10/2020	X			
	2	19/01/2021	08/11/2020	02/04/2021		X		
	3	02/06/2021	04/05/2021	20/06/2021	X			
Cuba	1	23/06/2021	23/11/2020			X		
Haití	1	04/05/2020	09/05/2020	03/09/2020		X		
	2	17/01/2021	19/12/2020	28/03/2021	X			
	3	08/06/2021	17/05/2021			X		
Totales					13	37	3	0
Porcentajes					24,5%	69,8%	5,7%	0%
Total					53=100%			

Del total de las 53 olas y picos de contagios de la COVID-19 al 18/06/2021, el recuento indica que: 13 (24,5%), 37 (69,8%), 3 (5,7%), en verano, invierno y otoño respectivamente en la totalidad de los 21 países de América Latina estudiados.

Cumplimiento del aforismo 19 de Hipócrates

Dicho aforismo 19, cuyo concepto es una frase o sentencia breve doctrinal que se propone como regla en alguna ciencia como la medicina o ante expresa textualmente "*todas las enfermedades se producen en todas las estaciones, pero durante algunas de estas se producen y se agravan especialmente algunas de aquellas*", se cumple en la COVID-19 causada por el SARS-CoV-2, porque en algunos países, si bien es cierto se presentó en verano y otoño (24,5% y 5,7%), el mayor número de olas y sus respectivos picos de contagios, se presentaron en invierno para un 69,8%, lo cual es concordante con varios aspectos que analizaremos en la siguiente etapa de análisis de resultados.

Análisis, conclusiones y recomendaciones

Antes de realizar el análisis de los resultados de los puntos abordados, es importante resaltar lo indicado por la bibliografía existente sobre las estaciones climáticas y sus características correspondientes de temperatura, radiación solar y la relación con la propagación de los virus como el SARS-CoV-2, causante de la COVID-19. En este sentido, el informe del grupo de análisis científico de coronavirus del ISC III [14], el cual se elaboró con la evidencia científica disponible al 20/04/2020. En este informe, se estudian hipótesis de trabajo de la comunidad científica, como la opción de que el coronavirus SARS-CoV-2 sea menos transmisible en presencia de clima cálido y húmedo. En esta el efecto del clima sobre las enfermedades respiratorias, se conoce que los virus de la gripe se propagan más durante los meses de clima frío y, además, que los demás coronavirus conocidos sobreviven peor a temperaturas más altas y de mayor humedad que en entornos fríos o más secos.

Entre las razones que podrían apoyar la hipótesis de una menor transmisión en primavera y verano, se debe a las actividades ambientales, relacionadas actividad humana, como la convivencia en los hogares en invierno, el traslado en transporte público. Además de un deterioro del sistema inmunitario ante la falta de exposición a la luz solar para reactivar la producción de vitamina D, la cual es esencial para fortalecer las defensas de los seres humanos [15, 16, 17]. Por otro lado, científicos como John Towner, concluyen que *“Ni el clima ni la temperatura detienen el COVID-19 y las decisiones políticas sí”*. Esta afirmación indica que las condiciones meteorológicas y climáticas incluido el inicio de temperaturas más altas en la primavera en el hemisferio norte, no debe verse como pretexto para relajar las medidas de salud pública [18].

Países del estudio

El estudio se realiza en 21 países ubicados en América Latina, los cuales se observan en la figura 1.

Estaciones climáticas

De las 21 naciones estudiadas 6, tienen definidas las cuatro estaciones de verano, otoño, invierno y primavera. Dichos países son: Argentina, Chile, Uruguay, Brasil en su zona Sur y el Norte de México y Paraguay [19]. Los otros 13 países debido a su ubicación entre el trópico de Cáncer y trópico de Capricornio, cercanos al paralelo del Ecuador [20, 21]. Su clima es tropical con estaciones secas o verano y los húmedos o lluviosos de invierno. Las naciones con dos estaciones son: Belice, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia, Venezuela, Ecuador, parte de Paraguay, parte de Brasil, Bolivia, República Dominicana, Cuba y Haití.

Caso de la COVID-19 por países

En el cuadro 2, se resumen los casos confirmados, fallecidos y las tasas de letalidad, en donde Perú ocupa el primer lugar en letalidad con 9,44% seguido de México y Ecuador. Los países con menor letalidad o muertes entre los casos o contagios son: Cuba, Venezuela, Rep. Dominicana y Costa Rica con: 0,68%, 1,13%, 1,18% y 1,28%, respectivamente.

Evolución de los casos de la COVID-19 por países

En la figura 2, se resume la evolución de los contagios de la COVID-19 en México, Belice, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Cuba, Rep. Dominicana y Haití. En los gráficos de cada país, se identifican las olas y los picos de mayor número de casos.

En la figura 3, se agrupan los gráficos de la evolución de casos de la COVID-19 en los países de América del Sur: Colombia, Venezuela, Ecuador, Brasil, Bolivia, Paraguay, Perú, Uruguay, Argentina y Chile.

Olas y picos de la evolución de la COVID-19

Desde el inicio de la pandemia el 11/03/2020 al 18/06/2021, la identificación de las olas y picos de la COVID-19 en los 21 países de Latinoamérica, se observa que del total de las 53 olas ocurridas: 13 (24,5%) ocurrieron en verano, 37 (69,8%) en invierno y 3 (5,7%) en otoño.

Conclusiones

Las principales conclusiones en este estudio descriptivo de la evolución de la COVID-19 en los 21 países estudiados son:

- La mayoría de las olas y sus respectivos contagios por la COVID-19, se presentan en invierno para un 69,8% del total, seguido de 24,5% en verano y 5,7% en otoño. No obstante, en todas las estaciones del año se presentan casos confirmados o contagios de la COVID-19.
- La mayor presencia de contagios por el SARS-CoV-2 en invierno concuerdan con menor horas de radiación solar y un posible deterioro del sistema inmunológico de las personas. Aunado a esto, factores como el hacinamiento y el traslado en transporte público, favorece los contactos y los contagios por el SARS-CoV-2.
- Estos resultados y los aforismos indicados por Hipócrates hace 2.500 años, específicamente, el aforismo 19 que indica textualmente "todas las enfermedades se producen en todas las estaciones, pero durante algunos de estos, se producen y agravan especialmente algunos de ellas".
- A la luz de estos resultados preliminares, todo parece indicar que el invierno favorece el contagio del SARS-CoV-2 y que las olas y picos más altos de esta enfermedad se presenta en la estación lluviosa del año. No obstante, la enfermedad también se puede presentar en las otras estaciones del año.

Recomendaciones

Para efectos de profundizar en las relaciones de las estaciones climáticas y la propagación de la COVID-19 es recomendable:

Primero: analizar las relaciones entre las estaciones climáticas y la COVID-19, una vez finalizada la pandemia o la sindemia de la COVID-19.

Segundo: que cada país analice las relaciones entre los contagios de la COVID-19 y la radiación solar, para lo cual es necesario coordinar entre las autoridades de salud y los datos de las instituciones meteorológicas correspondientes.

Tercero: es práctico que, para fortalecer el sistema inmunológico de las personas, que las autoridades de salud promuevan el ejercicio al aire libre para aprovechar la luz solar y favorecer así, la reactivación de vitamina D y nuestro sistema inmunológico de las personas.

Referencias

- [1] Oswaldo Salaverry García. El clima y su influencia en la Salud Pública. Revistas. upch.edu.pe. Acta Herediana. Vol. 59, octubre 2016.marzo 2017: p.1-8.



- [2] Hipócrates. Sobre los aires, aguas y lugares. Trad J. A. López Férez. En tratados Hipocráticos II. Biblioteca Clásica Gredos N°90. Madrid: Gredos. 1984: p. 07-88.
- [3] Hipócrates. Aforismos. Trad. J. A. López Férez. En Hipócrates. Tratados Hipocráticos I. Biblioteca Clásica Gredos N°63. Madrid: Gredos. 1990: p. 257.
- [4] Wikipedia, la enciclopedia libre. Hipócrates. En línea. <https://es.wikipedia.org/wiki/Hip%C3%B3crates>
- [5] Reynaldo Nuncio Limon. Sindemia COVID-19. Libro publicado en Amazon; México ISBN: 9798574569665; 2020; p.1-335.
- [6] Wikipedia, la enciclopedia libre. América Latina. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Am%C3%A9rica_Latina
- [7] Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Actualización de las estimaciones y proyecciones de población para los países de América Latina y el Caribe. En línea. <https://www.cepal.org/es/notas/actualizacion-estimaciones-proyecciones-poblacion-paises-america-latina-caribe>. Consultado el 22 de abril 2020.
- [8] Wikipedia. América Latina. En línea. <http://wdi.worldbank.org/table/3.1>
- [9] Johns Hopkins. Coronavirus Resource Center. En línea. <https://coronavirus.jhu.edu/>
- [10] Hannah Ritchie y colaboradores. Pandemia de coronavirus (COVID-19). En línea. <https://ourworldindata.org/coronavirus>
- [11] Víctor Millán. 3100 gráficos de casi 300 temas distintos: así es Our World in Data, la web imprescindible para entender lo que ha pasado y está pasando. En línea. <https://www.xataka.com/investigacion/our-world-in-data-web-imprescindible-para-entender-que-ha-pasado-esta-pasando-2020-2021>
- [12] Baltasar Gracián. Aforismo: definición y ejemplos. En línea. https://www.estandarte.com/noticias/varios/qu-es-un-aforismo-definicion-y-ejemplos-de-aforismos_77.html#:~:text=Graci%C3%A1n%20construy%C3%B3%20a%20partir%20de,una%2C%20m%C3%A1s%20que%20acertar%20ciento.&text=Baltasar%20Graci%C3%A1n.
- [13] Hipócrates. Aforismos: La esencia de la Doctrina Hipocrática. En línea. <https://www.casadellibro.com/libro-aforismos-la-esencia-de-la-doctrina-hipocratica/9788477209539/862913>
- [14] Instituto de Salud Caribe III. Informe del Grupo de Análisis Científico de Coronavirus de ISCIII: Clima, Temperatura y Propagación de la COVID-19. Ministerio de Ciencia e Innovación. Gobierno de España; 20 de abril de 2020.
- [15] Aarón Hernández Cervantes. Optimización del sistema inmunitario en la reducción de la May/mortalidad en la población Blanco de Atención Primaria. Presentación España, 11 de febrero 2021.
- [16] George Griffin, Martin Hewison, Julian Hopkin, Richard Quinton y otros. Vitamina D y COVID-19. Royal Society Open Science 01 diciembre 2020. Sp
- [17] Darner A. Mora. La Radiación solar y la COVID-19. La Unión, Laboratorio Nacional de Aguas; 2021; pág. 1-2.
- [18] Organización Meteorológica Mundial. Factores meteorológicos y la calidad del aire que afectan a la pandemia de COVID-19. Departamento de Ciencias de la Tierra y Planetarios de la Universidad de Johns Hopkins.
- [19] Amador J, 2002. Clima y variabilidad climática en Costa Rica, a través de Información histórica del siglo XIX, In: Estudios sobre historia y ambiente en América, II: Norteamérica, ... 37-54; México, D. F.: El Colegio de México, Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH).
- [20] Wikipedia. Clima tropical. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Clima_tropical
- [21] Brainly.lat > secundaria. Cuáles son los países que tienen 2 estaciones. En línea. <https://brainly.lat/tarea/3880528>

AGRINNOVACIÓN 4.0: Herramienta metodológica de clasificación para determinación de áreas de producción de cultivos de ciclo corto

AGRINNOVACIÓN 4.0: Methodological classification tool to determine production areas of short-cycle crops

Valeria Serrano-Núñez¹, Sergio Guillén-Rivera², Fernando Watson-Hernández³, Milton Solórzano-Quintana⁴, Natalia Gomez-Calderon⁵

Serrano-Núñez, V; Guillén-Rivera, S; Watson-Hernández, F; Solórzano-Quintana, M; Gomez-Calderon, N. Agrinnovación 4.0: Herramienta metodológica de clasificación para determinación de áreas de producción de cultivos de ciclo corto. *Tecnología en Marcha*. Vol. 35, especial COVID-19. Mayo 2022. Pág. 45-58.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.6059>



- 1 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: v1097@hotmail.com
 <https://orcid.org/0000-0002-3708-9323>
- 2 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: enserguillen@gmail.com
 <https://orcid.org/0000-0001-5600-6768>
- 3 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: fwatson@itcr.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0001-8258-4668>
- 4 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: msolorzano@itcr.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0003-2137-0003>
- 5 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: ngomez@itcr.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0001-7961-7529>



Palabras clave

Google Earth Engine; aprendizaje automático; SIG; riego; imagen satelital; agricultura digital.

Resumen

El Plan Nacional para el Mejoramiento de la Productividad y la Sostenibilidad del Sector Agrícola pretende ser aplicado de forma escalonada a todo el país, bajo el nombre de AGRINNOVACION 4.0 para impulsar la recuperación económica y la generación de empleo posterior a la pandemia del COVID-19. El objetivo del presente trabajo es analizar información geoespacial de los productores del programa AGRINNOVACIÓN 4.0 utilizando la plataforma gratuita *Google Earth Engine* (GEE), con el fin de establecer la base del catastro digital agrícola de la Zona Norte de Cartago y contar con un sistema de información geográfica para la aplicación de tecnologías de alta precisión, como base del modelo de identificación de zonas productivas con cultivos de ciclo corto desarrollado en la Zona Norte de Cartago. Se generó una metodología de adquisición de datos utilizando sistemas de información geográfica y técnicas de aprendizaje automático (Random Forest), con buenos resultados de ajuste. Para la zona en estudio, es imperante que se reduzca la información afectada por nubosidad para hacer la clasificación de tierras de uso hortícola lo más precisa posible. La herramienta es replicable y constituye un apoyo en el éxito del plan para las etapas posteriores.

Keywords

Google Earth Engine; machine learning; GIS; irrigation; satellital imagery; digital farming.

Abstract

The National Plan for the Improvement of Productivity and Sustainability of the Agricultural Sector aims to be applied in a staggered manner to the entire country, under the name of AGRINNOVACION 4.0 to promote economic recovery and job creation after the COVID-19 pandemic. The objective of this work is to analyze geospatial information of the producers of the AGRINNOVACIÓN 4.0 program using the free *Google Earth Engine* (GEE) platform, in order to establish the base of the digital agricultural cadastre of the North Zone of Cartago and have a system of geographic information for the application of high-precision technologies, as a basis for the identification model of productive areas with short-cycle crops developed in the North Zone of Cartago. A data acquisition methodology was generated using geographic information systems and machine learning techniques (Random Forest), with good fitting results. For the area under study, it is imperative that the information affected by cloud cover be reduced to make the classification of lands for horticultural use as accurate as possible. The tool is replicable and constitutes a support in the success of the plan for the later stages.

Introducción

El 8 de mayo del año 2020, el Gobierno de la República de Costa Rica presentó el plan para impulsar la recuperación económica y la generación de empleo posterior a la pandemia del COVID-19. Las medidas específicas abarcan varias acciones, entre ellas la mejora de la productividad por medio de la apertura del Plan Nacional para el Mejoramiento de la Productividad y la Sostenibilidad del Sector Agrícola. El plan pretende ser aplicado a todo el país de manera escalonada, mediante herramientas de precisión y agregación de valor a la

agricultura bajo el nombre de AGRINNOVACION 4.0 [1]. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2021), indica que la incorporación de tecnologías del denominado paradigma 4.0. puede ayudar a agregar valor y diversificar la producción en el sector agroalimentario.

Se persigue la transformación tecnológica, productiva y rentable del sector productivo primario para insertarse en las cadenas de valor y salir de manera exitosa de los impactos generados por la pandemia del COVID-19, siguiendo el modelo que ha sido puesto a prueba en Tierra Blanca de Cartago, donde pequeños productores agrícolas usan tecnología de precisión, tales como sistemas de riego por goteo, sensores para medir humedad gravimétrica, temperatura y conductividad eléctrica, tensiómetros y lisímetros de succión de humedad, sensores volumétricos para cuantificar el consumo de agua, coberturas muertas o acolchados del suelo y manejo eficiente de la densidad de siembra, con el apoyo de la Escuela de Ingeniería Agrícola del TEC a las gestiones de la Agencia de Extensión Agrícola del MAG de Tierra Blanca.

El plan abarca tres áreas específicas; (1) la producción sostenible y agregación de valor por medio de la transformación de procesos productivos e industrialización de productos para generar nuevas alternativas con la incorporación de paquetes tecnológicos de producción y trazabilidad, (2) el desarrollo de herramientas geotecnológicas por medio de la aplicación de tecnologías de agricultura de precisión para el seguimiento, monitoreo, análisis de datos, alertas tempranas y sistemas para la vinculación comercial de los módulos productivos, y (3) la adaptación al cambio climático, por medio de la transformación de los módulos productivos mediante un modelo basado en agricultura de precisión que incorpore sistemas de riego, nutrición, protección y rendimiento, que a su vez incida en un aumento de la capacidad productiva y la resiliencia al cambio climático.

En Costa Rica, las principales áreas de cultivo de hortalizas se han centrado en el Valle Central, ubicado en el centro del territorio, a una altitud que oscila entre los 700 a los 2000 metros sobre el nivel del mar, considerada como una de las zonas de mayor producción agrícola, aportando un 80% de la producción de hortalizas a nivel nacional [3]. También, se ha evidenciado que las zonas tradicionales de cultivos hortícolas en el país han cambiado por otras actividades, como construcción residencial y el desarrollo comercial e industrial, desplazando la agricultura a terrenos en zonas marginales o con aptitudes de suelo y clima inconvenientes para los cultivos hortícolas [4].

El objetivo de este trabajo es analizar información geoespacial de los productores del programa AGRINNOVACIÓN 4.0 utilizando la plataforma gratuita *Google Earth Engine* (GEE), con el fin de establecer la base del catastro digital agrícola de la Zona Norte de Cartago y contar con un sistema de información geográfica para la aplicación de tecnologías de alta precisión, como base del modelo de identificación de zonas productivas con cultivos de ciclo corto desarrollado en la Zona Norte de Cartago.

Materiales y métodos

El área en estudio está ubicada en la provincia de Cartago en Costa Rica. Para la elaboración del catastro digital y el modelo de identificación de zonas productivas con cultivos de ciclo corto desarrollado en la Zona Norte de Cartago, el MAG aportó 21 planos de fincas pertenecientes productores participantes del programa AGRINNOVACIÓN 4.0, con el fin de para hacer una metodología replicable a otras zonas del país. Los planos catastro debían tener la ubicación geográfica y el derrotero respectivo (azimut o rumbo y distancia). La digitalización se llevó a cabo en el software libre QGIS 3.16, georreferenciado con el sistema de coordenadas Ocatepeque 1935/Costa Rica Norte ESPG:5456.

Se realizó la descarga del reporte de Área y Producción [5], considerando registros de área y producción entre los años 2009 y 2019, ubicados en la Región Central Oriental en los cantones Cartago y Oreamuno (cantones donde se ubican los planos digitalizados). Se consideraron todos los productos agrícolas, para los que posteriormente, se calculó el rendimiento en toneladas por hectáreas.

Se requirió información de índices de vegetación representativos en la región y dentro de los planos catastro delimitados, para lo que se utilizó la plataforma GEE para una serie de tiempo definida desde el 01/01/2000 al 31/12/2020. La figura 1 muestra un diagrama de funcionamiento del código de programación utilizado. La plataforma permite el uso de una interface de programación para elaborar y ejecutar algoritmos personalizados [6].

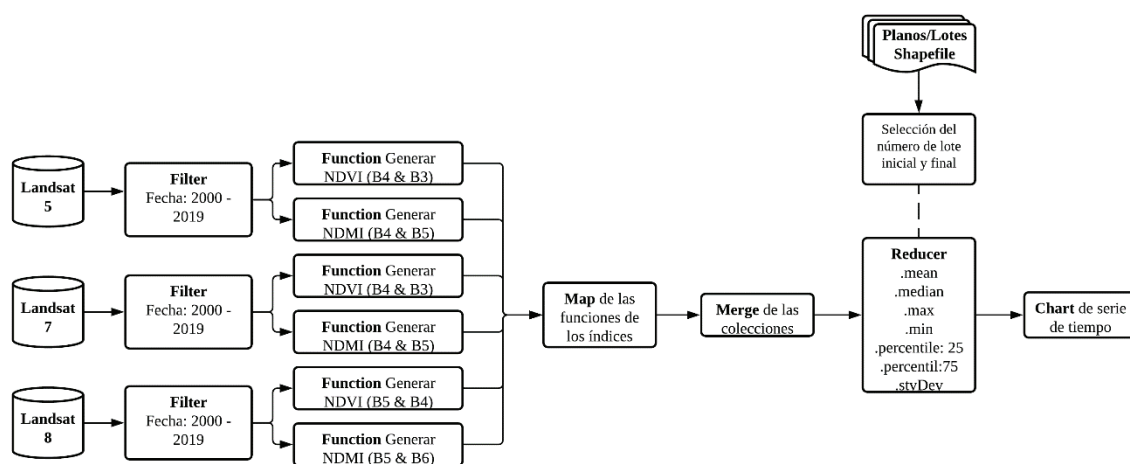


Figura 1. Diagrama de flujo del código de GEE para la descarga de los índices de vegetación y humedad.

Se realizó la descarga de datos de precipitación y temperatura de GEE mediante cuadrantes entre las fechas 01/01/2002 y 12/31/2019 (figura 2), los cuales fueron cargados al “Asset Manager” de la plataforma. Las bases de datos utilizadas son “CHIRPS Daily: Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station Data” y “ERA5 Daily aggregates – Latest climate reanalysis produce by ECMWF/Copernicus Climate Change Service”, de la cual se seleccionaron las bandas de temperatura promedio, mínima y máxima.

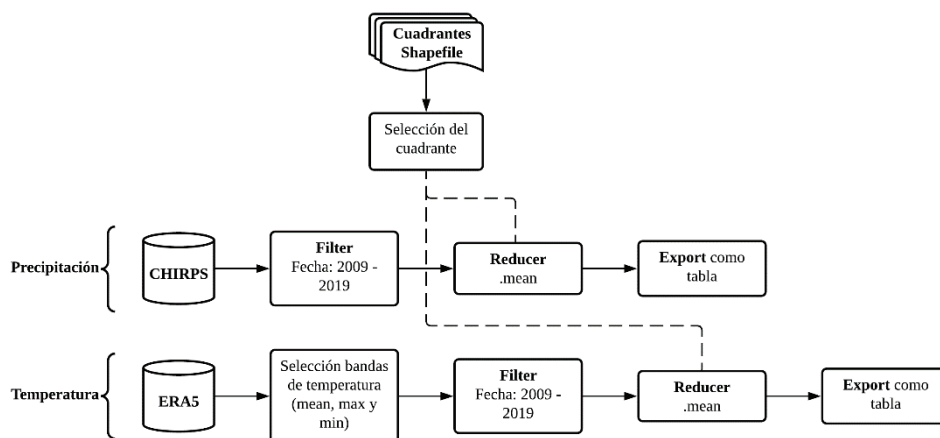


Figura 2. Diagrama de flujo del código de GEE para la descarga de datos de precipitación y temperatura.

En la figura 3 se muestra un diagrama de flujo del código elaborado para obtener como una clasificación precisa de las áreas de producción de cultivos de ciclo corto en el sitio.

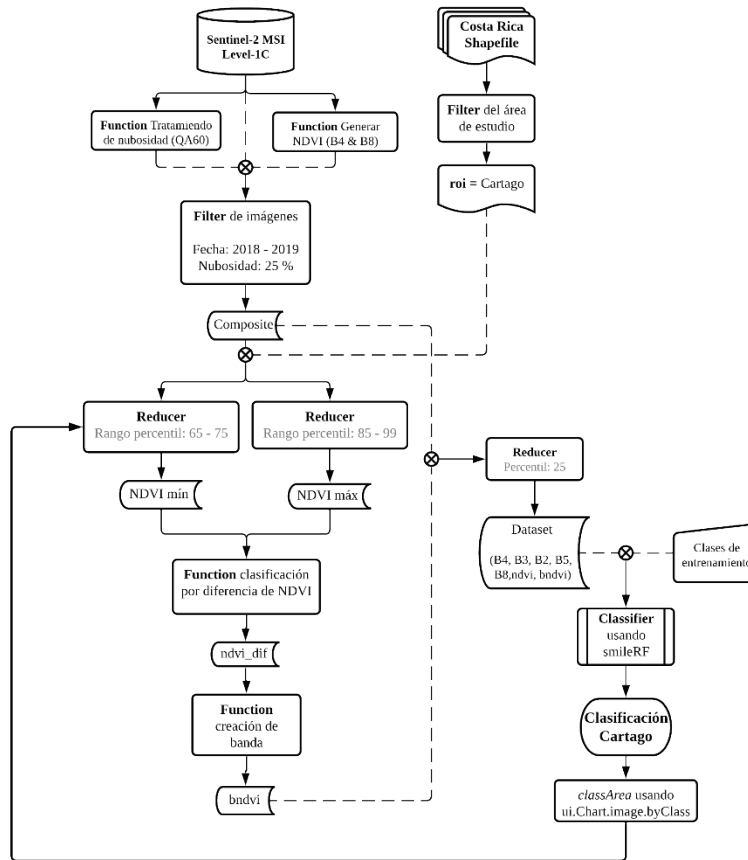


Figura 3. Diagrama de flujo del código del clasificador en GEE.

Delimitación del área de estudio

Se obtuvo a partir de la capa de datos de provincias en el Atlas digital de Costa Rica 2014, cargada en el “*Asset Manager*” de GEE. Se aplicó un filtro a la capa y se seleccionó la provincia de Cartago (aproximadamente 3 092 km²).

Función de enmascarado

A partir de la colección de “*Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-1C*” disponible en los catálogos de GEE, se utilizó la banda QA60 para la eliminación de nubes espesas y cirrus en las imágenes.

Función NDVI

Se determinó el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), según la ecuación 1 y las bandas mostradas en el cuadro 1.

$$NDVI = \frac{NIR-R}{NIR+R} \quad (\text{ecuación 1})$$

Donde NIR son los valores de reflectancia medidos por las bandas del infrarrojo cercano y R los valores de reflectancia medidos por las bandas rojas.

Cuadro 1. Bandas espectrales de Sentinel-2.

Banda	Descripción	Longitud de la onda central (µm)	Resolución (m)
B1	Coastal Aerosol	0,443	60
B2	Blue	0,490	10
B3	Green	0,560	10
B4	Red	0,665	10
B5	Vegetation Red Edge	0,705	20
B6	Vegetation Red Edge	0,740	20
B7	Vegetation Red Edge	0,783	20
B8	NIR	0,842	10
B8A	Narrow NIR	0,865	20
B9	Water Vapor	0,945	60
B10	SWIR – Cirrus	1,375	60
B11	SWIR	1,610	20
B12	SWIR	2,190	20

Fuente: [7]

Filtración de imágenes

Se realizaron dos filtraciones de la colección de datos del satélite “*Sentinel-2 MSI Level-1C*”, por rango de fechas (de 01/01/2018 a 31/12/2019) y por medio de un filtro de nubosidad correspondiente a un 25%. A lo anterior fueron añadidas las funciones del enmascarado y NDVI, para generar una variable que almacenara los datos llamada “*Composite*”.

Producto: Banda de diferencia de NDVIs

Se incorporó una banda de la sustracción entre el NDVI máximo y el NDVI mínimo, para utilizarlas posteriormente en la clasificación del área de estudio para relacionar el cultivo de estudio con el índice de vegetación, debido a que en los cultivos de ciclo corto existe una alta variación estacional durante el año. Para iniciar la ejecución de la herramienta, los rangos de percentiles definidos fueron de 85 a 99 para el NDVI máximo y 65 a 75 para el NDVI mínimo. A partir de estos resultados, se creó una función de reclasificación por diferencia de NDVI para este estudio. Si la diferencia era mayor a 0,15 se clasificó como cultivos agrícolas, posteriormente el resultado de esta función fue convertido a banda, con el nombre de “*bndvi*”.

Clasificación del área de estudio

El “*bndvi*” fue agregado al conjunto de bandas del “*Composite*”, para posteriormente ser sometido a un reductor. Como el caso del “*Composite*” es una multibanda, GEE replica automáticamente el reductor y lo aplica a cada una, así el percentil definido en primera instancia fue el 25. De este modo, se obtuvo como producto el “*Dataset*”, el cual tiene el mismo número de bandas que la imagen de entrada, cada banda con su reducción.

La clase de entrenamiento de los datos, se realizó manualmente por medio de las herramientas de geometría disponibles en el editor de códigos de GEE para tres clases: forestal, agrícola y otro con 88, 99 y 203 geometrías respectivamente. Para crear los polígonos y colocar los puntos de entrenamiento de las distintas clases, se recurrió a la visualización de la imagen “*Composite*”, las capas de NDVI máximo y NDVI mínimo, así como de la capa de diferencia entre NDVIs. Se utilizó la herramienta “*inspector*” de la interfaz de programación para determinar detalladamente las geometrías. Luego, se realizó una clasificación supervisada del uso del suelo utilizando “*Random Forest*”, a partir del “*Dataset*” (se definieron las bandas a utilizar: B4, B5, B2, B5, B8, ndvi y bdnvi) y las clases de entrenamiento.

Evaluación de precisión

Se evaluó la precisión de la validación de la en la plataforma GEE, por medio de la aplicación de técnicas de aprendizaje automático, para lo que se utilizó una relación del 70-30 de los datos para entrenamiento y validación respectivamente para evaluar la precisión de la imagen clasificada. Finalmente, se determinó la matriz de confusión y el valor de precisión utilizando Kappa.

Calibración y validación

Una vez obtenida la clasificación con su respectiva evaluación de precisión, se calibró y validó la herramienta metodológica. Para ambos se comparó el área clasificada como cultivos de ciclo corto con un área de esta misma clase digitalizada de forma manual (valor observado) en un polígono característico de la región. El proceso de calibración específicamente tuvo el ajuste de tres parámetros del código en un orden específico los cuales fueron:

1. Rango de percentiles para determinación del NDVI mínimo
2. Rango de percentiles para determinación del NDVI máximo
3. Reductor para la obtención del producto “*Dataset*”

Para cada uno de estos parámetros se llevó a cabo pruebas estadísticas para identificar el rango de percentiles (1 y 2) y el percentil (3) con el que se obtenía la menor diferencia de área agrícola, específicamente de cultivos de ciclo corto, entre el dato observado y el obtenido con la herramienta. La validación se realizó una vez calibrada la herramienta, pero tomando un área distinta de estudio para lo que se obtuvo el área de los píxeles representados por cada clase de estudio al utilizar la herramienta de clasificación, por un medio gráfico en el cual se pueden exportar las mediciones como formato de valores separados por comas (.csv) y otro numérico el cuál es impreso en la ventana “*Console*” de la plataforma GEE. Ambos fueron empatados en su resultado para la decisión de definir los valores a cada calibración y validación general. Los resultados parciales se muestran como ejemplos de la ejecución de esta metodología en el siguiente apartado.

Resultados

Los planos digitalizados a nivel cantonal y distrital se muestran en las figuras 4 y 5, así como la ubicación de las subcuencas y la estación meteorológica más cercana a los planos que es la estación del Sanatorio Durán en la figura 6.

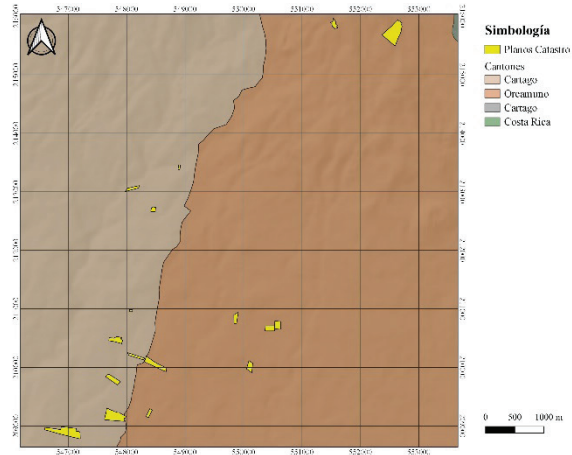


Figura 4. Mapa de la ubicación de los planos digitalizados por cantón.

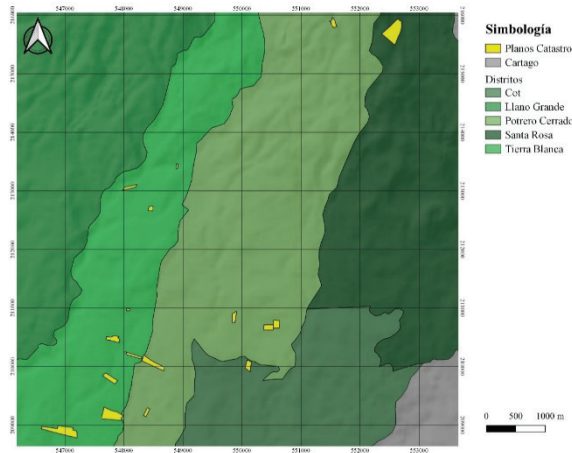


Figura 5. Mapa de la ubicación de los planos digitalizados por distrito.

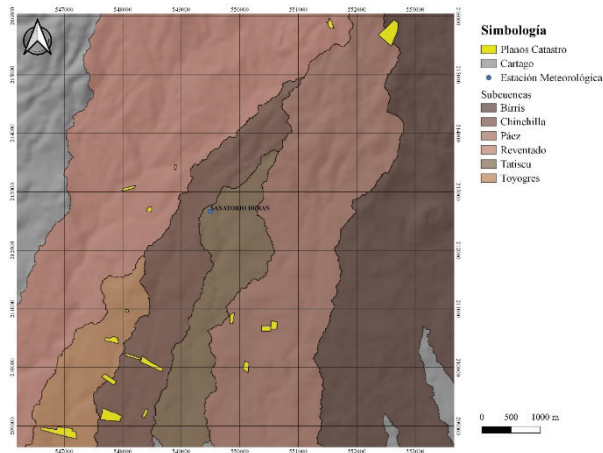


Figura 6. Mapa de la ubicación de los planos digitalizados en las distintas subcuencas y estación meteorológica.

La figura 7 muestra el mapa de los planos digitalizados del MAG con la distribución de la precipitación acumulada anual (obtenida a partir de la información de los seis cuadrantes), donde la precipitación más baja es de 1645,7 mm (del cuadrante sur) y la máxima es de 2244,6 mm (del cuadrante noroeste). Esta información es relevante para complementar la planificación del riego según el balance hídrico de la zona de ubicación de las fincas.

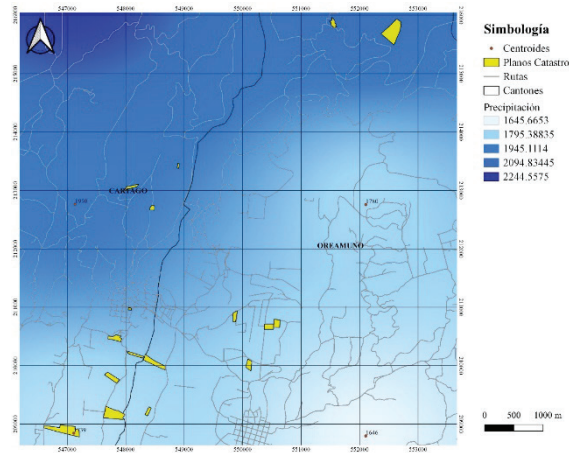


Figura 7. Mapa de la ubicación de los planos digitalizados y la distribución de precipitación

Clasificador en Google Earth Engine

Se muestran diferentes zonas de la Zona Norte de Cartago como ejemplo de la herramienta de clasificación de zonas de cultivos de ciclo corto. Las distintas pruebas de calibración para cada parámetro del código de clasificación, indicaron que el percentil 35 posee el menor valor de diferencia entre áreas agrícolas de cultivos de ciclo de corto (cuadro 2).

Cuadro 2. Resultados de los parámetros de calibración.

Parámetro	Rango de percentiles del NDVI mín	Rango de percentiles del NDVI máx	Percentil del reductor del "Dataset"
Valor de calibración con mejores resultados	25 - 75	85 - 99	35

A su vez, la clasificación de área de calibración mediante la digitalización (manual) y la herramienta calibrada con los parámetros del cuadro 2, se muestran en la figura 8, donde la diferencia de área agrícola de cultivos de ciclo corto entre ellas es de 0,1038 Ha, es decir un 0,35%.

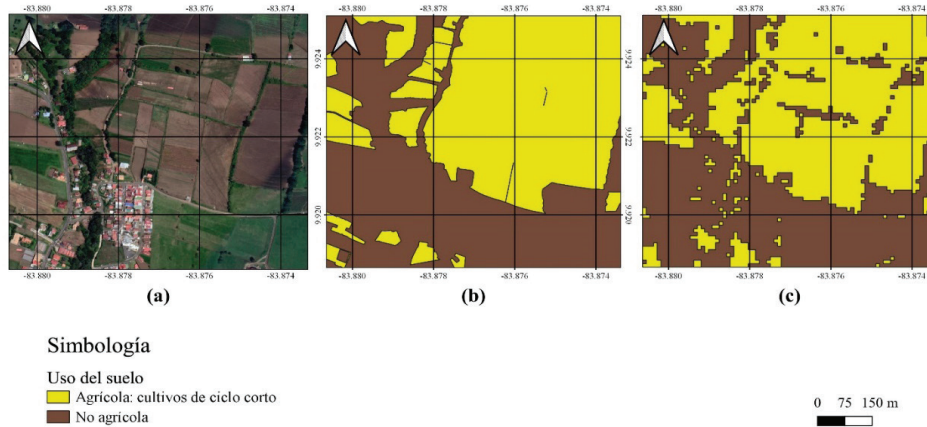


Figura 8. Mapa de clasificación del área de calibración en Potrero Cerrado de Oreamuno: (a) imagen satelital, (b) clasificación manual y (c) clasificación de la herramienta de GEE.

Validación

La figura 9 muestra los resultados de la validación una vez que la herramienta fue calibrada, en ella se observa la clasificación del área de validación con la digitalización (manual) y la herramienta, en este caso entre ellas se obtuvo una diferencia de área agrícola de cultivos de ciclo corto de 0,4810 Ha, lo que corresponde a una variación del 1,92%.

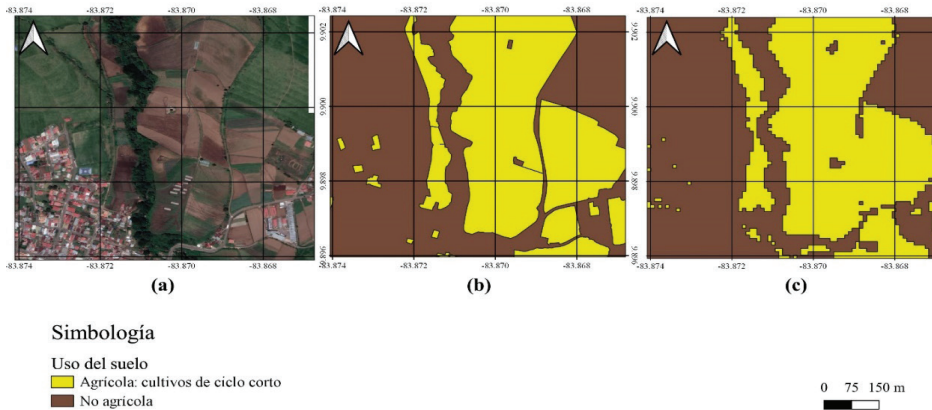


Figura 9. Mapa de clasificación del área de validación en Cot de Oreamuno: (a) imagen satelital, (b) clasificación manual y (c) clasificación de la herramienta de GEE.

Imagen Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-1C

El producto de los procesos de calibración y validación es una imagen satelital (figura 10) compuesta por una serie de bandas reducidas en su colección según los parámetros definidos previamente y delimitada al nivel del área de estudio para la clasificación (Provincia de Cartago). La misma para efectos de visualización, se muestra en color verdadero al combinar las bandas B4_p35, B3_p35 y B2_p35.

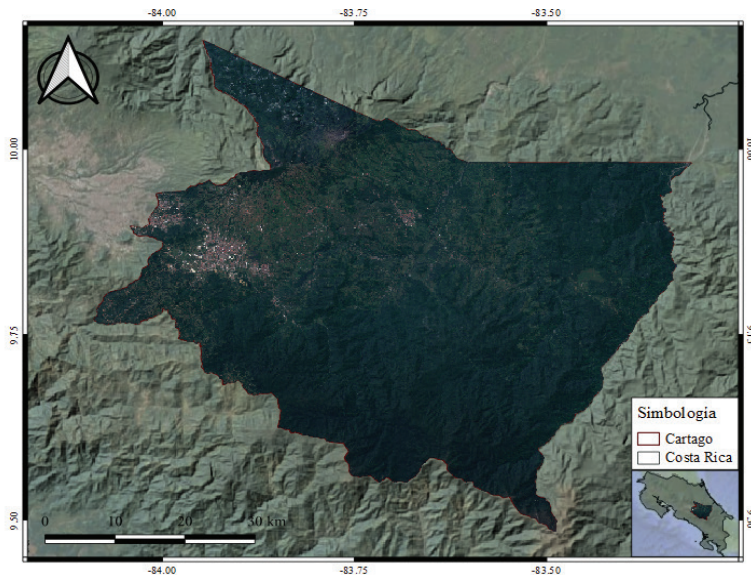


Figura 10. Mapa de imagen satelital de la colección Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-1C utilizada para la clasificación de cultivos de ciclo corto.

Productos NDVI

La obtención de la banda de diferencias de NDVI fue precedida por las capas del NDVI máximo y NDVI mínimo (figuras 11 y 12), donde se igualaron a una misma escala, tomando valores de 0 a 1 por píxel con el fin de identificar mejor la variación que tenían ambas. Se evidencia los cambios de la imagen en el periodo de estudio, principalmente en las zonas que rodean a la ciudad de Cartago y sectores rurales en la zona norte, ya que por factor característico de la provincia estas son donde se encuentran la mayor parte de áreas destinadas a la producción agrícola.

En el mapa (figura 13) se nota en el este de la provincia de Cartago, la mayor área de la vegetación robusta o bosque, que caracteriza el cantón de Turrialba, está tomando valores intermedios en el índice de vegetación, lo cual ocasiona con respecto al NDVI máximo una diferencia muy amplia que pueda ser interpretada como un área de cultivos de ciclo corto donde verdaderamente no lo es, en la práctica esto sería atribuido a la presencia de una condición de nubosidad muy representativa que resulta adversa de corregir en su totalidad primero a través de la función del enmascarado y luego con el reductor de la colección. Es así como en la figura 9 se termina de confirmar este comportamiento que debe ser considerado para cumplir con los objetivos de la herramienta.

La banda de diferencia de NDVI delimita e identifica las parcelas agrícolas con respecto a otros usos de suelo que las rodean en distritos como Tierra Blanca, Potrero Cerrado y Cot de Cartago (figura 14). Utilizando una escala de 0,03 a 0,15 para visualizar, son el límite inferior junto a valores intermedios utilizados para describir aquellas áreas que presentan diferencias muy bajas como la vegetación robusta de bosques y pastos o por otra parte áreas que se mantienen constantes como sectores urbanísticos, rurales, plásticos y red vial. El límite superior fue en cambio el valor con que se describe a las áreas de cultivos de ciclo de corto en la provincia, y que se resulta como se ha descrito de la diferencia entre las capas de la figura 11 y figura 12.

La herramienta es replicable a cualquier zona para clasificar uso de suelos, lo que permite hacer estimaciones de áreas bajo riego de precisión, rendimiento de la producción, monitoreo del manejo por parte del programa AGRINOVACIÓN y brinda una base de información visible que puede ser accesada en tiempo real con capas de información posteriores, siempre que se obtenga información fidedigna por parte de autoridades y productores.

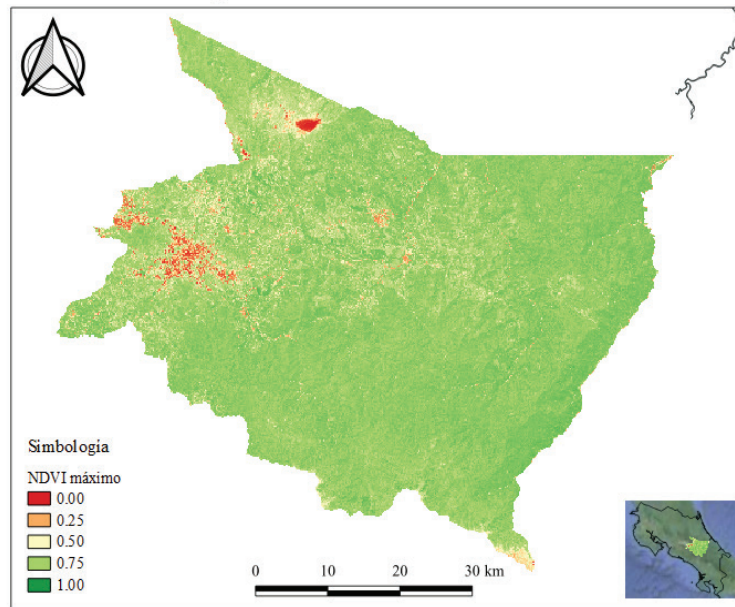


Figura 11. Mapa del máximo NDVI en el área de estudio.

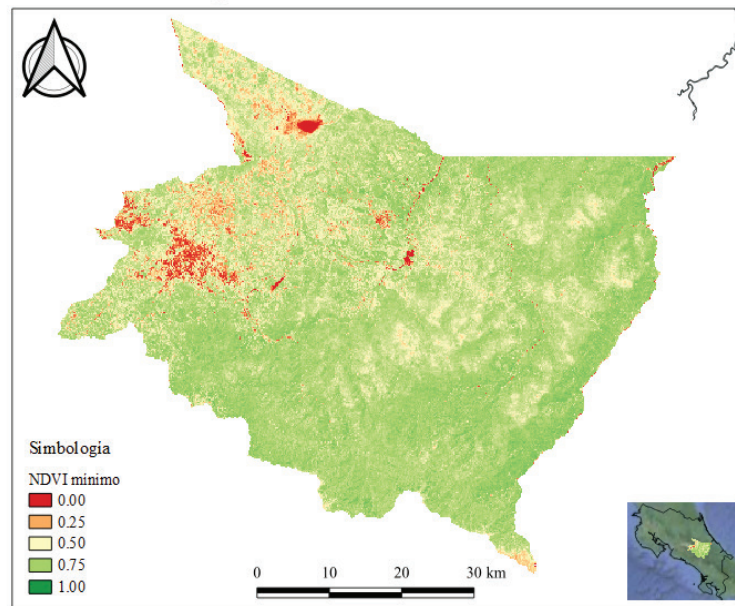


Figura 12. Mapa del mínimo NDVI en el área de estudio.

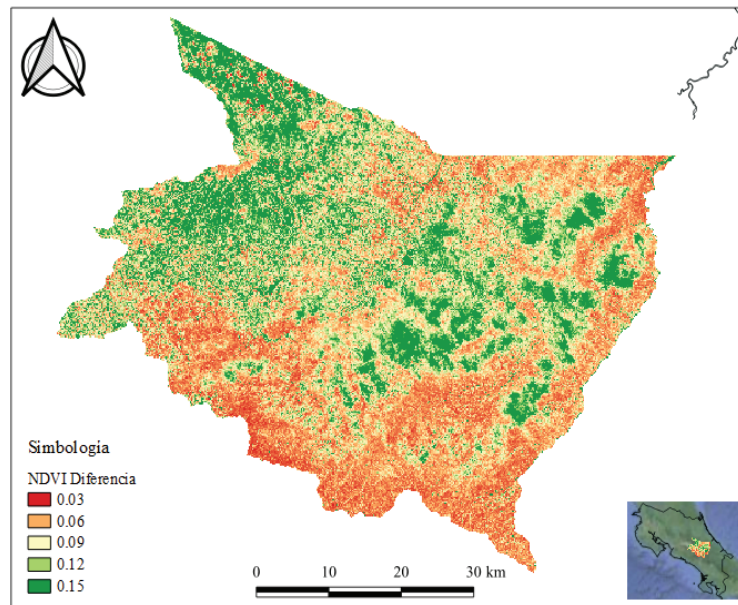


Figura 13. Mapa de diferencias del NDVI en el área de estudio.

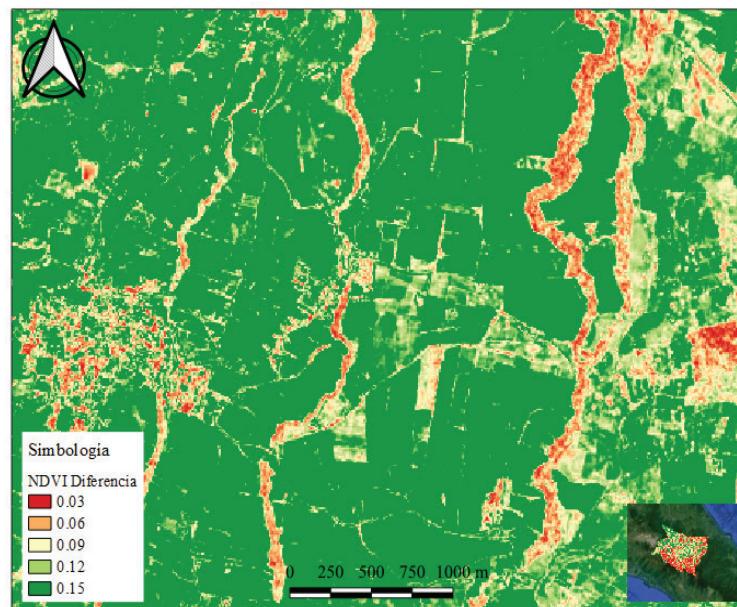


Figura 14. Mapa de diferencias del NDVI a un nivel distrital en el área de estudio.

Conclusiones

Para evitar que alguna área sea interpretada como un área de cultivos de ciclo corto donde no lo es, se debe corregir en su totalidad la nubosidad a través de la función del enmascarado y luego con el reductor de la colección. Las diferentes validaciones confirman este comportamiento que debe ser considerado para cumplir con los objetivos de la herramienta.

La banda de diferencia de NDVI delimita e identifica las parcelas agrícolas con respecto a otros usos de suelo en las zonas de Tierra Blanca, Potrero Cerrado y Cot de Cartago, por lo que se requiere utilizar una escala de 0,03 a 0,15 para visualizar y describir aquellas áreas que

presentan diferencias muy bajas como la vegetación robusta de bosques y pastos o por otra parte áreas que se mantienen constantes como sectores urbanísticos, rurales, plásticos y red vial.

La herramienta es replicable a cualquier zona para clasificar cultivos, lo que permite hacer estimaciones y presupuestos de áreas bajo riego de precisión, rendimiento de la producción, monitoreo del manejo por parte del programa AGRIINNOVACIÓN y brinda una base de información visible que puede ser accesada en tiempo real con capas de información posteriores.

Agradecimientos

A la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del Instituto Tecnológico de Costa Rica, a la Agencia de extensión del Ministerio de Agricultura y Ganadería y a la Oficina de Equidad de Género por reconocer el aporte de las investigadoras de este proyecto en conmemoración del día de la mujer 2021.

Referencias

- [1] MAG, "Comunicado de Prensa AGROINNOVACIÓN 4.0," 2021. [Online]. Available: <https://www.presidencia.go.cr/comunicados/2020/05/con-una-inversion-de-4-267-millones-gobierno-impulsa-programa-de-alta-tecnologia-para-sector-agroproductivo/>.
- [2] Comisión Económica para América latina y el Caribe, "Agro 4.0," 2021. [Online]. Available: <https://www.cepal.org/es/proyectos/agro-40-0>.
- [3] J. Gaitán-Álvarez, "Evaluación de erosión hídrica en suelos bajo cobertura forestal y agrícola, en la Cuenca del Río Reventazón, Costa Rica," Instituto Tecnológico de Costa Rica., 2013.
- [4] C. Ramírez Vargas and J. Nienhuis, "Cultivo protegido de hortalizas en Costa Rica," *Rev. Technol. en Marcha*, vol. 25, no. 2, p. 10, Aug. 2012, doi: 10.18845/tm.v25i2.303.
- [5] Instituto Nacional de Estadística y Censos, "Encuesta Nacional Agropecuaria 2019: Resultados Generales de la Actividad Agrícola y Forestal." 2020.
- [6] J. Padarian, B. Minasny, and A. B. McBratney, "Using Google's cloud-based platform for digital soil mapping," *Comput. Geosci.*, vol. 83, pp. 80–88, Oct. 2015, doi: 10.1016/j.cageo.2015.06.023.
- [7] H. Zhang, J. Kang, X. Xu, and L. Zhang, "Assessing the temporal and spectral features in crop type mapping using multi-temporal Sentinel-2 imagery: A case study of Yi'an County, Heilongjiang province, China," *Comput. Electron. Agric.*, vol. 176, p. 105618, Sep. 2020, doi: 10.1016/j.compag.2020.105618.

Impacto de la promoción del lavado de manos en la incidencia de diarreas, en tiempos de pandemias por virus respiratorios en Costa Rica

Handwashing promotion impact on the incidence of diarrhoea during pandemic times due to respiratory viruses in Costa Rica

Darner A. Mora-Alvarado¹, Pablo César Rivera-Navarro²,
Carlos F. Portuguez-Barquero³

Mora-Alvarado, D.A; Rivera-Navarro, P.C; Portuguez-Barquero, C.F. Impacto de la promoción del lavado de manos en la incidencia de diarreas, en tiempos de pandemias por virus respiratorios en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*. Vol. 35, especial COVID-19. Mayo 2022. Pág. 59-68.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.5700>



- 1 Microbiólogo y Químico Clínico/ Máster en Salud Pública. Director del Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica. Correo electrónico: dmora@aya.go.cr
- 2 Microbiólogo y Químico Clínico. Funcionario del Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica. Correo electrónico: privera@aya.go.cr
- 3 Gestor Ambiental. Funcionario del Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica. Correo electrónico: fportuguez@aya.go.cr

Palabras clave

Diarrea; higiene; incidencia; lavado de manos.

Resumen

Se analiza el impacto de la higiene, o lavado de manos con agua potable y jabón, sobre las tasas anuales de incidencia de enfermedades diarreicas agudas (EDA), en tiempos de pandemias respiratorias causadas por el virus “AH1N1” en 2009 y el coronavirus “SARS-CoV-2” en el 2020. Se analizaron las tasas de incidencia de diarreas por 100.000 habitantes entre los años 2007 a 2020; aunado a esto, se identificaron las acciones de promoción de la higiene y lavado de manos, y se recolectaron las estimaciones de cobertura con agua para consumo humano por cañería, y la cobertura de población con agua de calidad potable. Los resultados indican que la promoción de la higiene y lavado de manos, utilizando agua potable y jabón, ha disminuido las tasas de incidencia de EDA/100.000 habitantes entre 2009 y 2020, alcanzando 56% en el periodo de la crisis sanitaria por “COVID-19”. Aunque la excelente cobertura con agua potable del país es fundamental para el lavado de manos, esta debe complementarse con la educación de la población, mediante acciones o programas de promoción de la higiene no se observan reducciones significativas en las incidencias de diarreas en los años después o antes de las respectivas pandemias. En conclusión, para reducir las enfermedades respiratorias y entéricas es fundamental la promoción de la higiene y el lavado de manos en forma persistente, tanto en años con o sin crisis sanitaria, es decir convertir el hábito de lavado de manos como una cultura en Costa Rica.

Keywords

Diarrhoea; hygiene; incidence; handwashing.

Abstract

The present study analysed the impact of hygiene and handwashing with potable drinking water and soap on the incidence of acute diarrhoea diseases (ADD) during pandemic times due to respiratory viruses AH1N1 (2009) and SARS-CoV-2 (2019). In this appraisal, we have reviewed the incidence rate of diarrhoea per 100 000 population from 2017 to 2020. Additionally, we have identified the strategies of the handwashing and hygiene promotion during the pandemics, and we have gathered data on drinking water coverage. Results showed that promoting hygiene and handwashing with drinking water and soap has reduced the incidence rate of ADD/100 000 population during 2009 and 2020 reaching 56% of reduction during the sanitary crisis cause by COVID-19. Even though an extensive drinking water coverage throughout the country is crucial for proper handwashing, educating people is needed to significantly reduce the incidence rate of diarrhoea. In conclusion, promoting hygiene and handwashing persistently is fundamental to minimise respiratory and enteric diseases.

Introducción

La pandemia de la mal denominada “Gripe Española”, ocurrida entre los años 1918 y 1920, dejó grandes enseñanzas sanitarias en los países afectados [1]. El virus ingresó a Costa Rica por el puerto de Limón en 1920, a través de personas extranjeras portadoras [2]. Entre las medidas sanitarias adoptadas en el momento se puede citar la construcción de acueductos, la limpieza de espacios sanitarios y habitaciones, la promoción del lavado de manos con agua y jabón, pero sobre todo la creación de las “Juntas de Caridad”; todo esto se realizó entre los años 1920

y 1924, bajo el liderazgo del Dr. Solón Núñez en la administración del presidente Julio Acosta, al amparo de la fundación de la “Secretaría de Higiene y de Salud Pública”, predecesora del actual “Ministerio de Salud Pública”.

Para ese entonces una de las principales causas de muerte entre la población de Costa Rica eran las diarreas, con una tasa de 337,4 por 100.000 habitantes [3], dato que se mantuvo oscilante hasta 1964. En 1961, mediante la Ley 2726 [4] se crea el “Servicio Nacional de Acueductos y Alcantarillados” (SNAA), el cual dio inicio con la ampliación de cobertura con agua por cañería; con esto, aunado al acceso a la educación y el saneamiento, el país pasó de una tasa de 1.493/100.000 en 1920 a 1,8/100.000 habitantes en 2019 [5]. No obstante; este importante descenso en la mortalidad por diarreas, el número de casos, o morbilidad, de esta enfermedad se sigue presentando en nuestra nación, aunque con tasas de incidencia relativamente bajas, que significan entre el 60% y 80% de las consultas pediátricas anuales [6]. Esto indica que hemos sido exitosos atendiendo la enfermedad, pero no así en su prevención.

Por otra parte, durante lo que llevamos del Siglo XXI se han presentado dos crisis sanitarias; la primera de “Influenza A” en el 2009, provocadas por los virus respiratorios “AH1N1” [7], y la segunda en el 2020 con la actual pandemia, o sindemia, por “COVID-19”, causada por el coronavirus “SARS-CoV-2” [8, 9, 10]. En ambas crisis el lavado de manos con agua potable y jabón, el distanciamiento físico y el uso de mascarillas [11, 12, 13] han evitado en gran medida el contagio con el agente etiológico.

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo analizar el impacto de la promoción de la higiene y el lavado de manos con agua potable y jabón, en la incidencia de las tasas de diarreas por 100.000 habitantes (TD/100.000 hab.) en Costa Rica, comparando los años con y sin pandemias, con el propósito de fomentar el lavado de manos como un hábito o cultura, con la intención de proteger la salud pública del país.

Metodología

Antes de iniciar con la metodología, es importante aclarar que la enfermedad diarreica aguda (EDA) consiste en la disposición diaria de dos o más heces sueltas o líquidas [14, 15]. Estos episodios pueden ser causados por contaminación con gérmenes a través de alimentos o agua [16], parásitos como protozoarios [17], medicamentos como antibióticos y antiácidos a base de magnesio [18], además de cierto tipo de drogas para el combate de diferentes tipos de cáncer [19].

Los pasos aplicados en la metodología fueron:

Recolección de datos de las tasas de incidencias de diarreas

Los datos de las TD/100.000 hab para los años 2007 y 2020 se obtuvieron de la Dirección de Vigilancia de la Salud del Ministerio de Salud 2020 [20], mientras que para los periodos 2007 y 2008 se utilizó el “Análisis de Situación de Salud en Costa Rica del 2014” [21].

Recolección de datos de cobertura y calidad de agua para Consumo Humano de Costa Rica: 2007-2020

Los datos sobre el suministro de agua para consumo humano (ACH) abastecida por cañería y las coberturas con agua de calidad potable, se obtuvieron del Programa de Vigilancia y Control de Calidad del Agua del Laboratorio Nacional de Aguas [22].

Identificación de las campañas de promoción de la higiene

Las fuentes de datos de las campañas de promoción de la higiene y lavado de manos de los años pre-pandemia, pandemia y post-pandemia, fueron la Caja Costarricense del Seguro Social, el Ministerio de Salud y el AyA [23, 24, 25].

Asociación entre las tasas de incidencia y la cobertura de agua por cañería y agua de calidad potable

Con los datos de cobertura con agua por cañería, agua de calidad potable y los datos de TD/100.000 hab. para el periodo 2007 a 2020, se realiza un “Análisis de Correlación Lineal” de Pearson, con el propósito de observar si existe o no asociación entre estas tres variables.

Percepción por gráficos de la importancia de la promoción de la higiene en el comportamiento de las tasas anuales de incidencia de diarreas

Con el propósito de observar el comportamiento anual de la TD/100.000 hab., en años con y sin pandemia, se elabora un gráfico que compara las variables de coberturas con agua suministrada por cañería y agua potable por años, en el periodo 2007 al 2020.

Resultados

Datos de diarreas y coberturas de agua para consumo humano

El cuadro 1 resume los datos indicados en los puntos 2.1 y 2.2 de la metodología, sobre la incidencia de las TD/100.000 hab, la cobertura de agua suministrada por cañería y la cobertura con agua de calidad potable, para los años comprendidos entre el 2007 y 2020.

Cuadro 1. Datos de tasas de incidencia de diarreas y Cobertura de agua suministrada por cañería y de calidad potable 2007-2020 en Costa Rica.

Año	Agua por cañería %	Agua potable %	Tasa/1,000 incidencia de diarrea
2007	94,3	82,0	5.051,6
2008	95,6	83,4	3.270,9
2009	98,0	87,3	4.022,1
2010	98,7	89,5	5.461,1
2011	98,1	90,1	6.346,5
2012	98,2	92,2	6.439,5
2013	98,4	92,8	7.161,3
2014	99,5	93,0	6.686,9
2015	99,4	91,2	6.162,4
2016	99,5	91,8	5.955,7
2017	99,6	93,9	5.336,6
2018	99,6	92,4	5.028,5
2019	99,6	93,0	5.806,8
2020	98,8	93,5	2.542,4

Fuente: Ministerio de Salud y Laboratorio Nacional de Aguas.

Identificación de campañas de “Promoción de la Higiene”

En el cuadro 2 se presentan las acciones sobre promoción de la higiene y lavado de manos, realizadas por el Ministerio de Salud, la CCSS y el AyA, en el periodo de estudio de 2007 al 2020.

Cuadro 2. Acciones de Promoción de la higiene y lavado de manos con agua y jabón: periodo 2007-2020.

Años	Actividades de promoción de la higiene y el lavado de manos	Institución
2007	Memoria Institucional 2006-2007	MS
2008	Reporte sobre lavado de manos-BINASS y Día Mundial de Lavado de Manos	CCSS y GHP
2009	Influenza A H1N1: un riesgo global-Ada Medina Costarricense y Campañas de divulgación de MS, CCSS y AyA.	MS, CCSS, AyA
2010	Encuesta de lavado de manos-Arce Espinoza-UNED	CCSS
2011	Reporte sobre lavado de manos y enfermedades- BINASS Creación de la Categoría Salud Comunitaria del PBAE	CCSS PBAE
2012	Protocolo de estornudo y lavado de manos	CCSS
2013	OPS/OMS. Día Mundial de Lavado de manos	OPS/OMS
2014	OMS pone de ejemplo a Costa Rica en tema de higiene de lavado de manos	CCSS
2015	Promoción del lavado de manos-OMS	OMS
2016	Ministerio de Salud Informa que el alcohol en gel no sustituye el lavado de manos	MS
2017	CCSS y MEP reforzarán estrategia de lavado de manos	MS, MEP
2018	El Ministerio de Salud hace un llamado al lavado de manos. Relanzamiento de la Categoría Salud Comunitaria	MS AyA
2019	Día Mundial del Lavado de Manos 2019 en Familia Reactivación de la Categoría Salud Comunitaria	OMS/OPS PBAE
2020	Intensa divulgación de lavado de manos con agua y jabón. Categoría de Promoción de la Higiene-PBAE Reactivación de la Categoría Salud Comunitaria	MS, CCSS, AyA- PBAE AyA

Correlación de coberturas de agua e incidencia de diarreas

El cuadro 3 muestra los cálculos de Correlación Lineal entre los porcentajes de cobertura con agua por cañería y agua potable, con las TD/100.000 hab mL del periodo 2007 al 2020.

Cuadro 3. Correlación Lineal entre los Porcentajes de Cobertura con Agua por Cañería y Agua Potable y la Tasa/100.000 hab. de Incidencia de Diarrea Periodo 2007-2020.

VARIABLE	A.C.H.	A.P.	TD/100.000
A.C.H.	1.00		
A.P.	0.92	1.00	
T.I.D./1,000	0.33	0.37	1.00

C.H. = consumo humano. P. = potable. T.I.D./100.0000.

Promoción de la higiene en el lavado de manos

En la figura 1 se observa la TD/100.000 hab. anuales del periodo 2007 al 2020, incluidos los años 2009 y 2020 en que se presentaron las pandemias por influenza “AH1N1” y “COVID-19”, respectivamente.

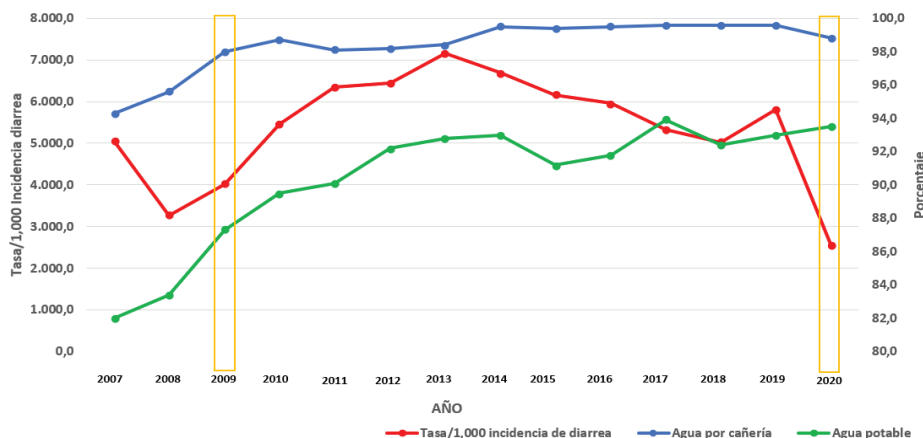


Figura 1. Porcentaje de agua por cañería y agua potable vs TASA/1.000 de incidencia por diarrea. Nota: * años de Pandemia

Análisis, conclusiones y recomendaciones

Coberturas de agua e incidencia y de TD/100.000 hab. en Costa Rica

En el cuadro 1 se presenta las coberturas de agua suministrada por cañería, la población cubierta con agua de calidad potable y las TD/100.000 hab., para los años 2007 al 2020. Los resultados muestran el avance en la cobertura de ACH, específicamente en el acceso a agua de calidad potable, la cual pasó de 82,0% en el 2007 a 93,5% en el 2020 de población cubierta, lo que ubica a Costa Rica entre los primeros países del mundo. En el periodo de la pandemia de la “Influenza A” (2009), la cobertura con agua potable del país era de 87,3%, y a partir de ese año continuó subiendo paulatinamente hasta alcanzar el mencionado 93,5% en el 2020, alcanzando el punto más alto en el 2017 con 93,9% de cobertura. Por otro lado, al observar el comportamiento de las TD/100.000 hab, se aprecia que para los años 2008 y 2009 se produjo un bajonazo a 3.270,9 y 4.002,1, respectivamente, con respecto al valor del 2007 de 5.051,6, para luego incrementarse a 5.461,1 en el 2010, y alcanza 7.161,3 en el 2013, para declinar de nuevo el valor a 5.028,5 en el 2018 y 5.806,8 en el 2019, que fueron los años que precedieron a la actual pandemia por “COVID-19”.

Por último, en el año pandémico del 2020, gracias al fomento del lavado de manos con agua potable y jabón, la incidencia de TD/100.000 hab. bajó a 2.542,4, lo que refleja una declinación de 56% con respecto al 2019.

Identificación de acciones de promoción de la higiene por años: 2007-2020

En el cuadro 2 se presenta la identificación de acciones de higiene y lavado de manos. Se observa que en los años 2007 y 2008 la entonces Ministra de Salud, Dra. María Luisa Ávila, impulsó con persistencia la higiene y el lavado de manos [26], y además se celebró el “Día Mundial del Lavado de Manos” [27]. En el 2009, en el año de la pandemia por “Influenza A”, el Ministerio de Salud, la CCSS y la OPS se unieron para fomentar la higiene del lavado de manos [28]. Para los años comprendidos entre 2010 y 2017 se realizaron campañas de promoción

de la higiene, pero con menos persistencia, lo que provocó un bajonazo en las estrategias del lavado e incrementos anuales en la incidencia de la TD/100.000 hab. En el 2018 el “Programa Bandera Azul Ecológica” fortaleció la categoría de “Salud Comunitaria”, con la participación de al menos 50 comités locales, entre ellos hospitales, áreas de salud y EBAIS [29]. En el 2020 las autoridades de Salud, la Comisión Nacional de Emergencias (CNE), fomentaron la prevención del contagio del virus del “SARS-CoV-2”, en el lavado de manos con agua y jabón, el uso de mascarillas y el distanciamiento físico. Aunado a esto, el “Programa Bandera Azul Ecológica” en conjunto con el “Programa Sello de Calidad Sanitaria”, crearon la categoría de “Promoción de la Higiene”, con el propósito de establecer la higiene y lavado de manos como una “cultura” permanente entre la población del país [30].

Correlaciones de coberturas de agua y tasas de diarreas

Las “Correlaciones Lineales de Pearson” entre las coberturas con agua por cañería y el acceso a agua de calidad potable con las TD/100.000 hab., en los años del periodo de estudio, indican que con respecto a la cobertura de agua por cañería el valor “ r ” fue de 0,33, mientras que con la cobertura con agua de calidad potable fue de 0,37. Los valores “ r ” indican que si bien las correlaciones son positivas, es decir, que a mayor suministro de agua por cañería y potable entre la población, menor es la incidencia de diarreas, pero la correlación es baja con valores $<0,5$.

Promoción de la higiene y las tasas de diarreas

En la figura 1 se observa la cobertura de agua por cañería, acceso a agua de calidad potable y las TD/100.000 hab. de morbilidad por diarreas, para los años del periodo en estudio, a saber, del 2007 al 2020. Los resultados demuestran que el acceso a agua por cañería y agua de calidad son importantes para la higiene y lavado de manos; no obstante, los mismos no provocan una disminución sobre las diarreas si no van acompañados de campañas de divulgación o promoción frecuente de esta práctica, como el camino que precedió a la pandemia de “Influenza AH1N1” en 2009.

Lo mismo se observa, pero con mejores resultados, en el año 2020 de la pandemia de “COVID-19”, en donde el miedo al contagio y muerte provocado por el contagio con el “SARS-Cov-2”, hizo que indirectamente la incidencia de la TD/100.000 hab. bajará a 2.542,4, para un 56% de disminución con respecto al 2019; este dato equivale al año con menor incidencia en la TD/100.000 hab., la más baja de toda la historia de la salud pública de Costa Rica.

Conclusiones

Antes de presentar las conclusiones de este estudio, es menester abordar el papel del ciclo “ano-mano-boca” en la transmisión de gérmenes causantes de diarreas agudas. En la figura 2 se ilustra el experimento realizado en una escuela de Londres por Ian Taylor en 1958, sobre el papel del ciclo ano-mano-boca en la transmisión de enfermedades intestinales [31].

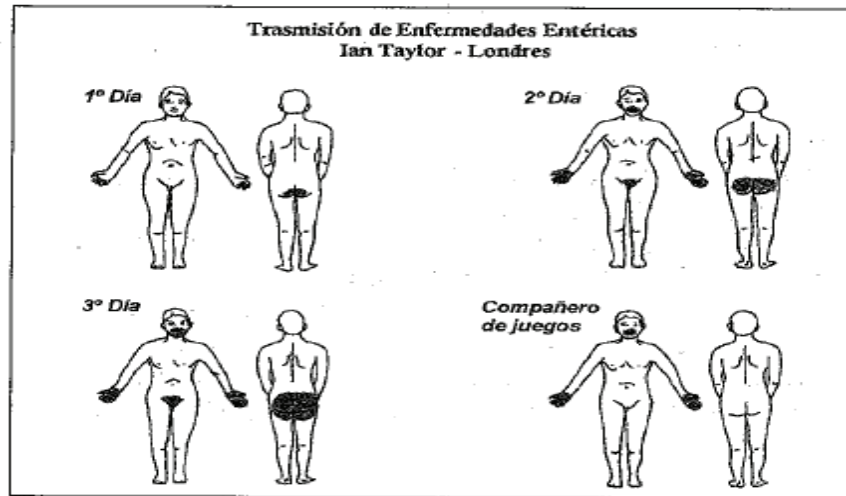


Figura 2. Experimento: ciclo ano-mano-boca y la transmisión de enfermedades intestinales. Fuente: Ian Taylor [31].

El experimento consistió en agregar una sustancia invisible cerca de la zona anal de un niño de 7 años. Dicha sustancia es visible o fluorescente ante la luz ultravioleta. En el segundo día el niño se había trasladado con sus manos la sustancia a las manos, boca y zona genital. Luego, en el tercer día la sustancia se había esparcido con mayor énfasis en las mencionadas zonas, pero, además la misma, se trasladó por contacto directo a las manos y boca de los compañeros de juegos. Este simple experimento demostró la importancia que tiene la higiene personal y el lavado de manos con agua y jabón para evitar el ciclo.

Fundamentado en este experimento, se observa en forma práctica el papel del lavado de manos con agua potable y jabón en la disminución de la incidencia de la TD/100.000 hab. y parásitos entéricos. En razón de esto y en el análisis de resultados, a continuación, se presentan las siguientes conclusiones:

La incidencia de TD/100.000 hab., en el periodo del año 2007 a 2020 van de 5.051,6% en el 2007, para disminuir a 3.270,9 y 4.022,1 en los años 2008 y 2009, respectivamente. Luego del año de la pandemia de Influenza AH1N1, en los años del 2010 al 2019 la tasa osciló entre 5.028,5 a 7.161,3/100.000 hab., para luego bajar a 2.542,4/100.000 hab. en el 2020.

La promoción persistente en las campañas de higiene y lavado de manos en el 2020, año de la pandemia por "COVID-19", provocó el mayor descenso en la TD/100.000 hab. en la historia de Costa Rica, para un 56% de declive con respecto al año 2019.

Las amplias coberturas con ACH por cañería y su alta calidad, han sido esenciales para el lavado de manos; no obstante, este estudio demuestra que la promoción persistente de la higiene de manos es un factor fundamental para educar a la población, en la lucha contra la transmisión de enfermedades entéricas y respiratorias.

Evidentemente el fomento de la higiene y el lavado de manos, para prevenir el contagio con el coronavirus "SARS-CoV-2", indirectamente provocó el mayor bajonazo en la incidencia de la TD/100.000 hab. de la historia de Costa Rica.

Es importante reconocer y resaltar las mejorías en las coberturas de agua suministrada por cañería, además del avance en la ampliación y el acceso a agua de calidad potable, durante los últimos 14 años (2007 al 2020).

Por último, debido a que la pandemia por “COVID-19” ha sido más agresiva en su propagación con más de 209.000 contagios -aunque la letalidad al 11 de marzo 2021 fue de 1,37% comparado con la letalidad de 2,38% de la “Influenza A” de la pandemia de 2009-, ha generado una promoción de la higiene de manos mucho más intensa en el 2020 que en el 2009.

Recomendaciones

Este estudio ratifica la importancia de la promoción de la higiene y el lavado de manos con agua potable y jabón, para mejorar la salud pública en Costa Rica, por lo que se recomienda:

Ampliar la participación, de entidades públicas y privadas, en las categorías de “Salud Comunitaria” y “Promoción de la Higiene” de los programas “Bandera Azul Ecológica” y “Sello de Calidad Sanitaria”.

Exhortar a las autoridades de los Ministerios de Salud y Educación Pública, a fortalecer programas y acciones para convertir la higiene y el lavado de manos, con agua potable y jabón, como un hábito y parte de la cultura en nuestro país.

Referencias

- [1] Darner A. Mora. Enseñanzas de la Gripe Española en Costa Rica. Tres Ríos, La Unión, Laboratorio Nacional de Aguas; 2020: p 1 y 2.
- [2] Botey Sobrado Ana María. La tardía epidemia de la influenza o gripe “española” y sus desenlaces en Costa Rica (1918-1920). En línea. <http://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/74127>
- [3] Ronald Evans Meza. Algunos aspectos epidemiológicos de las Diarreas en Costa Rica. Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana. En línea. <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/10762/v76n5p406.pdf?sequence=1&isAllowed=y>; pág. 1-14.
- [4] Gobierno de Costa Rica. Ley Constitutiva Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. San José. Colección de Leyes y Decretos; año 1961, semestre I, Tomo 1: pág. 2016.
- [5] Ministerio de Salud. Dirección de Vigilancia de la Salud. INEC. Tasa de Mortalidad por diarreas/100.000 hab. en Costa Rica 2019-2020. San José, Costa Rica; 2020; pág. 1-4.
- [6] Andrea Espinoza. Comportamiento de la enfermedad diarreica en Costa Rica de al 2001. Revista Costarricense de Salud Pública. vol. 13 n.24. San José; Julio 2004.sp.
- [7] Wikipedia. Pandemia gripe A (H1N1) de 2009-2010 en Costa Rica. En línea. [https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_gripe_A_\(H1N1\)_de_2009-2010_en_Costa_Rica#:~:text=Hasta%20el%204%20de%20noviembre,35%2C32%20por%20100.000%20habitantes](https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_gripe_A_(H1N1)_de_2009-2010_en_Costa_Rica#:~:text=Hasta%20el%204%20de%20noviembre,35%2C32%20por%20100.000%20habitantes).
- [8] Wikipedia. Pandemia de COVID-19. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_COVID-19
- [9] OPS/OMS. Informe Costa Rica. Informe COVID-19. En línea. <https://www.paho.org/es/costa-rica-informe-COVID-19>
- [10] Reynaldo Marcio. Sindemia COVID-19. México DF. Primera Edición, ISBN:9798574569665;2020: PAG 1-335.
- [11] Darner A. Mora. Agua potable y su papel contra la COVID-19. San José. La Nación, 06 de marzo del 2021; pág. 27.
- [12] OMS/UNICEF/IFRC. Guías para proteger a los niños y apoyar la seguridad en las operaciones escolares contra la COVID-19. En línea. <https://www.who.int/es/news/item/10-03-2020-covid-19-ifrc-unicef-and-who-issue-guidance-to-protect-children-and-support-safe-school-operations>
- [13] OMS. Cronología de la respuesta de la OMS a la COVID-19. En línea. <https://www.who.int/es/news/item/29-06-2020-covidtimeline>
- [14] OMS. Diarrea. En línea. <https://www.who.int/topics/diarrhoea/es/>
- [15] Raúl Acuña M. Diarrea Aguda. Revista Médica Clínica Las Condes. En línea. <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-estadisticas-S0716864015001327>
- [16] FE McJunkin. Agua y Salud Humana. En línea. [iris.paho.org>bitstream>handle](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/10762/v76n5p406.pdf?sequence=1&isAllowed=y); ISBN 968-18-2265-X; OPS; 1988.



- [17] Peter F. Weller. Infecciones intestinales por protozoarios y tricomosis. McGraw-Hill Medical. Access>Medicina. En línea. <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1622§ionid=101839094>
- [18] Mayo Clinic. Diarrea relacionada con antibióticos. En línea. <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/antibiotic-associated-diarrhea/symptoms-causes/syc-20352231>
- [19] Cancer. Net. Diarrea. American Society of Clinical Oncology (ASCO). En línea. https://www.cancer.net/sites/cancer.net/files/asco_answers_diarrhea_esp.pdf
- [20] Ministerio de Salud. Dirección de Vigilancia de la Salud. "Costa Rica: Incidencia de Enfermedad Diarreica Aguda (EDA), según Provincia y Cantón de Procedencia". San José, Costa Rica; 2021; pág. 1-7.
- [21] Ministerio de Salud. "Análisis de Situación de Salud Costa Rica del 2014". San José; 2014: pág. 1-193.
- [22] Laboratorio Nacional de Aguas. Programa de Vigilancia y Control de Calidad del Agua del Laboratorio Nacional de Aguas. La Unión, Cartago. LNA; 2007-2020: SP.
- [23] Ana Gabriela Castro Mora. CCSS recuerda a población mantener medidas de higiene básicas para evitar transmisión de diarreas. San José, CCSS; marzo 2017: SP.
- [24] Sofía Jiménez Carvajal. Fortalecimiento de Promoción de la Salud en el Área de Salud Golfito. Instituto Centroamericano de Administración, San José, Costa Rica; Marzo 2011: pág. 1-122.
- [25] Claudia Marín. AyA realiza campaña de SMS masivas para fomentar el ahorro de agua en lavado de manos. San José, el mundo.cr; marzo 31, 2020: SP.
- [26] María Luisa Ávila Agüero. Influenza AH1N1: Un riesgo global. Acta méd. costarric. vol.51 n.3 San José Jul/Sep. 2009: SP.
- [27] UNICEF/OMS. "Día mundial del lavado de manos" de 2009. Hay que propagar el mensaje, no los gérmenes. UNICEF.org. Agua, saneamiento e higiene; Washington; 2009; SP.
- [28] Ministerio de Salud. Salud y CCSS fortalecen atención por infecciones respiratorias estacionales. Comunicado de Prensa; 2009: SP.
- [29] Comisión Nacional del Programa bandera Azul Ecológica. Categoría VIII de Salud Comunitaria. La Unión. Cartago, PBAE; 2017; pág. 1-17.
- [30] Comisión Nacional de Programa Bandera Azul Ecológica y Programa Sello de Calidad Sanitaria. Manual de Procedimientos: Categoría XVIII. Promoción de la Higiene. La Unión, Cartago, PBAE, PSCS; 2020: pág 1-15.
- [31] Ian Taylor. "Experimento del Ciclo ano-mano-boca" en: Saneamiento, Educación y Salud. (Darner Mora Alvarado). Editorama; 2005: pág. 1-122.

Lactancia materna y SARS-CoV-2



Breastfeeding and SARS-CoV-2

Gilberto Bastidas-Pacheco¹, Daniel Bastidas-Delgado²

Bastidas-Pacheco, G; Bastidas-Delgado, D. Lactancia materna y SARS-CoV-2. *Tecnología en Marcha*. Vol. 35, especial COVID-19. Mayo 2022. Pág. 69-73.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.6199>



- 1 Departamento de Salud Pública e Instituto de Investigaciones Médicas y Biotecnológicas, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Carabobo, Venezuela. Correo electrónico: bastidasprotozoo@hotmail.com.
Autor para correspondencia.
 <https://orcid.org/0000-0002-5805-6926>.
- 2 Escuela de Medicina, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Carabobo, Venezuela. Correo electrónico: danielbastidas096@hotmail.com.
 <https://orcid.org/0000-0002-4981-4166>

Palabras clave

Lactancia materna; SARS-CoV-2; COVID-19; pandemia; transmisión vertical.

Resumen

La lactancia materna es el estándar normativo para la nutrición infantil e ideal en pandemias como la ocasionada por SARS-CoV-2 por ser la forma más limpia y segura para nutrir bebés y niños pequeños. El objetivo de este escrito es develar la información existente sobre transmisión vertical materno-infantil del nuevo coronavirus SARS-CoV-2. Se trató de una revisión documental de información extraída de bases de datos digitales a partir de descriptores. Los datos obtenidos fueron analizados y mostrados en esta investigación en dos secciones: lactancia materna y SARS-CoV-2 y conclusiones. Se concluye que la lactancia materna debe iniciarse lo antes posible y que no debe interrumpirse el contacto piel a piel, pues no se ha podido demostrar la transmisión vertical.

Keywords

Breastfeeding; SARS-CoV-2; COVID-19; pandemic; vertical transmission.

Abstract

Breastfeeding is the normative standard for infant nutrition and ideal in pandemics such as that caused by SARS-CoV-2 as it is the cleanest and safest way to nourish infants and young children. The objective of this writing is to unveil the existing information on maternal-infant vertical transmission of the new SARS-CoV-2 coronavirus. It was a documentary review of information extracted from digital databases using descriptors. The data obtained were analyzed and shown in this research in two sections: breastfeeding and SARS-CoV-2 and conclusions. It is concluded that breastfeeding should begin as soon as possible and that skin-to-skin contact should not be interrupted, since vertical transmission has not been demonstrated.

Introducción

La lactancia materna es el estándar normativo para la nutrición infantil e ideal en situaciones de desastres como es el caso de la pandemia por SARS-CoV-2 por ser la forma más limpia y segura para nutrir bebés y niños pequeños, ya que, con ella se proporciona leche adecuada sin depender de compras y suministros (reduce la salidas de casa para realizar compras y con esto disminuye el riesgo de enfermarse de COVID-19), se evitan errores en la preparación de las fórmulas lácteas y además se evitan o mitigan enfermedades infecciosas en el lactante, debido a sus propiedades anti-infecciosas (es una fuente abundante de inmunoglobulinas, lactoferrina, lisozimas y citocinas), por ejemplo, se asocia a la leche materna con mayor producción de interferón tipo I en bebés infectados con el virus de la influenza [1-3].

La lactancia materna tiene un efecto importante en la salud porque el recién nacido también logra estabilizar la respiración, temperatura y ritmo cardíaco en el primer contacto con su madre al alimentarse de la leche que produce, en un fenómeno conocido como impronta o huella de la maternidad en el sistema neuronal [4-6]. En términos generales la lactancia materna reduce el riesgo de patologías en el infante y en consecuencia tiene impacto positivo en la morbi-mortalidad infantil, por tanto, el objetivo del presente escrito es mostrar información pertinente

sobre transmisión vertical para el virus SARS-CoV-2 debido a la creciente preocupación que la comunidad científica y población general tiene respecto a la actuación frente a una mujer infectada y su hijo recién nacido.

Materiales y métodos

Se realizó una revisión documental rigurosa hasta octubre de 2021 con base a descriptores (transmisión vertical, lactancia materna, SARS-Cov-2, recién nacido, COVID-19) de artículos en inglés y español, en formato digital a través de las bases de datos MEDLINE, PUBMED, Scopus, lilacs, Ovid, Science Direct y SCIELO. La información encontrada fue analizada y mostrada en los siguientes apartados: lactancia materna y SARS-CoV-2 y conclusiones.

Lactancia materna y SARS-CoV-2

Es limitada la información existente sobre la presencia de SARS-CoV-2 en la leche materna y la posibilidad de transmisión vertical materno-infantil, porque son escasos los estudios realizados en este sentido y de los existentes muchos adolecen de sesgos en relación al tamaño muestral (pequeña y limitadas) y al tiempo de observación (corto) [7, 8].

En aras de determinar infección muestras de leche materna han sido sometidas a análisis con técnicas de qRT-PCR para SARS-CoV-2 sin éxito en probar la presencia de este temido y nuevo agente viral [7, 8], no obstante, existe reporte de anticuerpos maternos (en 80% de ellas y en altas concentraciones hasta por 6 meses) anti SARS-CoV-2 (IgA) en madres previamente infectadas con el coronavirus [7, 9-13].

El SARS-CoV-2 comparte características con otros virus respiratorios como el de la gripe, que carecen de transmisión vertical por medio de la leche materna, por tanto, es valedero presumir la improbabilidad de que esta pase al infante por esta vía, en este orden de ideas la lactancia materna está asociada con mayor producción de interferón tipo I en niños portadores de infección con el virus de la influenza, una respuesta antiviral innata contra este virus [1, 10, 14-18].

Ahora bien el contagio del niño puede darse de una madre infectada por medio del contacto cercano a través de gotas del tracto respiratorio [7, 19, 20]. Debido a que no existen reportes definitivos sobre transmisión vertical materno-infantil de SARS-CoV-2, el potencial paso de anti SARS-CoV-2 de madre a hijo y a la necesidad de contacto estrecho que experimenta el recién nacido para su normal desarrollo psicomotor y afectivo es que la OMS y Unicef entre otros entes recomiendan mantener la lactancia materna, claro está, con rigurosas precauciones para minimizar el riesgo de contagio [1, 10, 14-18].

El cuidado inmediato del recién nacido por parte de madres con o sospecha de infección por SARS-CoV-2 incluye medidas generales para controlar la propagación del coronavirus como el lavado de manos con agua y jabón y el empleo de caretas faciales y mascarillas quirúrgicas antes de tener contacto con el niño, y en casos extremos de enfermedad materna por COVID-19 que no permitan a la madre alimentar directamente al infante se aconseja la alimentación con leche materna de forma indirecta (con leche extraída y sin pasteurizar, extremando precauciones en madres que reciben antivirales para afrontar al coronavirus), en todo caso la lactancia materna no debe suspenderse, y la madres y su bebe no deben separarse, es decir, no debe interrumpirse el contacto piel a piel y la lactancia debe iniciarse lo antes posible [10, 21-26].

Conclusiones y/o recomendaciones

A pesar de que es escasa la información existente sobre transmisión vertical materno-infantil a través de la leche materna, no existe evidencia que revele la presencia de SARS-CoV-2 en la leche materna, pero sí de anticuerpos contra este coronavirus en altas concentraciones y hasta por 6 meses, por tanto, es legítimo considerar que este tipo de transmisión no se produce, en consecuencia la lactancia materna debe iniciarse de forma inmediata porque los beneficios de la leche materna superan el riesgo de amamantar en pandemia por COVID-19 y en caso de sospecha o infección materna debe incluirse medidas generales para evitar contagiar al infante entre las que destacan el empleo de mascarilla quirúrgica, caretas faciales y lavado frecuente de manos. Solo en caso de cuadros clínicos severo en la madre se recomienda la alimentación con leche materna de forma indirecta. Es mucho lo que falta por develar sobre el comportamiento de SARS-CoV-2 en lo que respecta al binomio madre-hijo durante el periodo de lactancia.

Referencias

- [1] G. Melendi, S. Coviello, N. Bhat, J. Zea-Hernandez, F. Ferolla, F. Polack. "Breastfeeding is associated with the production of type I interferon in infants infected with influenza virus", *Acta Paediatr*, vol 99, no 10, pp: 1517-1521, 2010. <https://orvid-org/10.1111/j.1651-2227.2010.01862.x>.
- [2] W. Barfield, S. Krug. "Disaster Preparedness in Neonatal Intensive Care Units", *Pediatrics*, vol 139, pp: e20170507, 2017.
- [3] I. Hand, L. Noble. "Covid-19 and breastfeeding: what's the risk?", *J Perinatol*, vol 40, no 10, pp: 1459-1461, 2020. <https://orvid-org/10.1038/s41372-020-0738-6>.
- [4] P. Brahm, V. Valdés. "Beneficios de la lactancia materna y riesgos de no amamantar [The benefits of breastfeeding and associated risks of replacement with baby formulas]", *Rev Chil Pediatr*, vol 88, no 1, pp:7-14, 2017. <https://orvid-org/10.4067/S0370-41062017000100001>.
- [5] N. Császár-Nagy, I. Bókkon. "Mother-newborn separation at birth in hospitals: A possible risk for neurodevelopmental disorders?", *Neurosci Biobehav Rev*, vol 84, pp:337-351, 2018. <https://orvid-org/10.1016/j.neubio-rev.2017.08.013>.
- [6] Y. Li, R. Zhao, S. Zheng, X. Chen, J. Wang, X. Sheng, et al. "Lack of vertical transmission of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2, China", *Emerg Infect Dis*, vol 26, pp: 1335-1336, 2020. <https://orvid-org/10.3201/eid2606.200287>
- [7] H. Chen, J. Guo, C. Wang, F. Luo, X. Yu, W. Zhang, et al. "Clinical characteristics and intrauterine vertical transmission potential of COVID-19 infection in nine pregnant women: a retrospective review of medical records", *Lancet*, vol 395, no 10226, pp: 809-815, 2020. [https://orvid-org/10.1016/S0140-6736\(20\)30360-3](https://orvid-org/10.1016/S0140-6736(20)30360-3).
- [8] D. Schwartz. "An Analysis of 38 Pregnant Women With COVID-19, Their Newborn Infants, and Maternal-Fetal Transmission of SARS-CoV-2: Maternal Coronavirus Infections and Pregnancy Outcomes", *Arch Pathol Lab Med*, vol 144, no 7, pp: 799-805. 2020. <https://orvid-org/10.5858/arpa.2020-0901-SA>.
- [9] D. De Rose, F. Piersigilli, M. Ronchetti, A. Santisi, I Bersani, A. Dotta, et al. "Study Group of Neonatal Infectious Diseases of The Italian Society of Neonatology (SIN). Novel Coronavirus disease (COVID-19) in newborns and infants: what we know so far", *Ital J Pediatr*, vol 46, no 1, pp: 56, 2020. <https://orvid-org/10.1186/s13052-020-0820-x>.
- [10] F. Fernández-Carrasco, J. Vázquez-Lara, U. González-Mey, J. Gómez-Salgado, T. Parrón-Carreño, L. Rodríguez-Díaz. "Infección por coronavirus Covid-19 y lactancia materna: una revisión exploratoria [Coronavirus Covid-19 infection and breastfeeding: an exploratory review]", *Rev Esp Salud Publica*, vol 94, pp: e202005055, 2020.
- [11] C. Fan, D. Lei, C. Fang, C. Li, M. Wang, Y. Liu, et al. "Perinatal transmission of COVID-19 associated SARS-CoV-2: should we worry?", *Clin Infect Dis*, vol 72, no 5, pp: 862-864, 2020. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa226>.
- [12] A. Fox, J. Marino, F. Amanat, F. Krammer, J. Hahn-Holbrook, S. Zolla-Pazner, et al. "Evidence of a significant secretory-IgA dominant SARS-CoV-2 immune response in human milk following recovery from COVID-19", *medRxiv*, 2020. <https://doi.org/10.1101/2020.05.04.20089995>.
- [13] S. Wang, L. Guo, L. Chen, W. Liu, Y. Cao, J. Zhang, et al. "A Case Report of Neonatal 2019 Coronavirus Disease in China", *Clin Infect Dis*, vol 71, no 15, pp:853-857, 2020. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa225>.

- [14] Organización Mundial de la Salud. "Preguntas y respuestas sobre la enfermedad por coronavirus (COVID-19)". [Online]. [Citado el 22 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/q-a-coronaviruses>.
- [15] R. Caparros-Gonzalez. "Consecuencias maternas y neonatales de la infección por coronavirus COVID-19 durante el embarazo: una scoping review [Maternal and neonatal consequences of coronavirus COVID-19 infection during pregnancy: a scoping review]", *Rev Esp Salud Publica*, vol 94, pp: e202004033, 2020.
- [16] Unicef. "Coronavirus (COVID-19): lo que los padres deben saber. Cómo protegerte a ti y a tus hijos". [Online]. [Citado el 22 de abril de 2021]. Disponible en: <http://www.unicef.org/es/historias/coronavirus-lo-que-los-padres-deben-saber>.
- [17] Centers for Disease Control (CDC) and Prevention. "Interim Guidance on Breastfeeding for a mother confirmed or under investigation for COVID-19". [Online]. [Citado el 22 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/need-extra-precautions/pregnancybreastfeeding.html>.
- [18] Asociación para la Promoción e Investigación científica y cultural de la Lactancia Materna (APILAM). Infección materna por coronavirus 2019-nCoV. [Online]. [Citado el 22 de abril de 2021]. Disponible en: <http://www.e-lactancia.org/breastfeeding/maternal-coronavirus-2019-ncovinfection/product/>.
- [19] H. Zhu, L. Wang, C. Fang, S. Peng, L. Zhang, G. Chang, et al. "Clinical analysis of 10 neonates born to mothers with 2019-nCoV pneumonia", *Transl Pediatr*, vol9, no 1, pp: 51-60, 2020. <https://doi.org/10.21037/tp.2020.02.06>.
- [20] G. Salvatori, D. De Rose, C. Concato, D. Alario, N. Olivini, A. Dotta, et al. "Managing COVID-19-Positive Maternal-Infant Dyads: An Italian Experience", *Breastfeed Med*, vol 15, no 5, pp: 347-348, 2020. <https://doi.org/10.1089/bfm.2020.0095>.
- [21] W. Lubbe, E. Botha, H. Niela-Vilen, P. Reimers. "Breastfeeding during the COVID-19 pandemic - a literature review for clinical practice". *Int Breastfeed J*, vol 15, no 1, pp: 82, 2020. <https://doi.org/10.1186/s13006-020-00319-3>.
- [22] K. Marinelli K. "International Perspectives Concerning Donor Milk Banking During the SARS-CoV-2 (COVID-19) Pandemic", *J Hum Lact*, vol 36, no 3, pp: 492-497, 2020. <https://doi.org/10.1177/0890334420917661>.
- [23] S. Wang, X. Zhou, X. Lin, Y. Liu, J. Wu, L. Sharifu, et al. "Experience of Clinical Management for Pregnant Women and Newborns with Novel Coronavirus Pneumonia in Tongji Hospital, China", *Curr Med Sci*, vol 40, no 2, pp:285-289, 2020. <https://doi.org/10.1007/s11596-020-2174-4>.
- [24] P. Yang, X. Wang, P. Liu, C. Wei, B. He, J. Zheng, et al. "Clinical characteristics and risk assessment of newborns born to mothers with COVID-19". *J Clin Virol*, vol 127, pp: 104356, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jcv.2020.104356>.
- [25] A. Vassallo, K. Womersley, R. Norton, M. Sheel. "Pregnant women's appetite for risk", *Lancet Glob Health*, vol 9, no 5, pp: e593, 2021. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(21\)00044-9](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(21)00044-9).
- [26] Zeng L, Xia S, Yuan W, Yan K, Xiao F, Shao J, et al. "Neonatal early-onset infection with SARS-CoV-2 in 33 neonates born to mothers with COVID-19 in wuhan, China", *JAMA Pediatr*, vol 174, no 7, pp: 722-725, 2020. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2020.0878>.

Diseño interdisciplinario de un sistema de sensado de CO₂ para enfrentar la pandemia en los espacios cerrados del Tecnológico de Costa Rica


Interdisciplinary design of a CO₂ sensing system to face the pandemic within indoor spaces at Tecnológico de Costa Rica

Kristel Cordero-Picado¹, Raquel Natalia Monge-Sanabria²,
Cristel Diane Segura-Vargas³, Sergio Morales-Hernández⁴

Cordero-Picado, K; Monge-Sanabria, R.N; Segura-Vargas, C.D; Morales-Hernández, S. Diseño interdisciplinario de un sistema de sensado de CO₂ para enfrentar la pandemia en los espacios cerrados del tecnológico de Costa Rica. *Tecnología en Marcha*. Vol. 35, especial COVID-19. Mayo 2022. Pág. 74-83.


 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.6189>

1 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.

 <https://orcid.org/0000-0003-3297-0530>

2 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.

Correo electrónico: mongesanabriaraquel@estudiantec.cr

 <https://orcid.org/0000-0002-0852-0452>

3 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.

Correo electrónico: cristelsv@estudiantec.cr

 <https://orcid.org/0000-0002-7795-3710>

4 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.

Correo electrónico: smorales@itcr.ac.cr

 <https://orcid.org/0000-0003-2136-0382>



Palabras clave

COVID-19; dióxido de carbono; UX; interdisciplinario; diseño de producto; ventilación; interfaz.

Resumen

Ante la problemática por COVID-19 que enfrenta el mundo se vuelve necesaria la búsqueda de estrategias de bajo costo para garantizar la salud de las personas, al mismo tiempo que se reactivan las actividades económicas, educativas y sociales que se vieron seriamente perjudicadas. Conforme avanzan las investigaciones en torno a este virus se descubrió la relación entre la probabilidad de transmisión de COVID-19 y la calidad del aire interior, indicando que las partículas del virus se pueden acumular con mayor facilidad en espacios donde la ventilación y la calidad de aire son deficientes.

En el presente artículo se describen las metodologías implementadas desde diferentes disciplinas para el diseño de un sistema, que se compone de un circuito, una carcasa y una aplicación de escritorio. El diseño de este sistema permitirá el monitoreo de las variables de la calidad del aire en las aulas y laboratorios del Tecnológico de Costa Rica, al advertir cuando los espacios tienen mala calidad del aire, y por ende se debe ventilar el lugar.

Keywords

COVID-19; carbon dioxide; UX; interdisciplinary; product design; ventilation; interface.

Abstract

During the COVID-19 pandemic facing the world, it became necessary to search for low-cost strategies to guarantee people's health; while economic, educational, and social activities that were seriously affected are being reactivated. As research on the virus progresses, the relationship between the probability of transmission of COVID-19 and indoor air quality has been discovered, indicating that virus particles can accumulate easier in spaces where ventilation and air quality are deficient.

This article describes the methodologies implemented from different disciplines for the design of a system, which is made up of a circuit, a casing, and a desktop application. The design of this system will allow the monitoring of air quality variables in the classrooms and laboratories of the Tecnológico de Costa Rica, by warning when spaces have poor air quality, and therefore the place must be ventilated.

Introducción

El COVID-19, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, es una enfermedad viral que se contagia principalmente vía aérea al hablar, gritar, toser, estornudar y expulsar partículas en aerosoles que contienen el virus del SARS-CoV-2 [1]. Dichos aerosoles, son partículas diminutas que pueden flotar en el aire [2]. También, los aerosoles tienen mayor facilidad para acumularse en espacios cerrados y permanecer en el aire hasta por 3 horas, en donde, si las personas no cuentan con una mascarilla bien colocada pueden inhalar estas partículas provocando que se contagien.

Para combatir los contagios en espacios cerrados y concurridos, la ventilación es un factor importante, debido a que permite la renovación del aire concentrado en el lugar. Por lo cual, es importante conocer cuál es la calidad de aire en los interiores, con el fin de saber cuándo se requiere ventilar. Para identificar cuando los espacios no tienen una ventilación adecuada, existe

una correlación entre el dióxido de carbono (CO_2) y los aerosoles, ya que ambas partículas son exhaladas por los humanos. Esta correlación se debe a que si hay niveles superiores a 800 ppm de CO_2 se elevan las posibilidades de transmisión de los aerosoles con el virus si se encuentra una persona contagiada en la habitación. Por esta razón, el monitoreo de las variables de calidad de aire son claves para prevenir el contagio en espacios cerrados [3].

Actualmente el Tecnológico de Costa Rica (TEC) está en un proceso de reapertura de las sedes para actividades educativas, lo que implica que múltiples espacios de la universidad serán ocupados por personas. Debido a lo anterior, se vuelve necesaria la búsqueda de soluciones de bajo costo que ayuden a proteger la salud de las personas y les permita cumplir con sus labores mientras se sienten seguras ante una menor probabilidad de contagio de COVID-19. Entre los métodos actuales de prevención con los cuales cuenta la institución se destacan el uso de cubrebocas, el distanciamiento social y reducción de aforos; respecto a la ventilación los lineamientos indican que se deben mantener puertas y ventanas abiertas cuando se imparten las clases [4], sin embargo, no se puede garantizar que estas medidas van a ser cumplidas para evitar los contagios.

En el mercado existen medidores de la calidad del aire en interiores como una solución para combatir contra los contagios del COVID-19, no obstante, estos sistemas al tener que importarlos son algo costosos; por lo que el Laboratorio de Investigación en Vehículos Eléctricos (LIVE) del Tecnológico de Costa Rica tiene la iniciativa de desarrollar un producto de bajo costo que mida el CO_2 de los espacios cerrados. Además, se busca que no dependa de personas externas al TEC o inclusive del país para dar mantenimiento al sistema.

Para llevar a cabo este proyecto, en LIVE se formó un equipo multidisciplinario conformado por estudiantes de las carreras de Ingeniería en Electrónica e Ingeniería en Diseño Industrial. Este proyecto se dividió en tres partes: el diseño del circuito del sistema, el diseño de la carcasa que protege al sistema y el diseño de la aplicación que comunica los datos obtenidos del sistema. El objetivo principal de este proyecto fue ofrecer una alternativa para que las personas puedan regresar a los espacios cerrados compartidos con mayor confianza, brindando una herramienta que advierta los usuarios cuando deben ventilar las aulas de las Escuelas, con el fin de evitar los contagios de enfermedades que se transmiten por aerosoles.

Metodología

Durante el semestre el trabajo se dividió en tres partes las cuales se realizaron de forma simultánea, cada parte del proyecto se desarrolló bajo una metodología acorde a las disciplinas de cada integrante del equipo. Las metodologías empleadas se explican a continuación por cada parte diseñada para el sistema.

Diseño del circuito

Con el propósito de implementar el sistema de monitoreo de dióxido de carbono en espacios cerrados de las aulas del TEC, se llevó a cabo una investigación inicial sobre el comportamiento de este gas y los métodos de medición más adecuados. Dada la naturaleza del proyecto, se vuelve fundamental verificar los lineamientos establecidos por entidades nacionales e internacionales, tanto para la medición de dióxido de carbono CO_2 como para sistemas de alarma. Los resultados de esta investigación permitieron identificar las partes principales del sistema y los requerimientos mínimos que se deben cumplir.

A partir de los requerimientos del sistema se inició el análisis de posibles soluciones, el cual contempla el tipo de sensor a utilizar, los componentes para las alarmas y el microcontrolador encargado de interconectar todos estos componentes entre ellos y con la red. Dentro de este

análisis se tomaron en cuenta los protocolos de comunicación seriales e inalámbricos que permitieran la conexión del sensor con el microcontrolador y de este a Internet. Además, fue necesario definir el tipo de alimentación que soportara la carga del sistema y mantuviera el funcionamiento del dispositivo por varias horas incluso en caso de cortes en la electricidad del edificio.

Una vez definido el diseño del circuito se inició la implementación de este junto con la programación de la lógica para controlar las distintas alertas visuales y sonoras del sistema y la recepción/envío de datos.

Diseño de la carcasa

El diseño de la carcasa para el sistema de detección de CO₂ se desarrolló por medio de una metodología de cinco fases: (I) Investigación y Análisis, (II) Conceptualización de la idea, (III) Desarrollo de Alternativas, (VI) Detallado de la Propuesta y (V) Validación [5].

En la primera etapa, Investigación y Análisis, se realizaron entrevistas con los posibles usuarios con el fin de definir cuáles eran sus principales necesidades, además, se establecieron las características del entorno, en este caso de los laboratorios de la Escuela de Electrónica. En esta fase también se analizaron las características, ventajas y desventajas de los productos existentes, los aspectos ergonómicos con los cuales debía cumplir el producto a nivel antropométrico, biomecánico y cognitivo. Por último, las tecnologías disponibles para la fabricación de la carcasa, esta investigación abarcó: requisitos técnicos del *hardware*, los materiales, procesos de manufactura, tipos de cerramiento y estrategias de disminución de costo para la fabricación del prototipo.

De acuerdo con la información obtenida, en la segunda etapa, conceptualización de la idea, se establece cuál es la apariencia perceptual que tendrá el producto final, es decir, la forma de la carcasa, rejilla, tipo de luz y cromática. Seguidamente se definen los requisitos y requerimientos, así como, el concepto de diseño, los cuales establecen las especificaciones técnicas y perceptuales que contempla el diseño de la nueva carcasa.

Después de esto, se realizan los bocetos de 7 alternativas diferentes, en estos se explica la topología del producto, el tipo de alarma, el modo de ensamble y el tipo de sistema de montaje, posterior a esto se evalúan en una matriz de objetivos ponderados, en la cual conforme a los requisitos se califican las propuestas del 1 al 3, esto para determinar cuáles eran las 3 propuestas con mayor puntuación, para finalmente modelar en SolidWorks una única propuesta que contempló las mejores características de las propuestas.

Una vez que se selecciona la propuesta final, esta se detalla en la cuarta etapa, en esta se describen los aspectos generales del sistema. Asimismo, se detalló la arquitectura del sistema, es decir, su estructura externa, interna y los componentes, posterior, se mencionó los materiales que se recomiendan para la fabricación de la carcasa, los planos técnicos, las guías de usuarios, la estrategia de manufactura y los costos finales del prototipo.

Para finalizar el proceso de diseño de la carcasa, se imprime un primer prototipo, para validar la propuesta final del producto en 3 áreas diferentes, primero se verificó si las medidas generales de la carcasa correspondía a las medidas del planos, luego, se validó la interacción de la carcasa con el hardware diseñado, por último, en un cuestionario virtual aplicado a 11 personas, donde se preguntó sobre: la facilidad de ensamble e instalación, además, se comprobó si el usuario comprendía el sistema de alarmas implementado y se evaluó la percepción que tenían estos sobre la estética de la carcasa.

Diseño de la interfaz digital

La metodología empleada para el diseño de la aplicación se definió con el propósito de desarrollar una solución con alta usabilidad. La usabilidad es un atributo el cual mide cuán fácil y satisfactorio es para un usuario en específico completar tareas o utilizar las funciones en una herramienta [6]. En este caso, se estaba diseñando una nueva aplicación que permitirá la visualización de las variables relacionadas con la calidad del aire obtenidas de los dispositivos. De manera que se contribuya con la toma de decisiones de los usuarios responsables de mantener el bienestar de los ocupantes de los espacios cerrados y así reducir los riesgos de contagio de enfermedades de transmisión por aerosoles [7]. La metodología de diseño se llevó a cabo en tres etapas, que son: (I) Investigación y análisis, (II) Planeamiento y desarrollo y (III) Diseño gráfico [8].

En la etapa de Investigación y análisis se identificaron los datos, las necesidades de los usuarios y del hardware de medición de CO₂ diseñado para comprender los contenidos requeridos en la aplicación. Se estudió el entorno del TEC, específicamente su estructura organizacional y las características de la infraestructura de los espacios donde se instalarán los dispositivos. También se llevó a cabo un análisis de usuarios, para identificar las necesidades, motivaciones y escenarios de uso que se requirieron solventar en la aplicación. Adicionalmente, se analizaron cinco referenciales de aplicaciones que cumplen con la función de monitoreo para identificar sus ventajas, desventajas y los patrones de diseño que los usuarios podrían acostumbrar a encontrar en este tipo de herramientas.

En la etapa del Planeamiento y desarrollo, se comenzó estableciendo la arquitectura de la herramienta a partir de los hallazgos de la primera etapa. La arquitectura es un esquema que organiza los contenidos de la aplicación en categorías y sirve como guía para el diseño de la información. En esta etapa se llevaron a cabo pruebas de validación con usuarios de forma virtual, con el fin de comprobar la usabilidad de la herramienta. La primera prueba aplicada fue un *Card Sorting*, en la cual los *testers* agruparon una serie de tarjetas con conceptos pertenecientes a la arquitectura. Como resultado se realizaron mejoras en la organización de los grupos establecidos en la arquitectura y se modificaron algunos términos que no eran fáciles de comprender.

Con base en la arquitectura mejorada y los flujos de navegación para llevar a cabo las tareas más importantes en la aplicación, se desarrollaron los primeros wireframes de la herramienta. Los *wireframes* son una visualización gráfica donde se establece la diagramación de una pantalla, la organización de información y los elementos interactivos para la navegación que contiene una herramienta [9]. Inicialmente, se elaboraron bocetos de los *wireframes* hasta concretarlos de forma digital en un prototipo de alta fidelidad en la aplicación Figma. Los *wireframes* de alta fidelidad fueron puestos a prueba con usuarios por medio del *Paper Prototyping*. Los *testers* pudieron interactuar con el primer prototipo de la aplicación con base en las tareas más comunes que realizarán, las cuales eran acordes a las necesidades establecidas en la primera etapa. Se evidenciaron ciertas problemáticas en la navegación de la interfaz y se realizaron mejoras.

En la última etapa, del Diseño gráfico se establecieron todos los aspectos estéticos y perceptuales de la aplicación. Entre los cuales se encuentran la cromática, la tipografía, la iconografía y las imágenes. Se validó lo establecido en esta etapa por medio de Pruebas Heurísticas con los usuarios potenciales, hasta concretar las últimas mejoras y finalizar con la maqueta funcional elaborada en Figma.

Resultados

En esta sección se establecen los resultados principales obtenidos acordes a las metodologías empleadas por cada parte del sistema.

Diseño del circuito

Con los resultados de la investigación y análisis de los componentes del sistema se define en la figura 1 un diagrama inicial del diseño del circuito para el sistema de monitoreo de CO₂ en espacios cerrados, el cual es capaz de obtener mediciones estables, generar alertas y transmitir los datos de las mediciones a internet con componentes disponibles en el mercado a bajo costo.

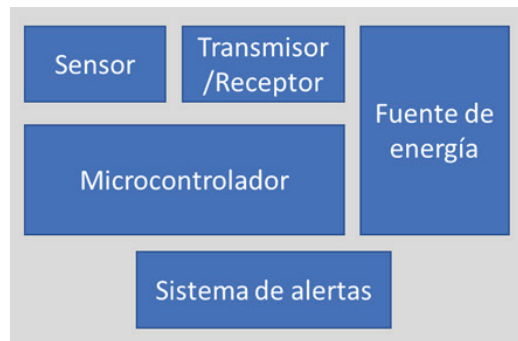


Figura 1. Dispositivo del sistema de monitoreo.

Con respecto a la detección de CO₂ se utilizaron sensores de radiación infrarroja que, a diferencia de los sensores electroquímicos, garantizan mayor estabilidad y selectividad debido a que el gas medido no interactúa en forma directa con el sensor, soportan alta humedad, polvo y otras condiciones hostiles [10]. El microcontrolador que se seleccionó para la solución cumple las funciones de transmisor/receptor, se encarga de controlar las alertas y cuenta con el módulo WiFi ESP8266 integrado que permite enviar los datos del sistema a Internet. Las alertas se establecieron con las especificaciones de la Tabla 1 que se encuentra basada en los lineamientos del Ministerio de Salud para la medición y niveles de concentración de dióxido de carbono aceptables para asegurar una correcta circulación del aire ambiente [11].

Cuadro 1. Definición de alertas, aceptabilidad y acciones según la concentración de CO₂

Concentración de CO ₂	Alerta		Aceptabilidad	Acciones
	Luz	Sonido		
Menor a 800 ppm		-	Aire limpio	-
800 - 1000 ppm		Cada 10s	Aire de calidad aceptable	Informar, ventilar
1000 - 1500 ppm		Cada 2 s	Aire de calidad regular	Ajustar aforo, ventilar
Más de 1500 ppm		Cada 1s	Inaceptable	No operar hasta estar en rango aceptable

A partir del cuadro 1 se establece la lógica de las alertas que se muestra en la figura 2, donde se estableció un color y un sonido característico para cada rango de concentración de CO₂ según el nivel de aceptabilidad del aire, esto permite a los usuarios identificar de manera más intuitiva el estado de la ventilación del lugar y las acciones que se deben realizar en caso de que sea deficiente.

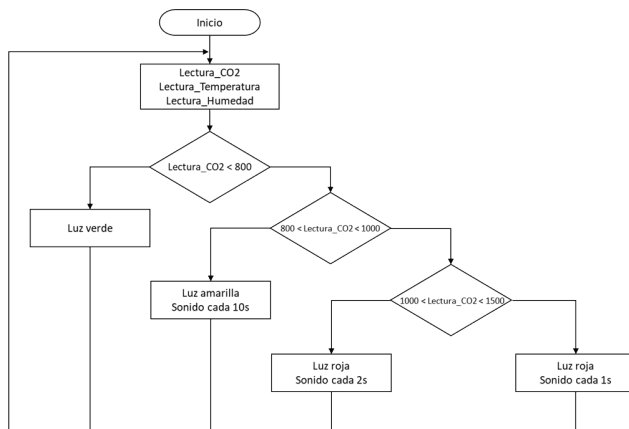


Figura 2. Diagrama de flujo para las alertas del sistema.

Diseño de la carcasa

El diseño de la carcasa, se realizó de acuerdo a los hallazgos obtenidos en las cinco etapas de la metodología planteada, en donde, se estableció que los usuarios involucrados en el diseño de la carcasa serían los estudiantes y profesores, estos interactúan con la carcasa en las aulas cuando las alarmas se activan, y el personal de mantenimiento, quienes son las encargadas de la instalación y de las tareas de mantenimiento del producto, por ejemplo, repuesto de componentes y la limpieza del producto.

Para facilitar la interacción entre el producto y los usuarios, la carcasa se diseñó bajo el concepto “Simple y resistente”, por medio de este concepto, el encapsulado posee una apariencia simple redondeada y compacta de tonos neutros que mimetizan con el entorno, también, esta se estructura de pocas piezas siendo fácil de instalar y ensamblar facilitando las diferentes interacciones con los usuarios (ver figura 3). Además, se definió que el producto sería estacionario, esto con el objetivo de evitar que las personas tengan un constante contacto con el producto, el cuál debe estar instalado a la altura de la respiración de las personas, un punto de referencia es a la altura de las pizarras.



Figura 3. Carcasa del sistema de detección de CO₂

En cuanto a la interfaz el producto posee un difusor de acrílico en la parte frontal que se ilumina para advertir al usuario sobre los niveles de CO₂, según lo establecido en el diseño del hardware, cuando se ilumina de color verde el usuario no realiza ninguna acción, en color amarillo deberá abrir ventanas y puertas, y en color rojo se recomienda desalojar el aula. A parte, posee unas rejillas por donde los aerosoles entran y el sonido de la bocina se emite,

un botón que permite reiniciar el sistema en caso de fallos, y una entrada USB para recargar la batería del sistema, además, en la parte posterior posee el código que permite registrar al detector en la aplicación [5].

Para la confección del primer prototipo de la carcasa y el sistema de montaje, estas se fabricaron mediante impresión 3D en plástico ABS, para las piezas que conforman el difusor se cortaron en láser en acrílico, estos procesos fueron seleccionados debido a su bajo costo, y su facilidad de acceso dentro de la Institución y en el país. Este primer prototipo fue validado con el fin de verificar su funcionalidad y realizar mejoras en el diseño, a partir de las diferentes validaciones se manufacturo un segundo prototipo, al cual se le modifico el tamaño general de la carcasa y de las estructuras internas, ya que los espacios internos para sostener los componentes eran más grandes de lo que se requería, esto permitió disminuir el costo de la carcasa y obtener un tamaño más compacto lo que facilita su fabricación (ver figura 4).

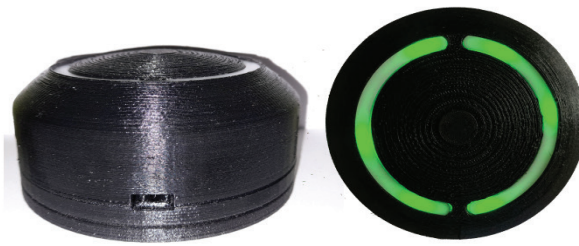


Figura 4. Prototipo Final del sistema.

Diseño de la interfaz digital

La aplicación fue diseñada con base en los resultados obtenidos en cada etapa de la metodología aplicada. De la etapa de investigación se destacan los arquetipos establecidos de personas que utilizarán la herramienta. Los cuales son, la persona administradora que posee las necesidades principales de monitorear las variables de la calidad del aire y recibir alertas en caso de emergencia, analizar los datos registrados a través del tiempo para tomar las decisiones pertinentes y administrar los dispositivos acordes a los espacios donde han sido instalados. Por otro lado, la persona encargada del mantenimiento; quien necesitará administrar los sensores y velar por el buen funcionamiento del sistema, también deberá llevar un registro en una bitácora de las acciones de mantenimiento realizadas. Todas estas necesidades se tradujeron en funciones que la aplicación satisface.

Para que la aplicación funcione, se requiere de una configuración inicial. En la sección llamada Sensores la aplicación permitirá agregar los dispositivos acordes a la ubicación donde se instalaron. Para esto, se añadió una función en la que los usuarios podrán subir imágenes de los croquis que representen cada piso que deseen monitorear en la sección de Edificios. Esta función presenta un beneficio a largo plazo para los usuarios, debido a que les permite reconocer eficazmente la ubicación de los dispositivos en los espacios monitoreados.

Entre las principales secciones de la aplicación se encuentra la pantalla inicial de Alertas, aquí se podrá revisar si se han registrado concentraciones de CO₂ deficientes o inaceptables en orden cronológico. Cada alerta se asocia al recinto donde está instalado el dispositivo y desplegará el valor a tiempo real de CO₂ medido, esto para validar si la situación fue resuelta en el espacio cerrado al escuchar la alarma del dispositivo o si se necesitan tomar más acciones para mejorar la calidad del aire.

El *look and feel* de la aplicación se estableció bajo el concepto de diseño “fresco y confiable”. Como se observa en la figura 5, la interfaz cuenta con una cromática de colores neutrales y celestes; que integra además los colores verde, amarillo y rojo para comunicar los estados de alertas comunicados por los dispositivos.

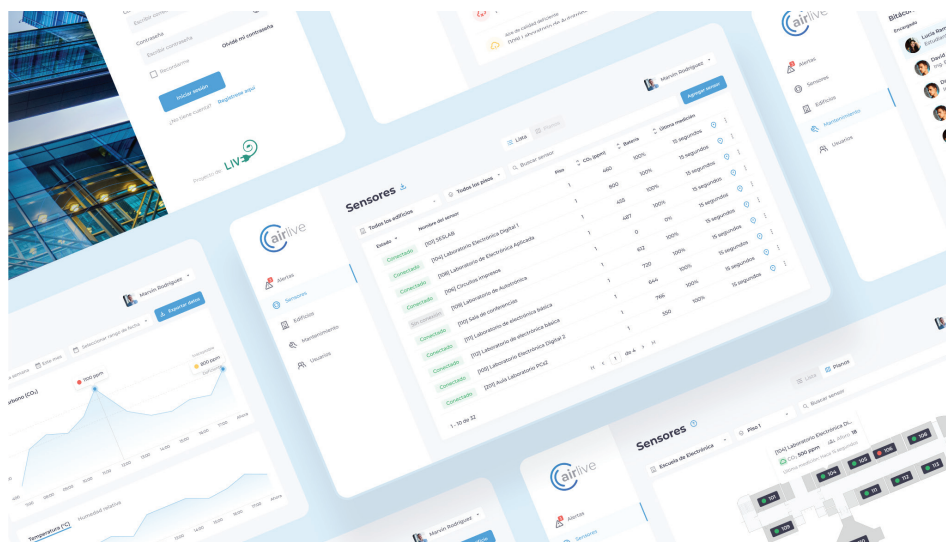


Figura 5. Pantallas de la aplicación diseñadas.

Conclusiones

A partir de los resultados de la investigación realizada en este proyecto se diseñó un sistema de detección de CO₂ para espacios cerrados que alerta a las personas cuando los niveles de CO₂ no son los aptos, requiriendo que se ventilen o desalojen las aulas para evitar los contagios de virus por transmisión de aerosoles. Este sistema fue desarrollado por equipo interdisciplinario de estudiantes el cual contempló el diseño del circuito, un prototipo de la carcasa y una aplicación, esto es importante, ya que permitió consolidar una solución integral que toma en consideración un sistema que mida la calidad del aire de forma exitosa y la experiencia de los usuarios al interactuar con las interfaces.

El diseño del circuito para este sistema cuenta con sensores de CO₂ estables y altamente selectivos, un microcontrolador capaz de transmitir los datos en tiempo real y controlar una serie de indicadores que le permiten a los ocupantes del espacio tomar acción sobre la ventilación y así disminuir la probabilidad de contagio de COVID-19.

Con relación a la carcasa, su diseño facilita los procesos de instalación, ensamble y mantenimiento con los usuarios, además, debido a su forma, tamaño y cantidad de piezas, permite ser fabricada con tecnologías disponibles dentro de la Institución lo cual ayuda a disminuir el costo total de su fabricación y no eleva el costo total del sistema.

Por otro lado, durante el diseño de la aplicación fue muy importante involucrar a personas que podrían llegar a interactuar con el sistema por medio de pruebas de usabilidad para identificar mejoras. La aplicación facilitará el monitoreo a tiempo real de forma remota y permitirá la visualización de los datos obtenidos, priorizando aquellas alertas que necesitan atención en caso de que se presenten concentraciones de CO₂ inadecuadas.

Finalmente, es importante contribuir con la reducción de contagios al brindar una alternativa a bajo costo que promueva el bienestar de las personas en los espacios cerrados al advertir sobre la mala ventilación de estos lugares. Además, este tipo de proyectos permite generar cultura entre los estudiantes al imponer retos donde aplican sus conocimientos.

Recomendaciones

Dado que este proyecto se realizó durante el II semestre del 2021, la totalidad de las validaciones con usuarios se efectuaron de forma virtual, por lo cual, es recomendable realizar pruebas adicionales con los usuarios para verificar aspectos de funcionamiento del sistema y su aplicación, con el objetivo de fortalecer la propuesta actual al mejorar las interfaces modificando o añadiendo nuevas funciones que ofrezcan una mejor experiencia a las personas.

Referencias

- [1] World Health Organization, "Coronavirus disease (COVID-19)", 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19>.
- [2] L. Morawska and D. Milton, "It Is Time to Address Airborne Transmission of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)", *Clinical Infectious Diseases*, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://academic.oup.com/cid/article/71/9/2311/5867798>.
- [3] Deutsche Welle, «¿Cómo eludir el coronavirus en interiores? Espacios cerrados siguen siendo principales focos de COVID-19,» DW.com, Marzo 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.dw.com/es/c%C3%B3mo-eludir-el-coronavirus-en-interiores-espacios-cerrados-siguen-siendo-principales-focos-de-covid-19/a-57053879>.
- [4] Unidad Institucional de Gestión Ambiental y Seguridad Laboral, «Procedimiento para la actuación sanitaria segura de los profesores, estudiantes y asistentes de los cursos presenciales de laboratorios, talleres y cursos prácticos,» GASEL TEC, 29 Enero 2021. [En línea]. Disponible en: https://www.tec.ac.cr/sites/default/files/media/doc/p-40_v1.pdf.
- [5] R. Monge, "Diseño de carcasa para sistema de detección de CO2 en espacios cerrados", Esc. Ing. en Dis. Ind., Tec.de Costa Rica, Cartago, 2021.
- [6] J. Nielsen, "Usability 101: Introduction to Usability", Nielsen Norman Group, 2012. [En línea]. Disponible en: <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>.
- [7] C. Segura, "Diseño de interfaz para el monitoreo de las variables relacionadas con la calidad del aire en espacios cerrados", Esc. Ing. en Dis. Ind., Tec.de Costa Rica, Cartago, 2021.
- [8] Hernández-Castro, F. "Metodología para el análisis y diseño de aplicaciones (usability cookbook)." Escuela de Diseño Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 2016
- [9] K. Gordon, "How to Draw a Wireframe (Even if You Can't Draw)", Nielsen Norman Group, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.nngroup.com/articles/draw-wireframe-even-if-you-cant-draw/>.
- [10] Vaisala, «Cómo medir el dióxido de carbono,» Vaisala, 2013. [En línea]. Disponible en: [vaisala.com/sites/default/files/documents/CEN-TIA-Parameter-How-to-measure-CO2-Application-note-B211228ES-A.pdf](https://www.vaisala.com/sites/default/files/documents/CEN-TIA-Parameter-How-to-measure-CO2-Application-note-B211228ES-A.pdf).
- [11] Ministerio de Salud de Costa Rica, «LS-SI-028. Lineamiento de ventilación para una calidad aceptable del aire en espacios interiores. (COVID-19),» 2021.




Microalgae-based approaches to overcome the effects of the COVID-19 pandemic

Enfoques basados en microalgas para superar los efectos de la pandemia por COVID-19

Kattia Núñez-Montero¹, Maritza Guerrero-Barrantes²,
Olman Gómez-Espinoza³

Núñez-Montero, K; Guerrero-Barrantes, M; Gómez-Espinoza, O. Microalgae-based approaches to overcome the effects of the COVID-19 pandemic. *Tecnología en Marcha*. Vol. 35, especial COVID-19. Mayo 2022. Pág. 84-93.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.6190>

- 1 Centro de Investigación en Biotecnología, Escuela de Biología, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: knunez@itcr.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0002-8629-5107>
- 2 Centro de Investigación en Biotecnología, Escuela de Biología, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: mguerrero@itcr.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0002-8253-5919>
- 3 Centro de Investigación en Biotecnología, Escuela de Biología, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: oespinoza@itcr.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0002-8878-078X>



Keywords

Economic recovery; aquaculture; genetic engineering; biomolecules; oral vaccines.

Abstract

At the end of 2019, a new coronavirus called severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) began to spread rapidly worldwide, to the point of becoming a pandemic by early 2020. After almost two years of living with this new disease, humanity continues to face one of its greatest crises, not only health-wise but also environmentally and economically. To alleviate some of the effects suffered worldwide by the pandemic, it is necessary to integrate new strategies in medical therapies and economic strengthening. Under this scenario, the present review presents the functionalities of microalgae that could be exploited to boost the areas most affected by the pandemic. Among the most promising benefits are the various biomolecules derived from microalgae that could be adjuvant therapies or preventive agents and their potential to become biofactories of antibodies or vaccines through genetic engineering. Finally, the development of microalgae-based industries could become a driver of the economy and a source of local employment generation. In this way, the positive impact of microalgae-derived products in pharmacological, environmental, and industrial fields that could be exploited to counteract the consequences of two years of the pandemic is presented.

Palabras clave

Reactivación económica; acuicultura; ingeniería genética; biomoléculas; vacunas orales.

Resumen

A finales del 2019 un nuevo coronavirus llamado coronavirus de tipo 2 causante del síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV-2) empezó a propagarse rápidamente a nivel mundial, al punto de convertirse en una pandemia para inicios del 2020. Después de casi dos años de vivir con esta nueva enfermedad, la humanidad sigue enfrentado una de sus mayores crisis, no solamente a nivel de salud, sino también ambiental y económico. Para poder aliviar algunos de los efectos sufridos mundialmente por la pandemia es necesario la integración de estrategias novedades en terapias médicas y fortalecimiento económico. Bajo este escenario, la presente revisión presenta las funcionalidades de las microalgas que podrían ser explotadas para impulsar las áreas más afectadas por la pandemia. Entre los beneficios más promisorios se destacan las diversas biomoléculas derivadas de microalgas que podrían ser terapias adyuvantes o agentes preventivos, así como su potencial para convertirse en biofábricas de anticuerpos o vacunas a través de ingeniería genética. Finalmente, el desarrollo de industrias a base de microalgas podría convertirse en un impulsor de la economía y una fuente de generación de empleos locales. De esta forma se expone el impacto positivo de los productos derivados de microalgas en ámbitos farmacológicos, ambientales e industriales que podrían explotarse para contrarrestar las consecuencias de dos años en pandemia.

Introduction

Coronaviruses are a diverse group of viruses belonging to the Coronaviridae family. These viruses can cause respiratory infections in several mammals -bats, camels, civets- and avian species. However, the symptoms of the coronavirus-associated disease vary across the different host species. In humans, coronavirus infections may be asymptomatic or accompanied by mild to severe respiratory infections, fever, cough, shortness of breath, and gastrointestinal irritation. In the worst scenario, especially in immunocompromised individuals, coronavirus infections may lead to severe pneumonia and, subsequently, the patient's death [1], [2]. In 2019, a novel

coronavirus, now known as Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus-2 (SARS-CoV-2), emerged with a new disease - Coronavirus disease 2019 (COVID-19)- causing an outbreak that has rapidly extended globally within a short period. Based on the severity of the disease and its rapid spread worldwide, the World Health Organization (WHO) declared COVID-19 a pandemic on March 11, 2020 [3].

The COVID-19 pandemic has hit humanity in an unprecedented way. By the end of June 2021 nearly four million lives had been lost worldwide. It threatens millions of people's lives all over the world every day. [4]. In turn, the effects of two years of the pandemic have been genuinely challenging in different spheres of life on earth. Human physiological and psychological effects are still being quantified [5]–[7]. COVID contamination, especially from plastic products, is alarming; millions of discarded single-use plastics (masks, gloves, aprons, and bottles of sanitizers) have been added to the terrestrial environment [8]. Moreover, as if that were not enough, the pandemic has had an unprecedented impact on the global economy, with entrepreneurs and small businesses generally being the most affected [4].

Therefore, it is imperative to propose comprehensive alternative solutions to impact the sectors most affected by the pandemic. The intervention to reduce the impact and spread of COVID-19 requires the development of policies and guidance through a collaborative effort among government, academia, medicine, and citizens [9]. The importance of interdisciplinary cooperation and bringing together the world's scientists to find appropriate solutions for controlling and managing the COVID-19 pandemic could positively alleviate the main effects, manage the pandemic more stably and prevent future pandemics such as the one we are experiencing [10].

In this scenario, in need of prompt and practical solutions, microalgae could emerge as a promising model to partially fight the effects of COVID 19. The bioeconomy that revolves around microalgae is widely known. Microalgae contribute to the economy by producing valuable biomass for human-related applications (pharmaceuticals, cosmetics, food, and feed). However, microalgae can contribute much more to the bioeconomy by increasing the current production capacity and developing new applications [11], including employment generation in this path. In this Mini-Review, the potential of microalgae to alleviate the effects of the COVID-19 pandemic is investigated from three approaches: production of natural compounds, impact on economic reactivation, and genetic engineering.

Microalgae cultures

Microalgae comprise a diverse polyphyletic group of microorganisms (eukaryotes and prokaryotes) characterized by photosynthesis. The wide range of biomolecules they synthesize (carbohydrates, lipids, proteins, and pigments) has made them commercially attractive organisms. It is estimated that about 44000 species of microalgae have been described worldwide, isolated from diverse environments such as freshwater, marine water, and hydrothermal sources [12]. Microalgae are unicellular organisms that generally inhabit aquatic environments; they can grow as individual cells or associated in chains or small colonies; and are found in many shapes and sizes, ranging from three to ten micrometers [13].

In recent years, microalgae have become a viable platform for numerous biotechnological applications such as the production of biofuels, vitamins, carotenoids, enzymes, pharmaceuticals, and recombinant proteins. In addition, their adaptive ability to grow fast in photobioreactors or open ponds, producing high yields of usable biomass for industrial applications, has attracted the attention of the research and development (R&D) sector [14], [15]. As a result, microalgae biomass production increased worldwide and reached 32.67 Mt [Fresh weight (FW)] in 2016. Algae biomass is supplied mainly by aquaculture [16]. In human consumption (nutraceuticals),

China is the primary producer of microalgal biomass globally. There are four main microalgae grown commercially. Among them, *Spirulina* (*Arthrospira* sp.) is the most extensive microalgal product by tonnage and value, followed by *Chlorella* sp., *Dunaliella* sp., and *Haematococcus* sp. [17].

The two most common methods of microalgae cultivation are open cultivation systems, such as open ponds, tanks, and raceway ponds, and controlled closed cultivation systems using different types of bioreactors [18]. The raceway ponds are one of the most frequently used and energy-efficient open pond types for microalgae cultivation. It consists of closed-loop channels around 30-cm deep and paddlewheel, enabling microalgae biomass recirculation [19]. On the other hand, closed cultivation systems are more efficient in quality. Although they present important challenges such as bio-fouling, overheating, cleaning issues, and very high capital costs for designing and operating [19], these systems can be operated in highly controlled conditions overcoming the disadvantages of an open cultivation system.

Microalgal value-added products against COVID 19

The biologically active compounds from microalgae as pharmaceuticals and nutraceuticals have received much attention recently. The biomedical applications of microalgae are widely recognized, and their extracts have been proven as antineoplastic, antimicrobial, antiviral, and antifungal. In addition, as being considered as GRAS (generally recognized as safe), their consumption by humans makes them feasible for health applications [20], [21].

Even though research involving metabolites from microalgae in several implicated immune-related pathways is still relatively few, several novel studies have been carried out to map the auxiliary effects of these metabolites on the immune response pathways using both *in vivo* and *in vitro* methods [22]. Furthermore, immunomodulation by microalgal metabolites might be important in the fight against COVID-19 since patients suffer from immunopathological damage brought upon by a reactive cytokine storm. This situation results from hyperactive inflammatory responses resulting in cytokine release syndrome (CRS). Herein we describe the main types of microalgal explored-metabolites and their promising effects on COVID-19 prevention and treatment.

Peptides and proteins

Although not yet tested against COVID 19, peptides and proteins derived from microalgae could be promising for adjuvant therapies due to their history as solid antivirals. These compounds include the Cyanovirin-N, a lectin protein extracted from the cyanobacteria *Nostoc ellipsosporum*. This molecule exhibited antiviral activities against human immunodeficiency virus (HIV), influenza, and the Ebola virus. Other lectins, such as microvirin, griffithsin, scytovirin, and phlorotannins, have also been tested to counteract several viruses, including HIV [23]. Furthermore, a novel microalgae peptide named griffithsin demonstrated the inhibition of viral entry for the cases of HIV, SARS-CoV-1, and MERS-CoV [23].

In 2020, Chen et al. [24] discovered a peptide from *Isochrysis zhanjiangensis* capable of blocking the angiotensin-I-converting enzyme (ACE); this enzyme is highly expressed in lungs and participates in vascular functions. During COVID-19 infection, the activity of this enzyme is altered, leading to an increase in cytokines in the blood. Therefore, the utilization of ACE inhibitor drugs has been proposed to mediate cytokine storms in COVID-19 patients, in the same way as would the peptide from *I. zhanjiangensis* [22]. Furthermore, *in silico* studies using bioinformatics tools such as molecular docking has identified promising active microalgal peptides against spike protein of COVID-19. For example, the peptide LDAVNR from *S. platensis* showed a strong inhibition interaction with the SARS-CoV-2 spike protein [25].

Pigments

Astaxanthin (3, 3'-dihydroxy- β , β' -carotene-4, 4'-dione) is a natural pigment, a carotenoid with anti-inflammatory, immunomodulatory, and antioxidative properties. It is currently found to have the strongest antioxidant capacity, which is 1,000 times of Vitamin E, 200 times of tea polyphenols, 100 times of α -tocopherol, 65 times of vitamin C, 17 times of grape seed [26]. It is produced mainly by the microalgae *Haematococcus pluvialis*. Preliminary reports have indicated that the administration of this carotenoid to COVID-19 patients could alleviate cytokine storm, thereby preventing acute respiratory distress syndrome (ARDS) and acute lung injury (ALI). This evidence may suggest a likely beneficial implication of microalgae sourced natural astaxanthin in SARS-CoV-2 infected individuals [27], [28]. In animal models, astaxanthin has been demonstrated to alleviate ALI/ARDS by offsetting the cytokine storm, inhibiting subsequent fibrosis, and increasing survival rates. Additionally, human clinical trials have proven its safety for human consumption with no noticeable side effects [29].

Phycocyanin, a blue pigment-protein obtained from *Spirulina*, is a potent inhibitor of NADPH oxidase, with anti-inflammatory, antioxidation, and anti-tumor activity [28]. Moreover, C-phycocyanin is an indispensable component of the cyanobacteria photosynthetic machinery, making it an abundant pigment in the cells [30]. In this sense, C-phycocyanin was proved to reduce the secretion levels of a protein, which causes cytokine storms in COVID-19 patients [23], [31]. In addition, *in silico* analyses have shown a great potential of phycocyanobilins (blue phycobilins) to inhibit SARS-CoV-2 polymerase [32].

Carbohydrates

Carrageenan is a sulfated polysaccharide of microalgae origin, inhibiting the attachment, transcription, and replication of viruses in host cells. It has been tested with a nasal spray containing zanamivir (antiviral drug) and carrageenan reported to exert synergistic effects on the influenza virus [28]. Calcium spirulan is another polysaccharide derived from *Spirulina*, which inhibits the replication of several viruses, such as influenza, mumps, and HIV [28], [33]. Other promissory carbohydrates include microalgae polysaccharides such as fucans, nostoflan, naviculan, alginates, galactans, and laminarin. These molecules have been tested in terms of their antiviral efficacy toward viruses such as dengue (DENV), HIV, hepatitis A virus (Hep A) virus, and herpes simplex virus-1 and -2 (HSV-1 and HSV-2) [23].

Crude extracts and other molecules

Different microalgae extracts have been proven to exhibit anti-inflammatory properties by acting on the NF- κ B pathway. This pathway is altered in COVID-19 patients, promoting CRS induction. Metabolites presented in microalgae extracts such as carotenoids and peptides have reported effective down-regulation on NF- κ B related pro-inflammatory cytokines. For example, peptides and violaxanthin from *Chlorella* sp., and crude carotenoid extracts, were able to reduce cytokine production in treated cells [22]. Furthermore, oxylipins isolated from *Chlamydomonas debaryana* and *Nannochloropsis gaditana* were able to reduce the dependent inflammatory generation of cytokines [22]. Furthermore, *S. platensis* could enhance the immune system response against viruses by activating immune cells and inducing the production of interferon-gamma, an important cytokine with antiviral activity [28], [33]. Other metabolites derived from microalgae such as diterpenes, bromophenol, the sulfated polysaccharide polymannuroguronate, and the fatty acids monogalactosyl diacylglycerol have shown viral inhibitions properties against different viruses [34].

Genetic Engineering: Biofactory of pharmaceutical compounds

Due to their low-cost and advantageous ecological production, microalgae can be used as biofactories for medical therapies while exploiting the most cutting-edge technologies on genetic modification. Molecular manipulation of microorganisms allows the heterologous expression of proteins, known as the introduction of genetic material encoding a protein from one species into the cell of another different species to produce it, which means the production of foreign proteins at desirable yields in controlled environments. This resource has provided the opportunity for custom-made microalgae-based drugs and therapies. In this sense, microalgae offer exceptional molecular machinery for producing highly complex molecules [35].

Oral vaccines based on microalgae biomass have been proposed using genetic modification for heterologous protein expression. Oral and other non-invasive administration routes represent low production costs for vaccines. In addition, due to their higher acceptance among the population, it is expected that oral vaccines improve immunization coverage and minimize the need for trained healthcare personnel due to the possibility of self-administration [36].

Hence oral microalgae-based vaccines allow the expression of complex heterologous proteins in a short time under controlled conditions in a low-cost culture media; and then some advances have been made on this technology. For example, an oral microalgae-based vaccine against Zika significantly elicited specific IgG and IgA immune response [37]. In this case, the authors produce 365 µg/g of the ZK protein in *Schizochytrium* sp. [37]. One of the main difficulties of this approach is the low expression yields and unstable production. However, an inducible geminiviral vector was developed recently (called Algevir), allowing the production of antigenic proteins from viral proteins and bacterial toxins at high levels [38]. Other microalgae-based vaccines have been tested at the pre-clinical level [39], including candidates against the Human papillomavirus [40] and Malaria parasitemia [41], both by protein expression on the model algae *C. reinhardtii*; and nuclear HIV antigen expression in the same species [42]. Hence, apart from the potential discovery of novel antiviral compound on microalgae, the advances in molecular manipulation on these microorganisms also offers the opportunity to create new vaccines against COVID-19.

The antibodies and cytokines are another relevant example of biopharmaceuticals for therapy produced in modified microalgae. Promising effects have been reported by antibodies integrated on the chloroplast of *C. reinhardtii* to fight cancer [35] and against Botulinum neurotoxin [43]. Other authors have shown a significant effect on malignant progression by microalgae-produced cytokines such as IFN-α, which prevent chronic viral diseases and some cancers [44]. The ability of some microalgae species to secrete antibodies highlights their potential for producing glycosylated antigens, providing valuable premise to design strategies for the production of SARS-CoV-2 S protein, RBD, and anti-SARS-CoV-2 antibodies [45]. Moreover, the studies on the oral delivery of nanoantibodies are promising [43], [45].

Finally, an innovative approach recently reported for modified microalgae is their use as delivery vehicles interference RNA (RNAi) [46]. The development of this technology for human therapies needs important advances on the ethical issues regarding genic therapies. However, notable innovations are expected regarding coronaviruses therapy since promising results preventing the replication of this type of virus have been made using the RNAi technology [47], and some authors have already proposed specific RNAi to fight SARS-CoV-2 [48].

Microalgae in economic reactivation: the aquaculture example

The COVID 19 pandemic circumstances offer new opportunities to create new jobs, technologies, and infrastructure to engineer a climate-friendly and sustainable future economy [49]. The pandemic has driven unemployment to its highest levels since the Great Depression

in several parts of the world. For example, from March to April 2020 unemployment rate in the United States increased from 4.4% to over 14.7% [50]. Therefore, there is a global need to revive the economy and generate new quality jobs. Microalgal biotechnology is presented as an opportunity to generate a productive industry that meets the needs of developing countries, contributing to the economic, social, and environmental areas. Furthermore, it can be integrated into various agro-industrial processes to obtain high value-added products from waste sources that have not been used [51].

Rumin et al. (2020) identified the top six driving microalgae market opportunities in Europe. These six significant market opportunities were biofuels, bioplastics, biofertilizers, nutraceuticals, pharmaceuticals, and cosmetics. They also pointed out two areas that were making good progress, such as harvesting and extraction technologies and advances in the development of genetically modified microalgae [52]. Other interesting report concluded that the main promising markets for microalgae in the coming decades are the production of proteins for food and health applications (including vaccines and recombinant proteins), the production of polysaccharides and antibiotics, and the use of microalgae for bioremediation and biofertilization [53].

This versatility of economic opportunities offered by microalgae opens the door to new cutting-edge applications and markets. For example, expanding the activities of growing microalgae in developing countries to derive and sell products may be a strategy that could help eradicate poverty by creating local jobs and generating new sources of income for the population [54].

As an example of an economic reactivation model, microalgae could positively impact the local aquaculture business. Fisheries and aquaculture are two systems that are highly vulnerable to the effects associated with COVID-19. According to Food and Agriculture Organization, each stage in the chain of fisheries and aquaculture processes is susceptible to being disrupted or stopped by impacts from COVID-19. For example, suppose one of these links (buyer-seller) is broken by the disease. In that case, the result will be a cascading chain of disruptions affecting livelihoods (of fishers) and food security [55].

Feed inputs for aquaculture production represent between 40 and 75% of production costs [56]. In this sense, microalgae have several attractive characteristics, widely validated, to be a sustainable fish food and feed solution [57]. Therefore, aquaculture is a promising sector and market of high global importance for protein production, which could exploit the potential offered by microalgal crops to grow the fish industry, and by side effects, the economy.

Finally, in a context where it is necessary to generate sustainable industries with low environmental impact, the diverse microalgae applications could be considered one of the foremost players in the clean energy market and hold future promise for developing countries in creating more jobs and opportunities [58]. Moreover, microalgae could contribute to sustainable development thanks to their capacity to mitigate CO₂, supply energy and food security, treat wastewater, combat malnutrition, create jobs, and stimulate economic growth [54].

Challenges and future perspectives

In the present review, we addressed three approaches where microalgae could help overcome several of the effects generated by the COVID 19 pandemic. Based on the evaluated reports, it could be deduced that although it will not replace SARS-CoV-2 vaccinations, microalgal biomolecules may be effective candidates for the adjuvant therapy of COVID-19 patients, mainly to prevent cytokine storms once the patients are diagnosed. Of course, these promising algal molecules must go through the regulatory and testing processes, but they are an alternative to consider because of their bioactivity advantages and low-cost production. Moreover, new genetic engineering tools could take microalgae to a new level, turning them into biofactories to

produce numerous biomolecules such as antibodies or cytokines. Also, their GRAS quality could make them great candidates for future oral vaccines, which would help control the delivery of vaccines in isolated and developing regions.

Although microalgae have been the panacea for various global problems for several years, the lack of support and investment in technologies (e.g., harvesting and packaging) has slowed progress in generating solutions. COVID-19 ravages highlight the need to invest and exploit the true potential of microalgae and might represent the beginning of laboratory results translation to products that can be accessed and used by the entire population.

References

- [1] A. Sharma, I. Ahmad Farouk, and S. K. Lal, "COVID-19: A Review on the Novel Coronavirus Disease Evolution, Transmission, Detection, Control and Prevention," *Viruses*, vol. 13, no. 2, Feb. 2021, doi: 10.3390/V13020202.
- [2] B. Hu, H. Guo, P. Zhou, and Z. L. Shi, "Characteristics of SARS-CoV-2 and COVID-19," *Nat. Rev. Microbiol.* 2020 193, vol. 19, no. 3, pp. 141–154, Oct. 2020, doi: 10.1038/s41579-020-00459-7.
- [3] S. Baloch, M. A. Baloch, T. Zheng, and X. Pei, "The Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pandemic," *Tohoku J. Exp. Med.*, vol. 250, no. 4, pp. 271–278, 2020, doi: 10.1620/TJEM.250.271.
- [4] M. Belitski, C. Guenther, A. S. Kritikos, and R. Thurik, "Economic effects of the COVID-19 pandemic on entrepreneurship and small businesses," *Small Bus. Econ.*, p. 8274, 2021, doi: 10.1007/S11187-021-00544-Y.
- [5] A. M. Abbas *et al.*, "Psychological effect of COVID-19 on medical health-care workers," <https://doi.org/10.1080/013651501.2020.1791903>, vol. 25, no. 2, pp. 1–2, 2020, doi: 10.1080/13651501.2020.1791903.
- [6] M. Yıldırım, Ö. Akgül, and E. Geçer, "The Effect of COVID-19 Anxiety on General Health: the Role of COVID-19 Coping," *Int. J. Ment. Health Addict.*, p. 1, 2021, doi: 10.1007/S11469-020-00429-3.
- [7] G. White-Dzuro *et al.*, "Multisystem effects of COVID-19: a concise review for practitioners," *Postgrad. Med.*, vol. 133, no. 1, pp. 20–27, 2021, doi: 10.1080/00325481.2020.1823094.
- [8] N. U. Benson, D. E. Bassegy, and T. Palanisami, "COVID pollution: impact of COVID-19 pandemic on global plastic waste footprint," *Heliyon*, vol. 7, no. 2, p. e06343, Feb. 2021, doi: 10.1016/J.HELIYON.2021.E06343.
- [9] G. Thakur *et al.*, "COVID-19 Joint Pandemic Modeling and Analysis Platform," *Proc. 1st ACM SIGSPATIAL Int. Work. Model. Underst. Spread COVID-19, COVID-192020*, pp. 43–52, Nov. 2020, doi: 10.1145/3423459.3430760.
- [10] N. Moradian *et al.*, "Interdisciplinary Approaches to COVID-19," *Adv. Exp. Med. Biol.*, vol. 1318, pp. 923–936, 2021, doi: 10.1007/978-3-030-63761-3_52.
- [11] F. G. A. Fernández, A. Reis, R. H. Wijffels, M. Barbosa, V. Verdelho, and B. Llamas, "The role of microalgae in the bioeconomy," *N. Biotechnol.*, vol. 61, pp. 99–107, Mar. 2021, doi: 10.1016/J.NBT.2020.11.011.
- [12] O. Gómez-Espinoza, M. Guerrero-Barrantes, K. Meneses-Montero, and K. Núñez-Montero, "Identification of a microalgae collection isolated from Costa Rica by 18s rDNA sequencing," *Acta Biol. Colomb.*, vol. 23, no. 2, pp. 199–204, 2018.
- [13] D. de Freitas Coêlho *et al.*, "Microalgae: Cultivation Aspects and Bioactive Compounds," *Brazilian Arch. Biol. Technol.*, vol. 62, p. 19180343, Jun. 2019, doi: 10.1590/1678-4324-2019180343.
- [14] O. Gómez-Espinoza *et al.*, "Transformación genética de *Chlorella sorokiniana* mediada por *Agrobacterium tumefaciens*," *Rev. Tecnol. en Marcha*, vol. 31, no. 1, pp. 160–166, Mar. 2018, doi: 10.18845/TM.V31I1.3505.
- [15] J. A. Liber, A. E. Bryson, G. Bonito, and Z. Y. Du, "Harvesting Microalgae for Food and Energy Products," *Small Methods*, vol. 4, no. 10, p. 2000349, Oct. 2020, doi: 10.1002/SMTD.202000349.
- [16] R. Araújo *et al.*, "Current Status of the Algae Production Industry in Europe: An Emerging Sector of the Blue Bioeconomy," *Front. Mar. Sci.*, vol. 7, p. 1247, Jan. 2021, doi: 10.3389/FMARS.2020.626389/BIBTEX.
- [17] J. Chen, Y. Wang, J. Benemann, X. Zhang, H. Hu, and S. Qin, "Microalgal industry in China: challenges and prospects," *J. Appl. Phycol.*, vol. 28, no. 2, pp. 715–725, 2016, doi: 10.1007/s10811-015-0720-4.
- [18] R. R. Narala *et al.*, "Comparison of microalgae cultivation in photobioreactor, open raceway pond, and a two-stage hybrid system," *Front. Energy Res.*, vol. 4, no. AUG, p. 29, 2016, doi: 10.3389/FENRG.2016.00029/BIBTEX.
- [19] J. Sen Tan *et al.*, "A review on microalgae cultivation and harvesting, and their biomass extraction processing using ionic liquids," <https://doi.org/10.1080/21655979.2020.1711626>, vol. 11, no. 1, pp. 116–129, Jan. 2020, doi: 10.1080/21655979.2020.1711626.



- [20] D. Jha, V. Jain, B. Sharma, A. Kant, and V. K. Garlapati, "Microalgae-based Pharmaceuticals and Nutraceuticals: An Emerging Field with Immense Market Potential," *ChemBioEng Rev.*, vol. 4, no. 4, pp. 257–272, Aug. 2017, doi: 10.1002/CBEN.201600023.
- [21] T. A. Olasehinde, A. O. Olaniran, A. I. Okoh, and P. Koulen, "Therapeutic Potentials of Microalgae in the Treatment of Alzheimer's Disease," *Molecules*, vol. 22, no. 3, Mar. 2017, doi: 10.3390/MOLECULES22030480.
- [22] C. L. Wan Afifudeen, K. Y. Teh, and T. S. Cha, "Bioprospecting of microalgae metabolites against cytokine storm syndrome during COVID-19," *Mol. Biol. Rep.*, 2021, doi: 10.1007/S11033-021-06903-Y.
- [23] W. Y. Chia, H. Kok, K. W. Chew, S. S. Low, and P. L. Show, "Can algae contribute to the war with Covid-19?," *Bioengineered*, vol. 12, no. 1, pp. 1226–1237, 2021, doi: 10.1080/21655979.2021.1910432.
- [24] J. Chen *et al.*, "Mechanism Analysis of a Novel Angiotensin-I-Converting Enzyme Inhibitory Peptide from *Isochrysis zhanjiangensis* Microalgae for Suppressing Vascular Injury in Human Umbilical Vein Endothelial Cells," *J. Agric. Food Chem.*, vol. 68, no. 15, pp. 4411–4423, Apr. 2020, doi: 10.1021/ACS.JAFC.0C00925/SUPPL_FILE/JF0C00925_SI_001.PDF.
- [25] D. MubarakAli, J. MohamedSaalis, R. Sathya, N. Irfan, and J. W. Kim, "An evidence of microalgal peptides to target spike protein of COVID-19: In silico approach," *Microb. Pathog.*, vol. 160, p. 105189, Nov. 2021, doi: 10.1016/J.MICPATH.2021.105189.
- [26] Y. Ren *et al.*, "Using green alga *Haematococcus pluvialis* for astaxanthin and lipid co-production: Advances and outlook," *Bioresour. Technol.*, vol. 340, p. 125736, Nov. 2021, doi: 10.1016/J.BIORTECH.2021.125736.
- [27] J. Talukdar, S. Dasgupta, V. Nagle, and B. Bhadra, "COVID-19: Potential of Microalgae Derived Natural Astaxanthin As Adjunctive Supplement in Alleviating Cytokine Storm," *SSRN Electron. J.*, Apr. 2020, doi: 10.2139/SSRN.3579738.
- [28] F. Khavari, M. Saidijam, M. Taheri, and F. Nouri, "Microalgae: therapeutic potentials and applications," *Mol. Biol. Rep.*, vol. 48, no. 5, p. 1, May 2021, doi: 10.1007/S11033-021-06422-W.
- [29] J. Talukdar, B. Bhadra, T. Dattaroy, V. Nagle, and S. Dasgupta, "Potential of natural astaxanthin in alleviating the risk of cytokine storm in COVID-19," *Biomed. Pharmacother.*, vol. 132, p. 110886, Dec. 2020, doi: 10.1016/J.BIOPHA.2020.110886.
- [30] T. Minato *et al.*, "Non-conventional octameric structure of C-phycoerythrin," *Commun. Biol.* 2021 41, vol. 4, no. 1, pp. 1–10, Oct. 2021, doi: 10.1038/s42003-021-02767-x.
- [31] A. Tzachor, O. Rozen, S. Khatib, S. Jensen, and D. Avni, "Photosynthetically Controlled *Spirulina*, but Not Solar *Spirulina*, Inhibits TNF- α Secretion: Potential Implications for COVID-19-Related Cytokine Storm Therapy," *Mar. Biotechnol.*, vol. 23, no. 1, pp. 149–155, Feb. 2021, doi: 10.1007/S10126-021-10020-Z/FIGURES/3.
- [32] A. Bhatt, P. Arora, and S. K. Prajapati, "Can Algal Derived Bioactive Metabolites Serve as Potential Therapeutics for the Treatment of SARS-CoV-2 Like Viral Infection?," *Front. Microbiol.*, vol. 11, p. 2668, Nov. 2020, doi: 10.3389/FMICB.2020.596374/BIBTEX.
- [33] S. Singh, V. Dwivedi, D. Sanyal, and S. Dasgupta, "Therapeutic and Nutritional Potential of *Spirulina* in Combating COVID-19 Infection," *AIJR Prepr.*, May 2020, doi: 10.21467/PREPRINTS.49.
- [34] D. Reynolds *et al.*, "Viral inhibitors derived from macroalgae, microalgae, and cyanobacteria: A review of antiviral potential throughout pathogenesis," *Algal Res.*, vol. 57, p. 102331, Jul. 2021, doi: 10.1016/J.ALGAL.2021.102331.
- [35] M. Tran *et al.*, "Production of unique immunotoxin cancer therapeutics in algal chloroplasts," *Proc. Natl. Acad. Sci.*, vol. 110, no. 1, pp. E15–E22, Jan. 2013, doi: 10.1073/PNAS.1214638110.
- [36] J. E. Vela Ramirez, L. A. Sharpe, and N. A. Peppas, "Current state and challenges in developing oral vaccines," *Adv. Drug Deliv. Rev.*, vol. 114, pp. 116–131, May 2017, doi: 10.1016/J.ADDR.2017.04.008.
- [37] V. A. Márquez-Escobar, B. Bañuelos-Hernández, and S. Rosales-Mendoza, "Expression of a Zika virus antigen in microalgae: Towards mucosal vaccine development," *J. Biotechnol.*, vol. 282, pp. 86–91, Sep. 2018, doi: 10.1016/J.JBIOTECH.2018.07.025.
- [38] B. Bañuelos-Hernández, E. Monreal-Escalante, O. González-Ortega, C. Angulo, and S. Rosales-Mendoza, "Algevir: An expression system for microalgae based on viral vectors," *Front. Microbiol.*, vol. 8, no. JUN, p. 1100, Jun. 2017, doi: 10.3389/FMICB.2017.01100/BIBTEX.
- [39] A. Ramos-Vega, C. Angulo, B. Bañuelos-Hernández, and E. Monreal-Escalante, "Microalgae-made vaccines against infectious diseases," *Algal Res.*, vol. 58, p. 102408, Oct. 2021, doi: 10.1016/J.ALGAL.2021.102408.
- [40] O. C. Demurtas, S. Massa, P. Ferrante, A. Venuti, R. Franconi, and G. Giuliano, "A *Chlamydomonas*-Derived Human Papillomavirus 16 E7 Vaccine Induces Specific Tumor Protection," *PLoS One*, vol. 8, no. 4, p. e61473, Apr. 2013, doi: 10.1371/JOURNAL.PONE.0061473.

- [41] J. A. Gregory *et al.*, "Algae-Produced Pfs25 Elicits Antibodies That Inhibit Malaria Transmission," *PLoS One*, vol. 7, no. 5, p. e37179, May 2012, doi: 10.1371/JOURNAL.PONE.0037179.
- [42] R. Barahimipour, J. Neupert, and • Ralph Bock, "Efficient expression of nuclear transgenes in the green alga *Chlamydomonas*: synthesis of an HIV antigen and development of a new selectable marker," *Plant Mol. Biol.*, vol. 90, doi: 10.1007/s11103-015-0425-8.
- [43] D. J. Barrera *et al.*, "Algal chloroplast produced camelid VHH antitoxins are capable of neutralizing botulinum neurotoxin," *Plant Biotechnol. J.*, vol. 13, no. 1, pp. 117–124, Jan. 2015, doi: 10.1111/PBI.12244.
- [44] Y. El-Ayouty, I. El-Manawy, S. Nasih, E. Hamdy, and R. Kebeish, "Engineering *Chlamydomonas reinhardtii* for Expression of Functionally Active Human Interferon- α ," *Mol. Biotechnol.*, vol. 61, no. 2, pp. 134–144, Feb. 2019, doi: 10.1007/S12033-018-0143-Y/TABLES/4.
- [45] S. Rosales-Mendoza, I. García-Silva, O. González-Ortega, J. M. Sandoval-Vargas, A. Malla, and S. Vimolmangkang, "The Potential of Algal Biotechnology to Produce Antiviral Compounds and Biopharmaceuticals," *Mol. 2020, Vol. 25, Page 4049*, vol. 25, no. 18, p. 4049, Sep. 2020, doi: 10.3390/MOLECULES25184049.
- [46] M. Journal *et al.*, "Kumar et al. MWJ 2013, 4:6 (GCE special issue) Development of an RNAi based microalgal larvicide to control mosquitoes," vol. 4, no. 6, 2013.
- [47] C. J. Wu, H. W. Huang, C. Y. Liu, C. F. Hong, and Y. L. Chan, "Inhibition of SARS-CoV replication by siRNA," *Antiviral Res.*, vol. 65, no. 1, pp. 45–48, Jan. 2005, doi: 10.1016/J.ANTIVIRAL.2004.09.005.
- [48] U. F. Chowdhury, M. U. Sharif Shohan, K. I. Hoque, M. A. Beg, M. K. Sharif Siam, and M. A. Moni, "A computational approach to design potential siRNA molecules as a prospective tool for silencing nucleocapsid phosphoprotein and surface glycoprotein gene of SARS-CoV-2," *Genomics*, vol. 113, no. 1 Pt 1, pp. 331–343, Jan. 2021, doi: 10.1016/J.YGENO.2020.12.021.
- [49] R. J. Wicker, G. Kumar, E. Khan, and A. Bhatnagar, "Emergent green technologies for cost-effective valorization of microalgal biomass to renewable fuel products under a biorefinery scheme," *Chem. Eng. J.*, vol. 415, p. 128932, Jul. 2021, doi: 10.1016/J.CEJ.2021.128932.
- [50] A. Suomi, T. P. Schofield, and P. Butterworth, "Unemployment, Employability and COVID19: How the Global Socioeconomic Shock Challenged Negative Perceptions Toward the Less Fortunate in the Australian Context," *Front. Psychol.*, vol. 11, p. 2745, Oct. 2020, doi: 10.3389/FPSYG.2020.594837/BIBTEX.
- [51] F. Villalta-Romero, F. Murillo-Vega, B. Martínez-Gutiérrez, J. Valverde-Cerdas, A. Sánchez-Kopper, and M. Guerrero-Barrantes, "Biotecnología microalgal en Costa Rica: Oportunidades de negocio para el sector productivo nacional," *Rev. Tecnol. en Marcha*, vol. 32, pp. 85–93, Sep. 2019, doi: 10.18845/TM.V32I9.4634.
- [52] J. Rumin, E. Nicolau, R. G. de Oliveira, C. Fuentes-Grünwald, and L. Picot, "Analysis of Scientific Research Driving Microalgae Market Opportunities in Europe," *Mar. Drugs 2020, Vol. 18, Page 264*, vol. 18, no. 5, p. 264, May 2020, doi: 10.3390/MD18050264.
- [53] J. Rumin, R. G. de Oliveira Junior, J. B. Bérard, and L. Picot, "Improving Microalgae Research and Marketing in the European Atlantic Area: Analysis of Major Gaps and Barriers Limiting Sector Development," *Mar. Drugs 2021, Vol. 19, Page 319*, vol. 19, no. 6, p. 319, May 2021, doi: 10.3390/MD19060319.
- [54] S. Merlo, X. Gabarrell Durany, A. Pedroso Tonon, and S. Rossi, "Marine Microalgae Contribution to Sustainable Development," *Water 2021, Vol. 13, Page 1373*, vol. 13, no. 10, p. 1373, May 2021, doi: 10.3390/W13101373.
- [55] FAO, *The impact of COVID-19 on fisheries and aquaculture food systems, possible responses: Information paper*. Rome, 2021.
- [56] P. K. Sarker, A. R. Kapuscinski, B. McKuin, D. S. Fitzgerald, H. M. Nash, and C. Greenwood, "Microalgae-blend tilapia feed eliminates fishmeal and fish oil, improves growth, and is cost viable," *Sci. Reports 2020 101*, vol. 10, no. 1, pp. 1–14, Nov. 2020, doi: 10.1038/s41598-020-75289-x.
- [57] P. Han, Q. Lu, L. Fan, and W. Zhou, "A Review on the Use of Microalgae for Sustainable Aquaculture," *Appl. Sci. 2019, Vol. 9, Page 2377*, vol. 9, no. 11, p. 2377, Jun. 2019, doi: 10.3390/APP9112377.
- [58] L. Zhu, S. Huo, and L. Qin, "A Microalgae-Based Biodiesel Refinery: Sustainability Concerns and Challenges," *Int. J. Green Energy*, vol. 12, no. 6, pp. 595–602, Jun. 2015, doi: 10.1080/15435075.2013.867406.

Sindemia por “COVID-19” en América al 31/10/2021

COVID-19 syndemic in America up to october 31st, 2021

Darner A. Mora-Alvarado¹

Mora-Alvarado, D.A. Sindemia por “COVID-19” en América al 31/10/2021. *Tecnología en Marcha*. Vol. 35, especial COVID-19. Mayo 2022. Pág. 94-106.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.6023>

¹ Microbiólogo y Químico Clínico/ Máster en Salud Pública. Director del Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica. Correo electrónico: dmora@aya.go.cr



Palabras clave

Clima; contagio; declinación; patología; sindemia.

Resumen

El presente estudio describe la evolución de la “COVID-19” en los 35 países del Continente Americano, al 31 de octubre del 2021, mediante el análisis de reportes diarios disponibles en Internet como “Our World in Data”, “JHU CSSE COVID-19 Data”, entre otros. Los resultados indican que nueve países (25,7%) presentan una tendencia al incremento de casos, mientras que en 26 naciones (74,3%) se observa una persistente declinación de los mismos. Además, se presentó la letalidad y los avances de la vacunación en los países estudiados.

En este contexto, un aspecto importante es la paradoja que se presenta en Chile, que tiene tendencia al incremento de contagios a pesar de contar con un 85% de la población con el esquema de vacunación completa. Por último, se recomienda realizar estudios locales más profundos, utilizando los aspectos climáticos y la evolución de esta patología en cada uno de los países de América.

Keywords

Climate; contagion; decline; pathology; syndemic.

Abstract

The present study shows the evolution of COVID-19 in 35 Latin American countries up to October 31st of 2021 according to daily reports from “Our World in Data”, “JHU CSSE COVID-19 Data”, and other sources. Results indicates that 9 countries (25.7 %) show a trend towards an increase of infections, whereas 26 countries (74.3 %) show a decline of infections. Furthermore, mortality and vaccination progress were showed for the 35 nations. An important aspect is the paradox in Chile that shows a trend towards an increase of infections where 85 % of the national population is fully vaccinated. Lastly, more profound research in each country is recommended, including climatic aspects and COVID-19 evolution.

Introducción

El Continente Americano es habitado por aproximadamente 970.040.000 personas distribuidas en 42.549.000 Km², para una densidad poblacional de 22,8 hab/Km² [1], y dividido en 35 países muy heterogéneos y con grandes desigualdades. La sindemia por “COVID-19” en América es una epidemia continental, en donde la sinergia entre el agente infeccioso y las enfermedades crónicas de las personas afectadas, en medio de las inequidades sociales de las respectivas poblaciones, concuerdan con el concepto de sindemia, la cual es más que una pandemia. La detección del primer caso de la enfermedad tuvo lugar en los EUA el 21/07/2020, un hombre de 30 años originario del estado de Washington que recientemente había viajado a China, país en donde se originó el coronavirus “SARS-CoV-2” [2, 3]. Esta crisis sanitaria fue calificada como “Pandemia”, por la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 11/03/2020, la cual se ha extendido al menos a 228 naciones del mundo, incluidos los 35 países del Continente Americano.

Basado en esto, el suscrito ha elaborado más de 200 artículos escritos y estudios específicos, con el propósito de dar seguimiento, en tiempo real, de esta crisis sanitaria, económica y social, entre las que destaca la titulada “*Estaciones Climáticas y la Sindemia de la COVID-19 en América Latina*” [4], del año 2021.

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo describir la evolución de la patología “COVID-19” en los países del Continente Americano, al 31/10/2021.

Metodología

Recolección de datos

Para cumplir con el objetivo de este estudio se recolectaron los datos publicados y actualizados diariamente en Internet, a saber:

- Datosmacro.com. En línea: <https://datosmacro.expansion.com/> [5]
- De Our World in Data. En línea. <https://ourworldindata.org/coronavirus> [6, 7]
- De JHU CSSE COVID-19 Data. En línea. <https://coronavirus.jhu.edu/map.html> [8]
- Statista GmbH [9]

Comparación de América con los otros cuatro continentes, según contagios, muertes y letalidad por “COVID-19”

Mediante el análisis de la literatura de internet, se recolectan los datos de casos, muertes y letalidad para los cinco continentes. En el cuadro 1 se presenta el número continental de casos y muertes por “COVID-19”, al 24/10/2021.

Países de América estudiados

Los 35 países del Continente Americano se dividieron en naciones continentales (tierra adentro), e insulares. Los países estudiados son los siguientes:

Países continentales: Canadá, Costa Rica, Perú, EUA, Panamá, Bolivia, México, Surinam, Uruguay, Belice, Colombia, Argentina, Guatemala, Venezuela, Chile, Honduras, Ecuador, Guyana, El Salvador, Brasil, Nicaragua y Paraguay.

Países insulares: Bahamas, Granada, Dominica, Cuba, Jamaica, Haití, Santa Lucía, Trinidad y Tobago, Antigua y Barbuda, San Cristóbal y Nieves, San Vicente y Granadinas y República Dominicana.

Clasificación de las naciones americanas según la evolución de la patología “COVID-19” al 31/10/2021

Para efectos prácticos, los países del Continente Americano, incluidas las naciones insulares, se dividieron en los siguientes dos grupos:

- **Grupo 1:** Países con tendencia a incrementos de casos al 31/10/2021.
- **Grupo 2:** Países con declinación de contagios al 31/10/2021.

Resultados

Mapa con la distribución de los países en América [10]

En la figura 1 se presenta un mapa con la distribución de los países en América.



Figura 1. Mapa con la ubicación de los países en América. Fuente: <https://www.saberespractico.com/geografia/capitales/paises-y-capitales-de-america/>

Países con tendencia a incrementos de “COVID-19” al 31/10/2021

El cuadro 1 resume los países de América con tendencia al incremento de contagios por “COVID-19”, al 31/10/2021.

Cuadro 1. Grupo 1. Países con tendencia al aumento de casos diarios en América, según casos, muertes, letalidad y vacunación al 24/10/2021.

Países	Población	Casos COVID-19	Muertes	Letalidad %	Avance en la vacunación completa %
Belice	419.000	26.798	491	1,83	49,5
El Salvador	6.325.827	111.428	3.629	3,2	58,4
Venezuela	28.435.942	407.727	4.891	1,20	21,8
Bolivia	11.800.000	513.584	18.925	3,68	32,8
Chile	19.120.000	1.695.048	37.767	2,23	75,5
Rep. Dominicana	10.850.000	381.667	4.130	1,08	49,0
Haití	11.402.533	23.960	671	2,80	0,3
Trinidad y Tobago	1.399.491	57.329	1.696	2,96	43,7
Barbados	287.371	17.763	153	0,86	43,9

Fuente: datosmacro.expansion.com

Países con declinación de contagios por “COVID-19” en América al 31/10/2021

El cuadro 2 presenta los países con declinación de contagios por “COVID-19” al 31/10/2021.

Cuadro 2. Países con declinación de casos diarios de “COVID-19”, según casos confirmados, muertes, letalidad y vacunación

País	Población	Casos por COVID-19	Muertes	% Letalidad	Avance en vacunación completa
Canadá	38.246.108	1.723.506	29.022	1,68	74,2
EUA	329.770.000	45.984.022	746.424	1,62	58,2
México	127.792.000	3.807.211	288.365	7,57	46,8
Guatemala	17.109.746	601.657	15.094	2,51	17,8
Honduras	9.904.608	375.381	10.239	2,73	30,0
Nicaragua	6.496.000	16.422	208	1,70	5,6
Costa Rica	5.128.000	559.698	7.029	1,26	49,3
Panamá	4.316.000	472.664	7.315	1,55	55,3
Colombia	50.372.000	5.002.387	127.281	2,54	41,5
Ecuador	17.511.000	515.859	32.958	6,39	57,6
Brasil	212.559.409	21.810.855	607.824	2,78	55,6
Paraguay	7.133.000	461.006	16.246	3,52	33,1
Perú	33.304.000	2.201.796	200.246	9,09	48,2
Uruguay	3.473.727	393.899	6.084	1,54	75,4
Argentina	45.376.763	5.288.807	115.950	2,19	56,6
Cuba	11.330.000	952.001	8.236	0,87	63,3
Guyana	786.559	35.548	913	2,57	34,5
Surinam	586.632	49.019	1.092	2,23	35,0
Granada	232.208	5.857	198	3,38	27,9
Jamaica	2.961.161	89.482	2.265	2,58	13,6
Antigua y Barbuda	97.928	4.075	106	2,60	51,8
San Vicente y Granadinas	110.947	5.123	69	1,35	17,5
Santa Lucía	183.629	12.680	261	1,38	23,01
Bahamas	393.248	22.501	671	2,88	31,2
Dominica	71.991	5.099	32	0,68	34,4
San Cristóbal y Nieves	53.192	2.717	25	0,92	46,1

Fuente: datosmacro.expansion.com

Evolución de la COVID-19 del Grupo 1

En las siguientes figuras, numeradas de la 2 a la 10, se presenta la evolución de los casos de “COVID-19” en los 9 países del grupo 1, al 31/10/2021.



Figura 2. Evolución de la COVID-19 en Belice



Figura 3. Evolución de la COVID-19 en El Salvador



Figura 4. Evolución de la COVID-19 en Venezuela



Figura 5. Evolución de la COVID-19 en Bolivia



Figura 6. Evolución de la COVID-19 en Chile



Figura 7. Evolución de la COVID-19 en República Dominicana



Figura 8. Evolución de la COVID-19 en Haití



Figura 9. Evolución de la COVID-19 en Trinidad y Tobago



Figura 10. Evolución de la COVID-19 en Barbados

Evolución de la COVID-19 del Grupo 2

En las siguientes figuras, numeradas del 11 al 36, se presenta la evolución de la “COVID-19” del Grupo 2, al 31/10/2021.



Figura 11. Evolución de la COVID-19 en Canadá



Figura 12. Evolución de la COVID-19 en EUA



Figura 13. Evolución de la COVID-19 en México



Figura 14. Evolución de la COVID-19 en Guatemala



Figura 15. Evolución de la COVID-19 en Honduras



Figura 16. Evolución de la COVID-19 en Nicaragua



Figura 17. Evolución de la COVID-19 en Costa Rica



Figura 18. Evolución de la COVID-19 en Panamá



Figura 19. Evolución de la COVID-19 en Colombia



Figura 20. Evolución de la COVID-19 en Ecuador



Figura 21. Evolución de la COVID-19 en Brasil



Figura 22. Evolución de la COVID-19 en Paraguay



Figura 23. Evolución de la COVID-19 en Perú



Figura 24. Evolución de la COVID-19 en Uruguay



Figura 25. Evolución de la COVID-19 en Argentina

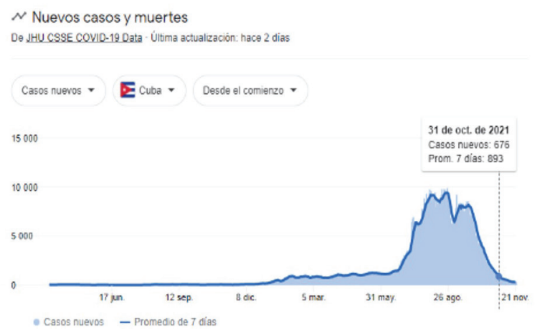


Figura 26. Evolución de la COVID-19 en Cuba



Figura 27. Evolución de la COVID-19 en Guyana



Figura 28. Evolución de la COVID-19 en Surinam



Figura 29. Evolución de la COVID-19 en Granada



Figura 30. Evolución de la COVID-19 en Jamaica



Figura 31. Evolución de la COVID-19 en Antigua y Barbuda



Figura 32. Evolución de la COVID-19 en San Vicente y Granadinas



Figura 33. Evolución de la COVID-19 en Santa Lucía



Figura 34. Evolución de la COVID-19 en Bahamas



Figura 35. Evolución de la COVID-19 en Dominicana



Figura 36. Evolución de la COVID-19 en San Cristóbal y Nieves

Análisis de resultados

Comparación de América con los otros continentes

Los datos comparativos entre los cinco continentes, muestra que América ha sido el más afectado por la sindemia por “COVID-19”, con 93.120.470 casos confirmados y al menos 2.282.980 muertes, seguida por Europa con 72.902.239 casos y 1.379.920 muertes, Asia con 69.305.855 y 1.072.813 fallecidos, África con 8.469.345 casos y 216.840 muertes, y finalmente Oceanía con 318.337 contagios y 2.829 muertes. Por su parte, la letalidad por “COVID-19” en América es de 2,45%, superado solamente y en forma leve por África con 2,56% [11].

Países estudiados

Como se indicó en la metodología, se enumeran las 26 naciones estudiadas en el territorio continental de las Américas, además de las 9 naciones insulares, para un total de 35 países.

Países con tendencia al aumento de casos de COVID-19.

En el cuadro 1 se resumen los 9 países (25,7%) con tendencia al incremento de contagios diarios por “COVID-19”; incluso, en República Dominicana se observa que esta nación costera está viviendo una cuarta ola de la sindemia por “COVID-19”, que inició a finales de septiembre 2021. De estos nueve países cuatro son insulares (Haití, República Dominicana, Trinidad y Tobago y Barbados). Además, se presenta un rebrote en Chile, lo cual parece paradójico porque esta nación se encuentra, junto con Israel, a la vanguardia mundial de la vacunación contra “COVID-19”, con un 85% de la población con las dos dosis aplicadas [12].

Países con declinación de contagios de la “COVID-19”

En el cuadro 2 se presentan los 26 países con declinación de los contagios diarios de “COVID-19” al 21/10/2021, para un 74,3% de las 35 naciones de América, de las cuales ocho son de la América Central Insular.

Países con mayor y menor letalidad por la “COVID-19”

De los cuadros 1 y 2 se extrajeron los cinco países con mayor y menor letalidad por “COVID-19”.

Países con mayor letalidad

- Perú: 9,09%
- Bolivia: 3,68%
- México: 7,57%
- Paraguay: 3,52%
- Ecuador: 6,39%

Países con menor letalidad

- Barbados: 0,86%
- Venezuela: 1,20%
- Cuba: 0,87%
- Costa Rica: 1,26%
- Rep. Dominicana: 1,08%

Naciones con mayor y menor vacunación

Países que sobrepasan el 50% de vacunación al 31/10/2021

- Chile: 75,5%
- EUA: 58,2%
- Uruguay: 75,4%
- Colombia: 57,6%
- Canadá: 74,4%
- Ecuador: 57,6%
- Cuba: 63,3%
- Argentina: 56,6%
- El Salvador: 58,4%

Países con menor avance en la vacunación contra la COVID-19

Los países con menos de 30% de avance de la población con la vacunación completa son:

- Haití: 0,3%
- Guatemala: 17,8%
- Nicaragua: 5,6%
- San Vicente y Granadinas: 17,5%
- Jamaica: 13,6%
- Venezuela: 21,8%
- Granada: 27,9%

Conclusiones

El análisis de resultados nos permite hacer las siguientes conclusiones:

- El 74,3% de los 35 países del Continente Americano, presentan una declinación en los contagios por la “COVID-19” al 31/10/2021.
- El 27,7% del total de las naciones del continente muestran una tendencia a los incrementos de contagio por “COVID-19”.
- Estos datos contrastan con otros estudios realizados en 50 países europeos, realizados durante el mismo periodo, en donde el 52% de las naciones del viejo continente están desarrollando una nueva ola de contagios por “SARS-CoV-2”, entre ellos Alemania, Ucrania, Serbia, Reino Unido, Dinamarca y Rumanía. Además, otras naciones europeas también están presentando leves evidencias de incremento de casos, que representan el 13% de los países, como Italia y España, entre otros.
- El 8,8% de las naciones europeas están padeciendo una escalada de contagios por “COVID-19” [13]; en contraste, en América el 74,3% de los países presentan algún grado de declinación.

- Evidentemente, la distribución de las vacunas contra “COVID-19” ha sido muy desigual en América, con respecto a otros continentes del mundo; ejemplos de países en esta situación están Haití, Nicaragua, Jamaica, San Vicente y Granadinas, Guatemala, Venezuela y Granada, con menos del 25% de cobertura de población con el esquema de vacunación completa; sin embargo, Chile, Uruguay, Canadá, Cuba, EUA, Colombia, Ecuador, Argentina y El Salvador han superado el 50% de su población con esta condición.
- Las tasas de letalidad por “COVID-19” indican que en América las naciones de Perú (9,09%), México (7,52%), Ecuador (6,39%), Bolivia (3,68%) y Paraguay (3,52%), encabezan la relación entre la cantidad de muertes y el total de contagios; mientras países como Barbados (0,86%), Cuba (0,87%), República Dominicana (1,08%), Venezuela (1,20%) y Costa Rica (1,26%), presentaron una condición contraria.
- La tasa de letalidad podría expresar la calidad de la atención hacia la patología “COVID-19”; no obstante, existen debilidades en los reportes de muertes por la enfermedad, además de presentarse un subregistro de datos en la detección de los contagios, como la ha indicado la OMS [14].

Recomendaciones

- El presente estudio de la evolución del “COVID-19” en América, elaborado en tiempo real desde su inicio hasta el 31/10/2021, y su comparación con lo sucedido en Europa, sugiere que la solución de esta sindemia va más allá de la vacunación; por lo tanto, se recomienda analizar las condiciones climáticas relacionadas con la latitud de cada país, tanto en el hemisferio norte como en el hemisferio sur, antes de tomar medidas para eliminar o suavizar las restricciones en los países, para lo cual recomiendo aplicar lo indicado por Hipócrates hace 2.500 años en su libro titulado “Aforismos” [15], que textualmente indica:

Aforismo 3: “Cada enfermedad esta naturalmente bien o mal dispuesta con otra, y asimismo, las épocas de la vida respecto a estaciones del año, países y dietas”.

Aforismo 19: “Todas las enfermedades se producen en todas las estaciones, pero durante algunas de estas, se producen y se agravan especialmente algunas de aquellas”.
- Debido a la disminución de las horas luz/día en los países del Hemisferio Norte como EUA y Canadá, se debe esperar un incremento de casos por “COVID-19” en otoño (octubre y noviembre) e invierno (diciembre, enero y febrero).

Referencias

- [1] Wikipedia, la enciclopedia libre. Europa. En línea. <https://es.wikipedia.org/wiki/Europa>
- [2] Wikipedia, la enciclopedia libre. Pandemia de la COVID-19 en América. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_COVID-19_en_Am%C3%A9rica
- [3] Wikipedia, la enciclopedia libre. Pandemia de COVID-19 en Estados Unidos. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_COVID19_en_los_Estados_Unidos
- [4] Darner A. Mora. Estaciones climáticas y la Sindemia de la COVID-19 en América Latina. Laboratorio Nacional de Aguas. La Unión, Cartago, 2021: pág. 1-15.
- [5] Datosmacro.com. En Línea. <https://datosmacro.expansion.com/>
- [6] De Our World in Data. En línea. <https://ourworldindata.org/>
- [7] COVID-19 Data Explorer-Our World in Data. En línea. <https://ourworldindata.org/explorers/coronavirusdataexplorer?zoomToSelection=true&time=20200301..latest&facet=none&pickerSort=asc&pickerMetric=location&Metric=Confirmed+cases&Interval=7day+rolling+average&Relative+to+Population=true&Align+outbreaks=false&country=USA~GBR~CAN~DEU~ITA~IND>

- [8] De JHU CSSE COVID-19 Data. En línea. <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>
- [9] Abel Gil Lobo. América Mapa político,2021.
- [10] Wikipedia, la enciclopedia. Statista. En línea. <https://es.wikipedia.org/wiki/Statista>
- [11] Díaz Pinzón, J.E. Letalidad por SARS-CoV-2 a nivel mundial. Revista Repertorio de Medicina y Cirugía. En línea. <https://revistas.fucsalud.edu.co/index.php/repertorio/article/view/1255>
- [12] Gobierno de Chile. Cifras Oficiales COVID-19. En línea. <https://www.gob.cl/coronavirus/cifrasoficiales/>
- [13] Darner A. Mora. Situación de la Sindemia de la COVID-19 en Europa a octubre 2021. La Unión, Cartago. Laboratorio Nacional de Aguas; 2021: sp.
- [14] OMS. La OMS estima que las cifras reales de muertos por la COVID-19 duplican o triplican a las oficiales. En línea. <https://elpais.com/sociedad/2021-05-21/la-oms-estima-que-las-cifras-reales-de-muertos-por-la-covid-19-son-dos-o-tres-veces-mayores-que-las-oficiales.html>
- [15] Hipócrates. Aforismos: La esencia de la doctrina Hipocrática. En línea: <https://www.casadellibro.com/libro-aforismos-la-esencia-de-la-doctrina-hipocratica/9788477209539/862913>

Sindemia de la “COVID-19” en el mundo

Syndemia of “COVID-19” in the world

Darner A. Mora-Alvarado¹

Mora-Alvarado, D.A. Sindemia de la “COVID-19” en el mundo. *Tecnología en Marcha*. Vol. 35, especial COVID-19. Mayo 2022. Pág. 107-119.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.6062>



¹ Microbiólogo y Químico Clínico/ Máster en Salud Pública. Director del Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica. Correo electrónico: dmora@aya.go.cr

Plabras clave

Casos; enfermedad; evolución; mundo; sindemia.

Resumen

Este estudio tiene como objetivo describir la evolución, captada en tiempo real, de la crisis de la “COVID-19” en los cinco continentes del mundo, mediante el uso de la bibliografía existente, considerando los casos confirmados, muertes y letalidad por el virus del “SARS-CoV-2”. Además, se determina el avance en la vacunación contra la enfermedad, además de abordar la influencia de las estaciones climáticas en la evolución de la crisis sanitaria en América Latina y Europa; esto último, como hipótesis de estudio para futuras investigaciones de esta sindemia, en donde se evidencia la sinergia entre el agente infeccioso, las enfermedades crónicas de los afectados en medio de inequidades sociales. Los resultados obtenidos hasta el 03/12/2021, indican que el continente más impactado es el Americano, mientras que el continente más abandonado en la vacunación contra la “COVID-19” es África.

Keywords

Cases; disease; evolution; world; syndemic.

Abstract

The objective of this study is to describe the evolution, captured in real time, of the “COVID-19” crisis in the five continents of the world, using the existing bibliography, considering confirmed cases, deaths and lethality due to the virus of “SARS-CoV-2”. In addition, the progress in vaccination against the disease is determined, in addition to addressing the influence of the climatic seasons on the evolution of the health crisis in Latin America and Europe; this last, as a study hypothesis for future investigations of this syndemic, where the synergy between the infectious agent and the chronic diseases of those affected is evidenced in the midst of social inequities. The results obtained up to 12/03/2021 indicate that the continent most impacted is America and the continent most neglected in vaccination against “COVID-19” is Africa.

Introducción

La pandemia por “COVID-19”, ocasionada por el coronavirus “SARS-CoV-2”, se originó supuestamente en Wuhan, China, cuyos primeros casos fueron identificados en diciembre del 2019 [1]; no obstante, estudios posteriores indican que el caso “uno” se detectó el 17 de noviembre de 2019 [2]. Estos primeros casos se caracterizaron por un tipo de neumonía de origen desconocido, en donde la mayoría de los afectados tenían vinculación con trabajadores del Mercado Mayorista de Mariscos de Huanan [3]. Posteriormente la Organización Mundial de la Salud (OMS), ante la expansión de los casos a otros países asiáticos, declararon emergencia de salud pública de importancia internacional el 30 de enero del 2020 [4]. Tras registrarse 118.000 casos en 114 países, la OMS reconoció la crisis sanitaria como una pandemia el 11 de marzo de 2020 [5]. En Europa, el primer caso se reportó el 25 de enero de 2020 en Francia, un hombre de 80 años que ingresó procedente de la provincia de Hubei, China [6]. El primer fallecido fuera de Asia se registró en Valencia, España, el 13 de febrero de 2020, un paciente que había contraído el virus en Nepal [7]. En América, el primer caso de “COVID-19” se detectó el 21 de enero de 2020 en EUA, un hombre de aproximadamente 30 años originario de Washington que viajó recientemente a China [8]. En África, el primer caso se confirmó en Egipto el 14 de febrero de 2020 [9], mientras que en África Subsahariana se reportó en Nigeria [10]; en

este caso, la mayoría de casos importados han llegado de Europa y EUA, a diferencia de otros continentes en donde su procedencia fue China [11]. En Oceanía el primer caso confirmado fue el 25 de enero de 2020, en Melbourne, Australia [12]. En Costa Rica el primer caso se reportó el 06 de marzo de 2020, una turista de 49 años procedente de Nueva York, EUA [13].

Con el pasar de los meses, una vez terminada la primera ola pandémica, los sistemas de vigilancia permitieron observar que el riesgo de contagio se incrementaba a medida que disminuía la clase social, como consecuencia de una mayor participación en trabajos presenciales y con condiciones habitacionales precarias; esto sucedió en Costa Rica con las cuarterías, en donde el hacinamiento favoreció los contagios por “COVID-19” [14]; aunado a esto, se ha observado una sinergia entre el agente infeccioso y las comorbilidades o enfermedades crónicas. Ante esto, un grupo de científicos ha calificado esta crisis sanitaria, económica y social como una “sindemia”, término acuñado por el antropólogo Merrill Singer en los años 90, básicamente para explicar una situación en la que *“dos o más enfermedades interactúan de forma tal que causa un daño mayor, que la suma de estas enfermedades en un contexto de desigualdades sociales”* [15, 16].

Con estos antecedentes, el presente estudio tiene como objetivo principal “Evaluar la evolución de la “COVID-19” en los 5 continentes del mundo, mediante el seguimiento en tiempo real de los casos, muertes y letalidad. Aunado al avance en la vacunación, a dos años de la atención del caso “1” de la crisis en Wuhan, China el 17 de noviembre del 2019”.

Metodología

Para cumplir con el objetivo del estudio se aplicaron los siguientes pasos:

Casos, muertes y letalidad por “COVID-19” al 28/11/2021

Mediante los datos de Statista 2021 [17] se determinó el número de casos, muertes y letalidad en los cinco continentes y la sumatoria a nivel global; además, se describe la evolución de la “COVID-19” en el mundo, destacando los 15 países con más contagios confirmados y los 15 países con más muertes.

Avances en la vacunación

Después de que la ciudadana del Reino Unido Maggie Keenan fue la primera vacunada contra la “COVID-19” en el mundo, el avance de esta actividad se ha acelerado pero en forma desigual. En este sentido, mediante la base de datos denominada “datosmacro.expansion.com” [18], se describe la evolución de los avances en la vacunación completa (dos dosis) por continentes en el mundo.

Abordaje de la relación del clima (horas sol al día, horas lluvia y otros) con los contagios de la “COVID-19”, por países y por continentes

Se analiza el impacto de las estaciones climáticas sobre los contagios por “COVID-19” en algunos países europeos y de América, mediante ejemplos recientes.

Subregistros y estimaciones en casos y muertes de la “COVID-19”

Con el aporte de los criterios de OMS y otra literatura disponible se realiza una estimación de los casos y muertes en el mundo, los cuales van más allá de los registros oficiales de contagios y muertes.

Infecciones por brotes virales en el mundo 1967-2021

Como complemento a este estudio, se presenta el número de casos confirmados y muertes de la mayoría de brotes virales de los últimos 50 años, a nivel mundial y a la fecha 03/12/2021.

Resultados

Situación de la “COVID-19” al 03/12/2021

Casos confirmados, muertes y letalidad por continentes en el mundo

Con el aporte de los datos en tiempo real de la plataforma virtual Statista 2021, se determina el número de casos confirmados y muertes por continentes al 03/12/2021. Además, como complemento se calculó la letalidad, es decir el número de muertes entre los contagios por continentes. En el cuadro 1 se presenta el número de casos confirmados, muertes y letalidad en los cinco continentes y en el mundo.

Cuadro 1. Número de casos confirmados, muertes y letalidad asociados a la “COVID-19” al 28/12/2021 por continentes en el mundo.

Continente	Casos confirmados	Muertes	Letalidad
América	96.924.712	2.350.100	2,43
Europa	84.385.671	1.519.845	1,80
Asia	71.459.808	1.112.769	1,56
África	8.661.700	222.776	2,57
Oceanía	384.726	4.463	1,16
Totales	261.811.617	5.209.953	1,99

Evolución de la “COVID-19” en el mundo

En la figura 1 se presenta la evolución de los contagios por “COVID-19” en el mundo, al 06 de diciembre del 2021.



Figura 1. Evolución de la “COVID-19” en el mundo al 06/12/2021. Fuente: JHU CSSE “COVID-19” Data

Países con más casos y países con más muertes por la “COVID-19”

En el cuadro 2 se presentan los 15 países con más casos confirmados en el mundo, al 03/12/2021.

Cuadro 2. Coronavirus en los 15 países con más contagios por “COVID-19” al 03/12/2021.

Países	Número de casos
Estados Unidos de América	49.718.525
India	34.615.757
Brasil	22.118.782
Reino Unido	10.379.647
Rusia	9.736.037
Turquía	8.839.891
Francia	7.773.530
Irán	6.129.199
Alemania	6.079.213
Argentina	5.335.310
España	5.018.299
Colombia	5.074.079
Italia	5.060.430
Indonesia	4.237.243
México	3.623.452

Fuente: Statista

En el cuadro 3 se ubican los 15 países del ranking con mayor cantidad de muertes en el mundo, al 03/12/2021.

Cuadro 3. Ranking de los 15 países con más muertes asociadas a la “COVID-19” en el mundo al 03/12/2021.

Países	Número de muertes
Estados Unidos de América	806.409
Brasil	615.225
India	470.115
México	294.715
Rusia	278.857
Perú	201.282
Reino Unido	145.424
Indonesia	143.858
Italia	134.003
Irán	130.066
Colombia	128.643
Francia	119.370
Argentina	116.617
Alemania	103.190
Sudáfrica	89.915

Fuente: Statista

Avance en la vacunación en el mundo con dos dosis completas por continentes

La figura 2 muestra la vacunación en el mundo desglosado por continentes al 03/12/2021, aportados por datosmacro.expansion.com.

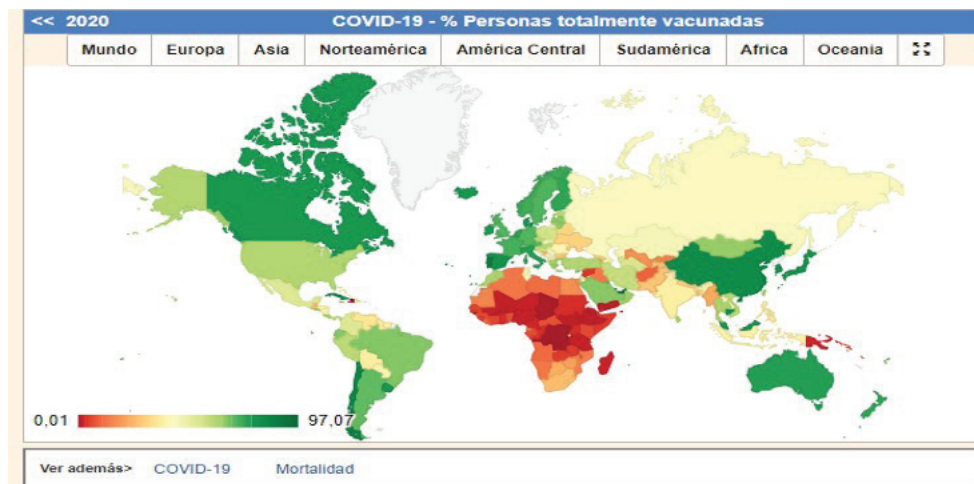


Figura 2. “COVID-19”. Porcentaje de personas totalmente vacunadas al 03/12/2021.

Fuente: <https://datosmacro.expansion.com/otros/coronavirus-vacuna>

Como complemento, a continuación (cuadro 4) se resume el porcentaje de población, por continentes, con al menos una dosis de la vacuna aplicada:

Cuadro 4. Resumen de porcentaje de población al al menos una dosis por continente.

Región	% de población con al menos una dosis
Norteamérica	73%
Latinoamérica	70%
Europa	66%
Asia-Pacífico	64%
Oriente Medio	43%
África	11%

Fuente: Statista al 09/12/2021.

Vacunación en América Latina

El cuadro 5 presenta los porcentajes de vacunación y dosis administradas contra el coronavirus (“COVID-19”) en América Latina, al 02/12/2021 por país.

Cuadro 5. Avances en los porcentajes de vacunación y dosis administradas contra el coronavirus (“COVID-19”) en América Latina al 2/12/2021, por país.

País	Al menos una dosis (%)	Completamente inmunizados (%)
Chile	87,85	84,14
Cuba	89,90	81,62
Uruguay	79,94	76,27
Argentina	80,80	65,79
Ecuador	77,13	64,30
Brasil	76,78	63,24
Costa Rica	75,64	65,56
El Salvador	67,94	62,27
Antigua y Barbuda	62,21	56,94
Perú	67,58	55,59
Panamá	68,67	55,50
Rep. Dominicana	62,80	51,20
México	59,40	50,03
Colombia	73,43	48,27
Belice	56,29	47,71
San Cristóbal y Nieves	51,38	46,46
Trinidad y Tobago	46,09	46,02
Honduras	39,63	39,63
Surinam	43,65	37,29
Dominica	39,86	37,08
Paraguay	46,32	36,18
Guyana	50,80	35,39
Bolivia	42,88	36,09
Bahamas	38,23	34,84
Nicaragua	60,49	34,35
Venezuela	57,18	34,34
Granada	35,71	30,04
Santa Lucía	29,58	25,38
Guatemala	33,01	22,50
San Vicente y Granadinas	28,18	20,51
Jamaica	22,16	11,30
Haití	1,02	0,58

Fuente: Statista 2021

Abordaje de la posible relación del clima y la “COVID-19” en el mundo

Desde los tiempos de Hipócrates, con sus libros *“Aforismos y sentencias”* y *“El tratado Hipocrático: sobre los aires, aguas y lugares”* [19, 20], expresa una doctrina o principios aplicables a lo largo del tiempo; por ejemplo, el “Aforismo 19” sostiene que *“todas las enfermedades se producen en todas las estaciones climáticas, pero en algunos de estos se producen y se agravan, especialmente algunos de aquellos”*. Es así como se aborda, con

algunos ejemplos, si la “COVID-19” se presenta con mayor o menor cantidad de contagios en invierno, primavera, verano y otoño. Para efectos prácticos, a continuación se presentan las conclusiones del estudio “Estaciones climáticas y la “COVID-19” en América Latina” [21], además del ejemplo de la situación que ha estado viviendo el continente europeo en otoño del 2021, con el estudio “Evolución de la sindemia de la “COVID-19” en Europa al 30/10/2021” [22].

Olas de la “COVID-19” en América Latina al 18/06/2021

En el cuadro 6 se identifican las olas y picos de los contagios de la “COVID-19”, por países de América Latina al 18/06/2021.

Cuadro 6. Identificación de las olas y picos de los contagios de la “COVID-19” por países, según estación climática al 18/06/2021.

Verano	Olas	Invierno	Olas	Otoño	Olas	Primavera	Olas
Guatemala	1	México	2	Perú	2		
Honduras	1	Belice	1	Uruguay	1		
El Salvador	1	Guatemala	2				
Panamá	1	Honduras	2				
Colombia	1	El Salvador	1				
Brasil	1	Nicaragua	1				
Bolivia	1	Costa Rica	2				
Uruguay	1	Panamá	2				
Argentina	1	Colombia	3				
Chile	1	Venezuela	2				
Rep. Dominicana	2	Ecuador	3				
Haití	1	Brasil	1				
		Perú	3				
		Paraguay	2				
		Uruguay	1				
		Argentina	2				
		Rep. Dominicana	1				
		Cuba	1				
		Haití	2				
Totales	13		34		3		0
Porcentajes	24,5%		69,8%		5,7%		0,0%

Fuente: Statista 2021

Ejemplos de Evolución en la “COVID-19” en Europa al 30/10/2021 y al 08/12/2021.

En la figura 3 se presenta la evolución de la “COVID-19” en Italia, tanto al 30/10/2021 como al 08/12/2021.



Figura 3. Evolución de la “COVID-19” en Italia al 30/10/2021 y 08/12/2021.

Fuente: JHU CSSE “COVID-19” Data

Por su parte, los resultados del estudio realizado en Europa al 30 de octubre del 2021, indican que:

- En 13 naciones (26%) se observa un “valle” con estabilidad en los contagios del “SARS-CoV-2” diario.
- En 11 países (22%) se visualiza un leve incremento en los contagios.
- En 26 países (52%) se observaba un nuevo brote de la “COVID-19”.

Sin embargo, la evolución de la “COVID-19” en las 50 naciones de Europa, al 03/12/2021, indican que al menos el 90% ya están sufriendo un nuevo brote o incremento de casos confirmados, debido a factores como la disminución de las horas sol, el retraso en la vacunación y la apertura o eliminación de las restricciones durante los meses de septiembre y octubre de 2021, como lo hizo de forma específica Noruega y Dinamarca [23, 24].

Estimación de contagios y muertes por “COVID-19”

En octubre del 2020, la OMS estimó que el 10% de la población mundial ya se había contagiado por la “COVID-19”, lo cual indica que son 780 millones de personas [25].

Datos oficiales de casos registrados al 07/12/2021

De conformidad con el Centro de Recursos sobre Coronavirus de la Universidad de Johns Hopkins, al 07/12/2021 los contagios acumulados acumularon 267.786.851, y el número de muertes alcanza 5.278.824, para una letalidad de 1,97%.

Estimación de contagios de la OMS

En octubre de 2020 la OMS estimó que, debido al subregistro de casos por “COVID-19”, el 10% de la población mundial se habría contagiado, lo que equivale a 780.000.000 habitantes (1 de cada 10). Esta estimación es muy superior a los 35.000.000 registrados oficialmente hasta esa fecha (25/10/2020).

Estimación de casos y muertes asociadas a “COVID-19” al 07/12/2021

Esta austera estimación, se fundamenta en que el 10% de posibles contagios calculado en octubre del 2020 por OMS, equivalentes a 780 millones de casos de “COVID-19”. Con base en esta estimación de OMS, de hace más de un año, se calcula la estimación de muertes asociada a “COVID-19”, aplicando la tasa de letalidad o la “razón de letalidad de la infección” (IFR por sus siglas en inglés) [26]. Los cálculos son los siguientes:

- 780.000.000 estimados por OMS (05/10/2020).
- 267.786.851 casos oficiales al 07/12/2021.
- 5.278.824 muertes al 07/12/2021.

Cálculo de letalidad al 7/12/2021:

$$\frac{5.278.824}{267.786.851} \times 100 = 1,97\%$$

Para efectos prácticos, en la primera estimación se aplica la siguiente “regla de tres”.

$$267.786.851 \text{-----} 5.278.824$$

$$780.000.000 \text{-----} X$$

X= 15.376.028 fallecidos estimados al 7/12/2021 es decir 2,91 veces al registro oficial de 5.278.824 muertes.

Infecciones y muertes de los mayores brotes o epidemias virales de 1967 al 2021

En el cuadro 7 se presenta el número de casos confirmados y muertes a nivel mundial, producto de los mayores brotes virales ocurridos entre 1967 y 2021.

Cuadro 7. Número de casos confirmados y muertes de los mayores brotes o epidemias virales en el periodo 1967-2021.

Virus	Años	Número de infecciones	Muertes	% Letalidad
Marburgo	1967	466	373	82,09
Ébola	1976	33.577	13.562	40,39
Hendra	1994	7	4	57,14
Gripe Aviar H1N1	1997	661	455	52,84
Nipah	1998	513	398	77,58
SARS	2002	8.096	779	9,56
H1N1	2009-2010	762.630.000	284.500	0,04
MERS	2012	2.494	859	33,60
Gripe Aviar H7 N9	2013	1.568	616	39,29
“SARS-CoV-2” (“COVID-19”)	2019-2020	266.592.000	5.266.320	1,98

Nota*. Pandemia H1N1:2009-2010.

Nota**. Diciembre 2019 al 6 de diciembre 2021.

Fuente: Statista y cálculo de letalidad del autor.

Análisis de resultados: conclusiones y recomendaciones

Análisis de resultados

- El continente más afectado por la sindemia de “COVID-19” ha sido América, seguido en forma descendente por Europa, Asia, África y Oceanía.
- A nivel mundial, al país con mayor cantidad de casos confirmados y muertes ha sido EUA. La India por su parte, ocupa el segundo lugar en cuanto a casos y el tercero en muertes.
- En cuanto a las muertes por “COVID-19”, en América los países con más muertes son EUA, México, Perú, Colombia y Argentina, en Europa son Rusia, Reino Unido, Italia, Francia, Alemania, en Asia son Indonesia e Irán, en Oceanía es Australia y en África es Sudáfrica.
- El avance de la vacunación por continentes y en el mundo presentado en la figura 2, resalta el atraso de la vacunación en el continente Africano, con menos de 10% de la población con dos dosis.
- En América Latina el 70% de la población registra una dosis, mientras que con las dos dosis se ubican Chile (89,9%), Cuba (81,62%), Uruguay (76,27%), Argentina (65,79%), Ecuador (64,30%), Brasil (65,56%) y Costa Rica (65,56%).
- Con respecto a la relación de las estaciones climáticas y la evolución de la “COVID-19”, se ha observado en América Latina que el 24,5% de las olas y picos ocurrieron en verano, el 69,8% en invierno, el 5,7% en otoño y 0,0% en primavera, de acuerdo con un estudio realizado al 18/06/2021.

Por otro lado, en un estudio realizado en tiempo real y al 30/10/2021 sobre “COVID-19” en Europa, se ha observado que:

- Un total de 13 naciones (26%) estaban en un “valle” de la curva de contagios, en 11 países (22%) se visualizó un leve incremento, mientras que 26 países (52%) ya estaban sufriendo una nueva ola de contagios. A noviembre del 2021, el 90% de las naciones europeas ya se encontraban enfrentando una nueva ola de “COVID-19”.
- La estimación de contagios y muertes por “COVID-19”, tomando en consideración las estimaciones de OMS sobre el subregistro en la mayoría de las naciones del mundo, en donde al 05/10/2020 se estima que al menos el 10% de la población ya había sido contagiada por “COVID-19”, se calculó una tasa de letalidad promedio de 1,97%. Se estima que al 07/12/2021 la cantidad de muertes asociadas a la “COVID-19” era de:
- 15.376.028 fallecidos en los 780.000.000 (10%) casos (subregistros +registrados), lo cual prácticamente triplica el dato oficial de 5.279.824 decesos, es decir, 2,91 veces más.
- Por último, para efectos prácticos se presenta la magnitud de casos, muertes y letalidad de 11 epidemias sucedidas entre los años 1967 y 2021; en cuanto al “COVID-19”, al 06/12/2021 los datos oficiales fueron de 266.592.000 casos y 5.266.720 fallecidos, para una letalidad de 1,98%; este dato es inferior al arrojado por otras infecciones, como en el caso de la pandemia por el virus H1N1 de 762.630.000 casos y 284.500 muertes, para una letalidad de 0,04%.

Conclusiones

El análisis de resultados permite realizar las siguientes conclusiones:

- Paradójicamente China, país donde en teoría se inició esta crisis sanitaria, económica y social, es al 06/12/2021 una de las naciones con menos contagios acumulados y con únicamente 4.849 fallecidos, mientras que EUA presenta 49.718.525 con 806.499 muertes, siendo el país con mayor afectación a nivel mundial; otros países desarrollados como Alemania, Reino Unido, Francia, España, entre otros, también superan las estadísticas al compararlos con China.
- El avance en la vacunación ha sido desigual entre los países ricos y pobres, en donde África es el continente más sacrificado con solo 10% de la población con el esquema de vacunación completo.
- La relación entre las estaciones climáticas y los contagios por “COVID-19”, ebarcada en dos estudios realizados por el suscrito en América Latina y Europa, representan aproximaciones para establecer una hipótesis de estudio para otras investigaciones más profundas, una vez finalizada la presente crisis.
- La austera estimación de casos y muertes asociados al “SARS-CoV-2” realizada por OMS, de al menos el 10% de la población mundial (equivalente a 780 millones de habitantes), sugiere que las muertes asociadas a esta enfermedad, al 06/12/2021, son de 15.376.028 contagiados y 5.279.824 muertes, los cuales triplican los datos reportados oficialmente.
- La letalidad promedio por “COVID-19” de 1,98% es mayor a la del virus H1N1 de 0,04%, pero dichosamente muy inferior a la de otros virus causantes de 11 brotes infecciosos de Ébola, Marburgo, SARS, MERS, entre otros, aurridos entre 1967 y 2021; esto ha ocasionado que la crisis sanitaria por “COVID-19” no constituya una coyuntura apocalíptica.

Recomendaciones

- Este estudio parcial y en tiempo real de la “COVID-19” sugiere que esta crisis sanitaria, económica y social debe ser atendida como una “Sindemia”, debido a la sinergia del agente infeccioso, las comorbilidades o enfermedades crónicas de los pacientes en un contexto de inequidades sociales.
- Por otro lado, ha quedado demostrado que el virus “SARS-CoV-2” no respeta fronteras, y que la mejor forma de enfrentarla es aplicando equidad en la vacunación y en la reactivación económica de las naciones.

Referencias

- [1] Wikipedia, la enciclopedia libre. La pandemia de “COVID-19”. En línea. [https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_\"COVID-19\"](https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_\)
- [2] Diario El Comercio ed. (20 de enero de 2020). “China confirma que la neumonía de Wuhan puede transmitirse entre humanos. EFE Consultado el 6 de diciembre de 2021. En línea. <https://www.elcomercio.com/tendencias/salud/china-neumonia-wuhan-contagio-personas.html>
- [3] El Financiero. “Covid-19”: ¿Se puede encontrar al peciente “cero”? En línea. [https://www.elfinanciero.com.mx/salud/2021/07/02/\"Covid-19\"-se-puede-encontrar-al-paciente-cero/](https://www.elfinanciero.com.mx/salud/2021/07/02/\)
- [4] OPS/OMS. La OMS declara que el nuevo brote de coronavirus es una emergencia de Salud Pública de Importancia Internacional. En línea. https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=15706:statement-on-the-second-meeting-of-the-international-health-regulations-2005-emergency-committee-regarding-the-outbreak-of-novel-coronavirus-2019-ncov&Itemid=1926&lang=es
- [5] OMS. “Covid-19”. Cronología de la actuación de la OMS-WHO/World Health. En línea. [https://www.who.int/es/news/item/27-04-2020-who-timeline---\"Covid-19\"](https://www.who.int/es/news/item/27-04-2020-who-timeline---\)

- [6] Wikipedia, la enciclopedia libre. Pandemia de "Covid-19" en Europa. En línea. [https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_\"COVID-19\"_en_Europa](https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_\)
- [7] Caparrós Alberto (3 de marzo de 2020). "Valencia confirma la primera muerte de un paciente con coronavirus en España". Sevilla.aba.es. Consultado el 3 de marzo 2020. En línea. [https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_\"COVID-19\"](https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_\)
- [8] Wikipedia, la enciclopedia libre. Pandemia de "Covid-19" en América. En línea. [https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_\"COVID-19\"_en_Am%C3%A9rica](https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_\)
- [9] Wikipedia, la enciclopedia libre. Pandemia de "Covid-19" en África. En línea. [https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_\"COVID-19\"_en_%C3%81frica](https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_\)
- [10] BBC News (en inglés) Coronavirus: Nigeria confirms first case in sub-Saharan África". 28 de febrero de 2020. En línea. <https://www.bbc.com/news/world-africa-51671834>
- [11] Ruth Maclean (17 de mayo de 2020). África Braces for Coronavirus, but Slowly. The New York Times (en inglés). Archivado desde el original el 19 de marzo de 2020. En línea. <https://www.nytimes.com/2020/04/08/world/africa/africa-coronavirus.html>
- [12] Wikipedia, la enciclopedia libre. Pandemia de "Covid-19" en Oceanía. En línea. [https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_\"COVID-19\"_en_Ocean%C3%ADA](https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_\)
- [13] Wikipedia, la enciclopedia libre. Pandemia de "Covid-19" en Costa Rica. En línea. [https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_\"COVID-19\"_en_Costa_Rica](https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_\)
- [14] Darner A. Mora Alvarado. La pobreza y la "Covid-19" en Costa Rica. La Unión, Cartago. Laboratorio Nacional de Aguas; 2020: pág. 1-2.
- [15] Redacción médica. El coronavirus no es una pandemia. Es una "sindemia". En línea. <https://www.redaccion-medica.com/secciones/sanidad-hoy/sindemia-coronavirus-pandemia-significado--8888>
- [16] Wikipedia. Sindemia: efecto conjunto de varias epidemias en la misma población. En línea. <https://es.wikipedia.org/wiki/Sindemia>
- [17] Statista 2021. Coronavirus casos y muertes por "Covid-19" por continente en 2021/Statista. En línea. <https://es.statista.com/estadisticas/1107719/covid19-numero-de-muertes-a-nivel-mundial-por-region/>
- [18] Datosmacro.expansion.com. "Covid-19". Vacunas administradas. En línea. <https://datosmacro.expansion.com/otros/coronavirus-vacuna/costa-rica>
- [19] Hipócrates. Aforismos y sentencias. En línea. <https://www.educ.ar/recursos/151851/aforismos-y-sentencias-de-hipocrates>
- [20] Hipócrates, Tratados Hipocráticos: sobre los aires, aguas y lugares. En línea. <https://www.divulgameteo.es/uploads/Sobre-aires-aguas-lugares.pdf>
- [21] Darner A. Mora Alvarado. Estaciones climáticas y la "Covid-19" en América Latina. La Unión, Cartago. Laboratorio Nacional de Aguas; 2021: pág. 1-15.
- [22] Darner A. Mora Alvarado. Evolución de la "Covid-19" en Europa al 30/11/2021. La Unión, Cartago. Laboratorio Nacional de Aguas; 2021: pág. 1.15.
- [23] Darner A. Mora Alvarado. Sindemia de la "Covid-19" en Noruega. La Unión, Cartago. Laboratorio Nacional de Aguas; 2021: pág. 1-2.
- [24] Darner A. Mora Alvarado. Evolución de la "Covid-19" en Dinamarca. La Unión, Cartago. Laboratorio Nacional de Aguas; 2021: pág. 1-2.
- [25] El País. Sociedad. La OMS estima que el 10% de la población mundial se ha contagiado de Covid, 22 veces más que los casos diagnosticados. En línea. <https://elpais.com/sociedad/2020-10-05/la-oms-estima-que-el-10-de-la-poblacion-mundial-se-ha-contagiado-de-covid-22-veces-mas-que-los-casos-diagnosticados.html>
- [26] OMS. Estimación de la mortalidad de la "Covid-19". Nota científica. 4 de agosto 2020. Pag, 1-4.

Evolución de la COVID-19 en Oceanía a noviembre 2021

COVID-19 syndemic in Oceania up to november 2021

Darner A. Mora-Alvarado¹

Mora-Alvarado, D.A. Evolución de la covid-19 en Oceanía a noviembre 2021. *Tecnología en Marcha*. Vol. 35, especial COVID-19. Mayo 2022. Pág. 120-128.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.6056>

1 Microbiólogo y Químico Clínico/ Máster en Salud Pública. Director del Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica. Correo electrónico: dmora@aya.go.cr



Palabras clave

Contagio; continente; evolución; Oceanía; salud.

Resumen

En este estudio se presenta la evolución de la COVID-19 en los 15 países de Oceanía al 14/11/2021. Para cumplir con el objetivo se analizaron las plataformas estadísticas virtuales disponibles, las cuales reportan los datos en tiempo real como la Encuesta de Salud Pública de Johns Hopkins denominada “Statista”, datosmacro.expansion.com y otros. Los resultados indican que el continente de Oceanía ha sido el menos afectado en la crisis sanitaria causada por el SARS-CoV2 al 14/11/2021, debido a sus fortalezas geográficas de países insulares y el poco contacto con las naciones -tierra adentro- de otros continentes; además de su baja densidad poblacional por Km², de menos de 5 habitantes/Km². No obstante, su poco avance en la vacunación contra la COVID-19 y la apertura al turismo podría provocar el incremento de casos de contagio y muertes debido a la COVID-19, para lo cual los pequeños países insulares -excepto Australia, Indonesia y Nueva Zelanda- tienen sistemas inadecuados de salud. Se recomienda que la Organización Mundial de la Salud, les dé seguimiento a estos “laboratorios vivientes de Oceanía”.

Keywords

Contagion; continent; evolution; Oceania; health.

Abstract

The present study shows the evolution of COVID-19 in the 15 Oceanian countries up to 11/14/2021. The study analysed available data from online sources, e.g. “Statista”, John Hopkins University, and datosmacro.expansion.com. Results show that Oceania has been the least affected continent by the health crisis provoked by SARS-CoV-2, due to its geography as islands, little contact with the surrounding countries, and low population density (< 5 inhabitants per km²). Nevertheless, little vaccination progress and tourism opening could trigger an increase of infections and deaths. The small countries of the region have inadequate health care systems. This study recommends the WHO to closely observed these “living laboratories in Oceania”.

Introducción

Oceanía es un continente insular de la tierra constituido por la plataforma continental de Australia, las islas de Nueva Guinea, Nueva Zelanda y los archipiélagos coralinos y volcánicos de Melanesia, Micronesia y Polinesia [1]. Todas estas islas están distribuidas por el océano Pacífico, con una extensión de 8.542.499 Km² [2].

En la figura 1, se presenta la ubicación de Oceanía en el Planeta.



Figura 1. Oceanía en el Planeta Tierra.

La población total es de 41.117.432 habitantes, para una densidad de 4,56 habitantes/Km². Se subdivide en 15 países y 18 dependencias. Indonesia es un país transcontinental, ubicado en el Sudeste Asiático y Oceanía [3].

A continuación, se presenta la lista de países en Oceanía:

- Australia
- Estados Federados de Micronesia
- Fiyi
- Kiribati
- Islas Marshall
- Islas Salomón
- Nauru
- Nueva Zelanda
- Palaos
- Papúa Nueva Guinea
- Samoa
- Tonga
- Tuvalu
- Vanuatu
- Indonesia*

*País transcontinental

Con respecto a la crisis sanitaria de la COVID-19 global, el primer caso registrado en Oceanía comenzó el 25 de enero de 2020, en Melbourne, Australia [4] en un hombre que regresó de Wuhan, China, país donde se originó la pandemia de la COVID-19, causada por el coronavirus, SARS-CoV-2, en diciembre del 2019 [5, 6].

En este contexto, después de casi dos años del origen de esta crisis sanitaria, declarada como Pandemia por la Organización Mundial de la Salud el 11 de marzo de 2020 [7], se presenta este estudio para analizar la evolución de la COVID-19 en los 15 países de Oceanía a noviembre del 2021.

Objetivos

General

Analizar la evolución de la COVID-19 en los 15 países del continente de Oceanía a dos años de su origen, con el propósito de identificar las fortalezas y debilidades de estas naciones ante la mencionada crisis a noviembre del 2021.

Específicos

- Determinar el avance de casos, muertes y letalidad del SARS-CoV-2 en los cinco continentes del mundo a noviembre 2021.
- Identificar los países con mayor y menor afectación ante la COVID-19 en Oceanía.
- Analizar los avances en la vacunación contra la COVID-19 en las naciones de Oceanía.
- Identificar fortalezas y debilidades para la atención de la COVID-19 en Oceanía.

Metodología

Para cumplir con los objetivos de este estudio, elaborado en tiempo real se aplicaron los siguientes pasos:

COVID-19 por continentes

Los datos de casos confirmados, muertes y letalidad por continentes se realiza con el aporte de las estadísticas, mediante la plataforma mundial de “Statista” [8] y la elaboración del autor.

Avance de la COVID-19 por países en Oceanía

Los avances de la COVID-19 en los 15 países de Oceanía, se realiza mediante el análisis de la literatura o plataformas virtuales, que le dan seguimiento en tiempo real a la crisis sanitaria, como:

- “Statista” [9]
- datosmacro.expansión.com [10]
- Wikipedia, la enciclopedia libre [11]
- Our World in Data [12]
- Wikipedia, telesurttv.net [13]

Avances en la vacunación por países

La determinación de los avances de la vacunación con una y dos dosis, se obtuvieron de:

- La vacunación contra el coronavirus en el mundo (RTVE.es) [14]
- Vacuna contra la COVID-19 “De World in Data”
- COVID-19. Vacunas administradas 2021/datosmacro.expansion.com

Fortalezas y debilidades de los países de Oceanía para atender la COVID-19

La identificación y debilidades de los continentes en la atención de la COVID-19, se obtuvieron del análisis de la literatura disponible como:

- El Índice de Seguridad Sanitaria Mundial 2019 [15]
- Impactos de la COVID-19 en la economía costarricense y mundial-UNED [16]

- “Satista”: Coronavirus. Los países más y menos preparados para una epidemia [17]

Resultados

COVID-19 en Oceanía y los otros cuatro continentes

En el cuadro 1, se presenta los casos, muertes y letalidad por COVID-19 por continentes al 14/11/2021.

Cuadro 1. Casos, muertes y letalidad por COVID-19 por continentes al 14/11/2021.

Continentes	Número de casos	Número de muertes	% de Letalidad
América	95.534.012	2.328.692	2,44
Europa	79.965.524	1.460.341	1,83
Asia	70.629.567	1.097.255	1,55
África	8.562.156	220.604	2,58
Oceanía	361.594	4.229	1,17
Totales	255.042.803	5.111.181	2,00

Países de mayor y menor afectación de la COVID-19 en Oceanía

En el cuadro 2, se presenta los casos, muertes y letalidad en las naciones de Oceanía.

Cuadro 2. Datos de la COVID-19 por países en Oceanía.

Países	Población	Casos acumulados	Fallecidos	Letalidad%
Indonesia*	259.903.244	4.253.000	143.753	3,38
Australia	23.232.413	148.927	1.805	1,21
Fiyi	920.938	52.247	674	1,29
Papúa Nueva Guinea	6.909.701	31.287	406	1,29
Nueva Zelanda	4.510.327	7.343	31	0,42
Islas Salomón	647.581	20	0	0
Micronesia	104.196	16	0	0
Palaos	21.431	8	0	0
Vanuatu	282.814	6	1	0,16
Islas Marshall	74.539	4	0	0
Samoa	200.108	3	0	0
Kiribati	108.145	2	0	0
Tonga	106.479	1	0	0
Nauru	10.834	0	0	0
<i>Tuvalu</i>	<i>11.792</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>

*País transcontinental. Fuente: <https://x-y.es/COVID19>

Avances de la vacunación contra la COVID-19 en Oceanía

En las siguientes figuras 2 y 3, se presenta la vacunación en el mundo por continentes y en Oceanía, respectivamente.

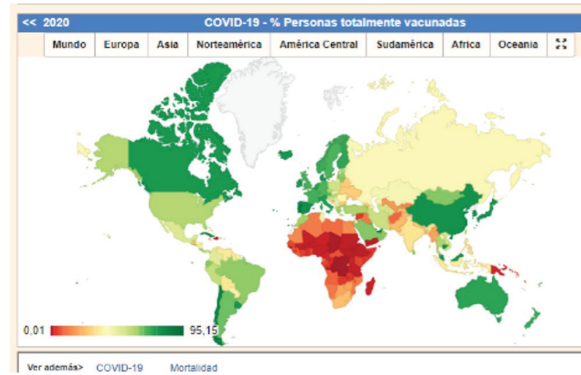


Figura 2. Vacunación contra la COVID-19 por continentes. Fuente: <https://datosmacro.expansion.com/otros/coronavirus-vacuna>

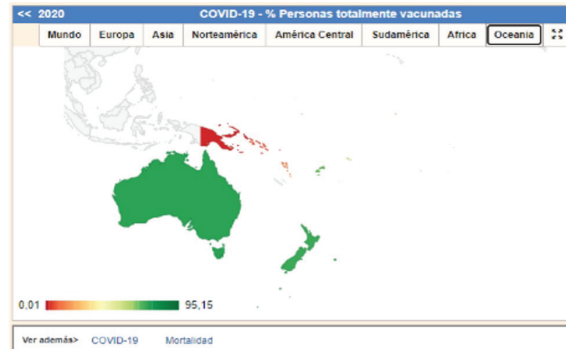


Figura 3. Vacunación en Oceanía contra la COVID-19. Fuente: <https://datosmacro.expansion.com/otros/coronavirus-vacuna>

En el cuadro 3, se presenta el avance de la vacunación por COVID-19 por países en Oceanía.

Cuadro 3. Avance en la vacunación contra la COVID-19 en Oceanía al 25/11/2021.

Países	Personas completamente vacunadas	% de vacunación
Australia	18.594.054	72,37
*Indonesia	93.102.029	84,36
Fiyi	579.724	64,67
Papúa Nueva Guinea	181.283	2,03
Nueva Zelanda	3.556.982	69,92
Islas Salomón	40.040	6,27
Micronesia	72.142	--
Samoa	86.246	43,47
Palaos	31.931*	--
Tonga	72.695	44,06
Tuvalu	5.884	49,90
Vanuatu	40.110	13,28
Islas Marshall	42.528*	--
Kiribati	15.190	12,72
Nauru	0	0,0

Nota. * Sin datos de dosis completos de vacunación. Fuente: Datosmacro.com

Fortalezas y debilidades para atender la crisis de la COVID-19 en Oceanía

Fortalezas

Las fortalezas de los países de Oceanía contra la COVID-19 son:

- La poca densidad poblacional de 4,5 hab/Km² lo cual, en las epidemias infecciosas a menor densidad, menor contagios infecciosos.
- Al ser países insulares-sin fronteras terrestres-menos contagios por la COVID-19.
- El poco contacto con turistas en la pandemia mantiene a varios países sin casos y muertes por COVID-19 como: Nauru y Tuvalu-sin casos- y Samoa, Kiribati, Tonga e Islas Marshall sin muertes.
- Favorables climas tropicales en la mayoría de los países.

Debilidades

Las principales debilidades son:

- Inadecuados sistemas de salud.
- Los niveles de pobreza en los países de Oceanía varían desde Islas Salomón con 12,70% y en el otro extremo Papúa Nueva Guinea con 39,90% (Index mundi).
- La baja vacunación contra la COVID-19. Podría favorecer la crisis sanitaria de la COVID-19, en donde al menos 6 países tienen menos de 10% de vacunación completa como Papúa Nueva Guinea, Islas Salomón, Palaos, Islas Marshall.

Análisis de resultados, conclusiones y recomendaciones

Análisis de resultados

- El continente de Oceanía con sus 15 países insulares ocupa el quinto lugar en la afectación de la crisis de la COVID-19 en el mundo, con 361.544 contagios acumulados de los cuales 4.229 habían fallecido al 14/11/2021, para una letalidad de 1,17%.
- El país con mayores casos de contagio confirmados es Indonesia con 4.253.000 con 143.753 fallecidos, para una letalidad de 3,38%. Esta nación transcontinental es de mayor número de habitantes con 259.903.244.
- Australia es el segundo país con mayor afectación por la COVID-19 con 148.927 contagios, 1.805 fallecidos para una letalidad de 1,21%. Le sigue Fiyi con 52.247 contagios y 674 muertes para una letalidad de 1,29%. En cuanto a lugar se ubica Papúa Nueva Guinea con 31.287 casos y 406 muertes para una letalidad de 1,29%. El quinto lugar, lo ocupa Nueva Zelanda con 7.343 contagios con 31 fallecidos para una letalidad de 0,42%, una de las bajas del mundo.
- Las otras 10 naciones insulares: Islas Salomón, Micronesia, Palaos, Vanuatu, Islas Marshall, Samoa, Kiribati, Tonga, Nauru y Tuvalu, presentan menos de 20 contagios, de los cuales solo en Vanuatu, se ha presentado una muerte. Y hasta la fecha de elaboración de este estudio Nauru y Tuvalu, son las dos islas que no han presentado casos de la COVID-19.
- Con respecto a los avances en la vacunación con dos dosis, Australia ocupa el primer lugar con 72,37%, seguido por Nueva Zelanda con 69,92% y Fiyi con 64,67%. Luego, todas las demás naciones, incluido Indonesia tienen menos del 50% de avance, en donde Nauru no tiene ninguna persona vacunada.

- La mayor fortaleza de la mayoría de las naciones islámicas de Oceanía es su poca densidad poblacional de unos 4,56 habitantes/Km². Su aislamiento al ser países insulares y el poco contacto con turistas, a cerrar las fronteras como medida de confinamiento. Además de su clima tropical, con horas sol al día de más de 7 horas.
- Las debilidades para atender la crisis de la COVID-19, es que la mayoría de los sistemas de salud, excepto Australia, Nueva Zelanda e Indonesia, son muy débiles debido a su pobreza.
- Otra debilidad en los países pequeños es el poco avance en la vacunación.

Conclusiones

El análisis de los resultados en tiempo real, indican que:

- Oceanía es el continente menos afectado por la crisis de la COVID-19, con menos de 370.000 contagios y 4.229 fallecidos, para una letalidad de 1,17%.
- Indonesia, el país transcontinental es la cuarta nación con más población en el mundo, lo cual es totalmente contrario a la poca densidad poblacional de los 14 países, incluidos Australia y Nueva Zelanda.
- En este continente aún persisten dos países sin casos de COVID-19: Nauru y Tuvalu y otras 8 naciones sin fallecidos por esta enfermedad.
- El país más avanzado en vacunación es Australia (72,73%), seguido por Nueva Zelanda con 69,62% y Fiyi con 64,67%. Los demás países tienen menos del 50% con una dosis de la vacunación.
- La mayor fortaleza en la atención de la crisis sanitaria de la COVID-19 ha sido el aislamiento de las islas y la pronta medida de confinamiento y el cierre a la entrada de turismo.
- La mayor debilidad para atender la crisis sanitaria son los débiles sistemas de salud y el nivel de pobreza de algunas islas.

Recomendaciones

- La crisis sanitaria de la COVID-19 en Oceanía ha sido, una práctica con laboratorio natural viviente, en donde el aislamiento y lo exótico de las islas en el Océano Pacífico, ha corroborado que las epidemias y en este caso en la pandemia, los gérmenes patógenos “caminan con la gente”, por lo que la recomendación más importante es favorecer el aislamiento de los mencionados países insulares, sobre todo las islas paradisíacas de Micronesia, Palaos, Vanuatu, Islas Marshall, Samoa, Kiribati, Tonga, Nauru y Tuvalu.
- En forma paralela es importante tomar en cuenta que, a nivel mundial, también se está sufriendo una crisis climática, la cual tiene nexos congruentes con la COVID-19 y otras afectaciones infecciosas [18].

Referencias

- [1] Wikipedia, la enciclopedia libre. Oceanía. En línea. <https://es.wikipedia.org/wiki/Ocean%C3%ADa>
- [2] INE (ed). Anuario 2007. P.628
- [3] Wikipedia, la enciclopedia libre. Indonesia. En línea. <https://es.wikipedia.org/wiki/Indonesia>
- [4] Wikipedia, la enciclopedia libre. Pandemia de Covid-19 en Australia. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_COVID-19_en_Australia
- [5] Wikipedia, la enciclopedia libre. Pandemia de Covid-19. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_COVID-19

- [6] BBNews. Coronavirus disease named Covid-19. Consultado el 11 de febrero de 2020.
- [7] Organización Mundial de la Salud. Covid-19: Cronología de la actuación de la OMS-Who/World Health. En línea. <https://www.who.int/es/news/item/27-04-2020-who-timeline---covid-19>
- [8] Wikipedia, la enciclopedia libre. "Statista" GmbH. En línea. <https://es.wikipedia.org/wiki/Statista>
- [9] Wikipedia, la enciclopedia libre. "Statista" GmbH. En línea. <https://es.wikipedia.org/wiki/Statista>
- [10] Datosmacro.com. En línea. <https://datosmacro.expansion.com/>
- [11] Wikipedia, la enciclopedia libre. En línea. <https://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia>
- [12] De Our World in Data. En línea. <https://ourworldindata.org/>
- [13] Wikipedia, la enciclopedia libre. <https://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia>
- [14] RTVE. La vacunación contra el coronavirus en el mundo. En línea. <https://www.rtve.es/noticias/20211202/vacuna-coronavirus-mundo/2073422.shtml>
- [15] Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health. Global Health Security Index. Nuclear Threat Initiative 2019; EUA; 2019: p1-55.
- [16] UNED. Impactos del Covid-19 en la economía costarricense y mundial. En línea. <https://www.uned.ac.cr/ocex/index.php/124-boletines-articulos/556-impactos-del-covid-19-en-la-economia-costarricense-y-mundial>
- [17] "Statista". Los países más y menos preparados para una epidemia. En línea. <https://es.statista.com/grafico/20971/capacidad-de-respuesta-a-una-epidemia-o-pandemia-en-2019/>
- [18] Darner A. Mora Alvarado. Crisis climática y Covid-19. La Unión, Cartago. Laboratorio Nacional de Aguas; 2021. pág. 1-2.

Sindemia de la COVID-19 en África a noviembre 2021

COVID-19 syndemic in Africa upto november 2021

Darner A. Mora-Alvarado¹

Mora-Alvarado, D.A. Sindemia de la COVID-19 en África a noviembre 2021. *Tecnología en Marcha*. Vol. 35, especial COVID-19. Mayo 2022. Pág. 129-140.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.6057>



¹ Microbiólogo y Químico Clínico/ Máster en Salud Pública. Director del Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica. Correo electrónico: dmora@aya.go.cr

Palabras clave

África; continente; evolución; pandemia; salud.

Resumen

En este estudio se presenta la evolución de la sindemia de la COVID-19 en tiempo real en los 54 países africanos a noviembre 2021. El objetivo principal es determinar el avance de los casos confirmados, muertes y letalidad asociados a la COVID-19, a nivel de continente y la comparación con el resto del mundo y en cada uno de los países del continente africano. Para cumplir con el objetivo, se analizaron datos disponibles en la página de Internet “Statista” de la Universidad de John Hopkins, OMS y otros. Además, se estudiaron los avances en la vacunación por continente y se realizó una identificación de las fortalezas y debilidades del continente africano para atender la crisis sanitaria provocada por el SARS-CoV-2. Los resultados obtenidos indican que, a pesar de los pronósticos establecidos por la OMS y otros organismos de salud, que presagiaban un desastre total en África, debido a su nivel de pobreza, la deficiencia de los sistemas de salud y el poco acceso a agua potable, saneamiento e higiene, no obstante, los casos y muertes por la COVID-19, hasta el momento de la elaboración de este estudio, ubican a África en el cuarto lugar, superando a Oceanía. Por último, se recomienda identificar las hipótesis analizadas, para elaborar estudios más profundos al finalizar la epidemia de la COVID-19 e cada país en África y compararlo con otras naciones de los otros cuatro continentes del mundo.

Keywords

Africa; continent; evolution; pandemic; health.

Abstract

The present study shows the evolution of COVID-19 in the 54 African countries up to November 2021. The main aim is to determine the evolution of the new infections and deaths related to COVID-19 that occur in the continent and its comparison with the rest of the world. The study analysed available data from online sources, e.g. “Statista”, John Hopkins University, and WHO. Additionally, the study analysed the vaccination progress by continent identifying strengths and weaknesses for managing the health crisis provoked by SARS-CoV-2. Despite the forecast made by the WHO and other health institutes results show Africa in the fourth place above Oceania. Lastly, this study recommends a deeper analysis of the COVID-19 epidemic in Africa and its comparison with the rest of the world.

Introducción

África es el tercer continente más extenso, tras Asia y América. Está situado entre los océanos Atlántico, al oeste e Índico al este. El mar Mediterráneo lo separa al norte del continente europeo. El punto que acerca a África de Europa es el estrecho de Gibraltar de 14,4 Km de ancho. El mar Rojo, lo separa al este de la península arábiga y queda unido al continente asiático a través del istmo de Suez en territorio egipcio. La superficie total es de 30.272.922 Km², incluida 621.600 Km² en territorios insulares. La población estimada es de 1.320.000 habitantes, la cual es un 15% de la población mundial. El continente se divide en 54 países o estados soberanos. Egipto es un país transcontinental. Además, tiene dos estados con reconocimiento limitado y dos territorios dependientes [1]. La densidad poblacional es de 437 habitantes/Km².

El continente africano se subdivide en: África del Norte, África del Sur, África del Este, África del Oeste y África Central. En la siguiente figura 1, se presenta la ubicación de África en el planeta Tierra.



Figura 1. Ubicación de África en el Planeta Tierra.

En la siguiente figura 2 o mapa se presenta los 54 países que conforman el continente africano.



Figura 2. Mapa con los 54 países que conforman el continente africano.

Con esta introducción, se presenta a continuación la evolución de la COVID-19 en el continente africano, en donde el primer caso de contagio confirmado por el coronavirus SARS-CoV-2-causante de la COVID-19-se reportó el 14 de febrero de 2020 en Egipto [2, 3]. En el África Subsahariana el primer caso se registró en Nigeria [4]. La mayoría de los casos que fueron importados llegaron de Europa y de los EUA, lo cual se diferencia de otros continentes, en donde la mayoría provenían de China [5]. Debido a que los Sistemas de Salud son poco desarrollados y las condiciones sanitarias son muy limitadas, se esperaba una oleada y altos contagios de la

COVID-19 en África [6, 7]; no obstante, esto no ha sucedido hasta el momento en que el suscrito está realizando el presente estudio. En este contexto, el estudio tiene como objetivo principal, analizar la evolución de la COVID-19 en los 54 países de África al 7 de noviembre del 2021, con el propósito de estudiar las fortalezas y debilidades en esta crisis sanitaria mundial.

Metodología

Para cumplir con el objetivo del estudio, se siguieron los siguientes pasos:

Comparación de la COVID-19 de África con los otros continentes

Mediante la información de “Statista” [8], se presentan los casos, muertes y letalidad asociadas a la COVID-19 al 7/11/2021.

Avance en la vacunación por continentes

Con el aporte de “datosmacro.expansion.com” [9], se incluye en la figura 1, el mapa con los avances en la vacunación contra la COVID-19 del África en comparación con los 4 continentes al 7/11/2021.

Casos y muertes por COVID-19 al 7/11/2021 en los países africanos

Con el aporte de los datos del Centro de Documentación Europea de Almería (CDE) [10], se presenta una matriz o tabla con los 54 países, según los casos confirmados, muertes y letalidad asociados a la COVID-19.

Identificación de fortalezas y debilidad para atender la COVID-19 en África

Fundamentado en la literatura disponible, se analizan las fortalezas y debilidades de los países africanos para atender la crisis de la COVID-19 en África. Entre esta literatura disponible está los siguientes:

- Banco Mundial África: Panorama general [11]
- BBC. Los enormes retos de África para contener la pandemia de COVID-19 [12]
- Gobierno de España. Foco África 2023 [13]
- Instituto Español de Estudio Estratégicos. La segunda ola de la COVID-19 África: o una catástrofe [14]
- Naciones Unidas. Documento de políticas: Efectos de la COVID-19 en África [15]
- Europa Press. El coronavirus en África: Su fortaleza es la experiencia con el ébola [16]
- Gonzalo Fanjul y Rafael Vilasanjuan. Los riesgos y oportunidades del COVID-19 para el desarrollo de los países pobres [17]
- Andrew Harding. BBC News Mundo. Coronavirus en África: la sorprendente teoría que puede explicar el misterio de la baja tasa de mortalidad del COVID-19 [18]
- BBC New Mundo. Coronavirus en África: el aumento sin precedentes de las muertes por COVID-19 [19].
- Fernando Paúl. BBC News Mundo. Coronavirus “El Sistema colapsará muy rápido” los enormes retos de África para contener la pandemia de COVID-19 [20]
- Norberto Paredes. BBC News Mundo. Coronavirus en África: que hay detrás de la aparente resistencia del continente africano a la pandemia [21].

Resultados

COVID-19 en África y los otros cuatro continentes

En el cuadro 1, se presentan los casos, muertes y letalidad por la COVID-19 por continentes al 14 de noviembre de 2021.

Cuadro 1. Casos, muertes y letalidad por la COVID-19, según continentes al 18/11/2021

Continentes	Número de casos	Número de muertes	Letalidad en %
América	95.534.012	2.328.692	2,44
Europa	79.965.524	1.460.341	1,83
Asia	70.629.567	1.097.255	1,55
África	8.562.156	220.664	2,58
Oceanía	361.544	4.229	1,17
Totales	255.042.803	5.111.181	2,00%

Fuente. es."Statista".com y elaboración del autor

Avances en la vacunación por continentes

En la siguiente figura 2 y 3, se presenta la distribución, según avance de la vacunación por continentes y los avances por naciones en África.

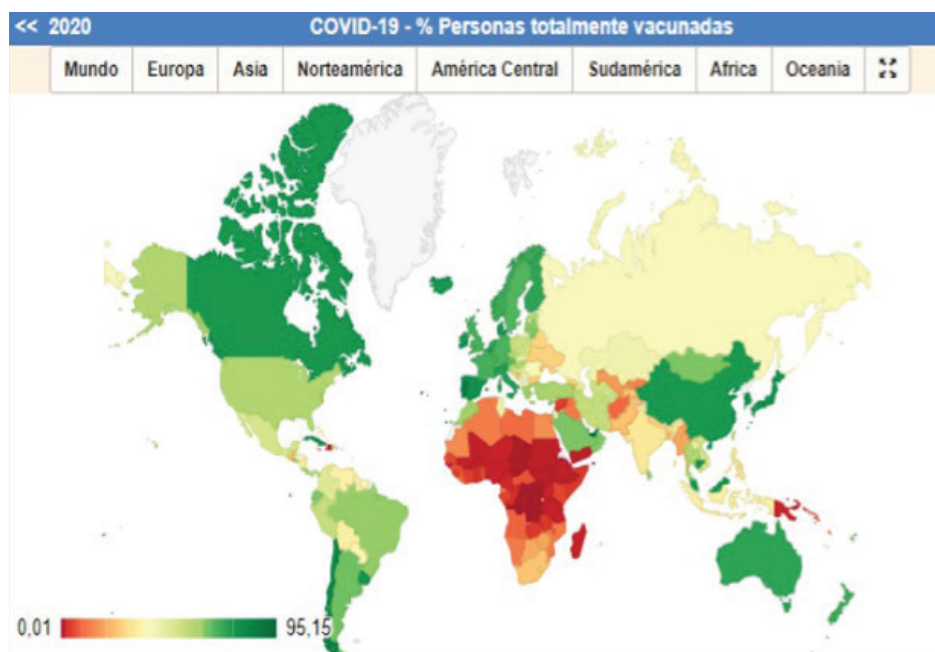


Figura 2. Vacunación por continentes contra la COVID-19 al 17/11/21. Fuente:

<https://datosmacro.expansion.com/otros/coronavirus-vacuna>

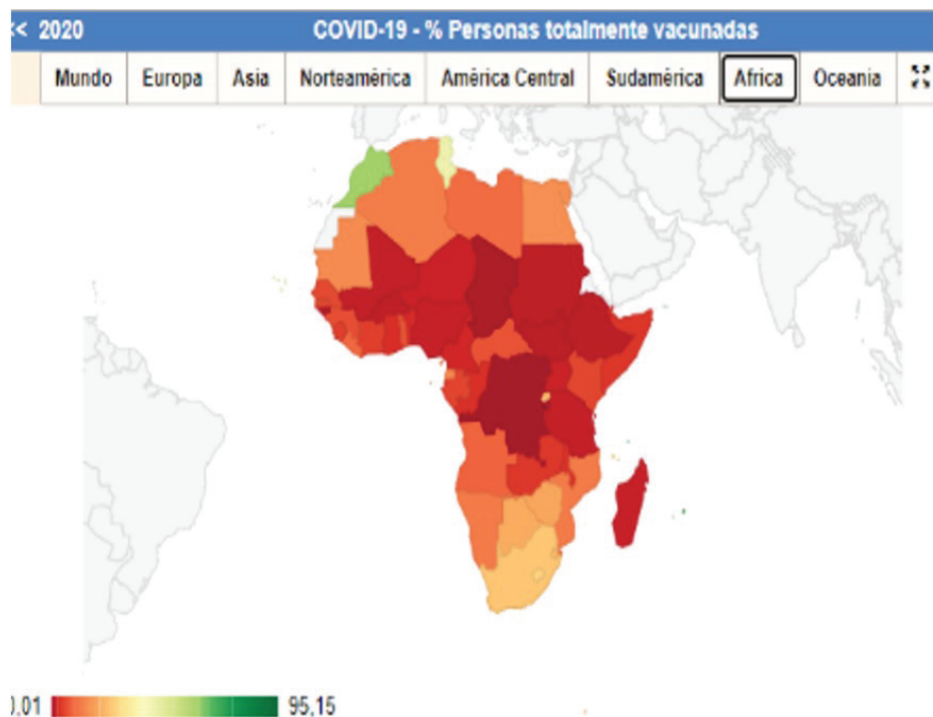


Figura 3. Vacunación en las naciones de África al 17/11/2021. Fuente: <https://datosmacro.expansion.com/otros/coronavirus-vacuna>

Casos, muertes y letalidad por países en África

En el cuadro 2, se presentan los casos, muertes y letalidad al 17/11/2021 por COVID-19 en África.

Cuadro 2. Casos confirmados, muertes y letalidad asociados a la COVID-19 por países en África.

Reporte de países	Casos Confirmados	Muertes	Letalidad%
Sudáfrica	2.922.116	89.177	3,05
Marruecos	946.145	14.668	1,55
Túnez	712.747	25.241	3,54
Etiopía	365.167	6.459	1,76
Libia	357.338	5.099	1,42
Kenia	253.310	5.281	2,08
Nigeria	211.961	2.896	1,36
Zambia	209.734	3.661	1,74
Argelia	206.452	5.920	2,86
Botswana	186.594	2.406	1,28
Mozambique	151.292	1.930	1,27
Zimbabue	132.977	4.678	3,51
Ghana	130.077	1.175	0,90
Namibia	128.927	3.554	2,75
Uganda	126.171	3.215	2,50

Reporte de países	Casos Confirmados	Muertes	Letalidad%
Camerún	102.499	1.686	1,64
Ruanda	99.698	1.331	1,33
Senegal	73.917	1.878	2,54
Angola	64.433	1.710	2,65
Malawi	61.796	2.301	3,72
Cabo Verde	61.297	695	1,13
Congo (Kinshasa)	57.470	1.091	1,89
Suazilandia	46.421	1.242	2,67
Madagascar	43.626	963	2,20
Sudan	40.433	3.099	7,66
Mauritania	37.320	797	2,13
Gabón	35.525	239	0,67
Guinea	30.653	385	1,25
Tanzania	26.154	725	2,77
Togo	26.079	242	0,92
Benin	24.749	161	0,65
Seychelles	22.243	119	0,53
Somalia	21.998	1.208	5,49
Lesotho	21.635	658	3,04
Burundi	20.039	38	0,18
Mauricio	17.698	166	0,93
Congo (Brazzaville)	17.323	258	1,48
Mali	16.073	563	3,50
Burkina Faso	14.793	214	1,44
Yibuti	13.478	181	1,34
Guinea Ecuatorial	13.368	167	1,24
Sudan del Sur	12.361	133	1,07
República de África Central	11.518	100	0,86
Gambia	9.965	340	3,41
Eritrea	6.834	45	0,65
Sierra Leona	6.397	121	1,89
Níger	6.366	213	3,34
Guinea-Bissau	6.134	141	2,29
Liberia	5.812	287	4,93
Chad	5.069	174	3,43
Costa de Marfil	61.536	702	1,14
Comoras	4.498	150	3,33
República Democrática del Congo	54.009	1.053	1,95
Egipto	356.718	20.347	5,70
Santo Tomé y Príncipe	3.731	56	1,50

En el cuadro 3, se presenta el porcentaje de población con la menor dosis en el mundo al 18/11/2021.

Cuadro 3. Porcentaje de población con la menor dosis en el mundo al 18/11/2021.

Región	Porcentaje de vacunación con una dosis
Norteamérica	70%
Latinoamérica	66%
Europa	63%
Asia Pacífico	61%
Oriente Medio	45%
África	9,4%

Fuente: "Statista".com

Fortalezas y debilidades de África contra la COVID-19

Fortalezas

Aunque los expertos advertían un caos de contagios y muertes, en donde incluso la OMS ha pronosticado una "catástrofe" en el continente, lo cierto es que este es el segundo continente más poblado, este caos, no se ha presentado a noviembre del 2021. En este sentido, las posibles fortalezas de África contra la COVID-19 son las siguientes:

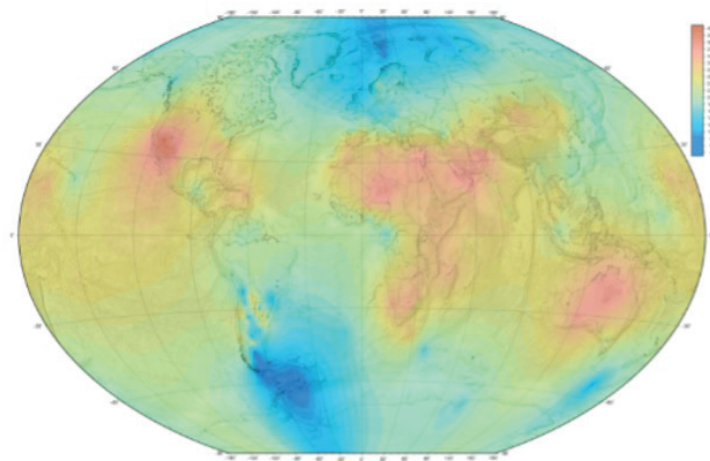
- La mayoría de los países africanos aplicaron medidas de confinamiento más rápido que el resto del mundo.
- La experiencia adquirida con otras epidemias como malaria, tuberculosis, cólera, VIH y ébola, han obligado a la comunidad científica y médica africana a innovar.
- La epidemia del ébola enseñó a algunos países africanos como contener brotes.
- África es un continente menos globalizado, por lo que la baja movilidad existente entre los países de África y el resto del mundo sería otro factor o fortaleza contra la COVID-19.
- La pirámide demográfica africana, indica que este continente tiene la población más joven del mundo, en donde la edad media es de 19,7 años, mientras que Europa es de alrededor de 40 años. Esto sugiere que esta fortaleza evitaría mayor cantidad de muertes en cada país.
- Una hipótesis que se puede convertir en una fortaleza es que la población africana ha tenido tantas epidemias virales de todo tipo, incluido otros coronavirus que mucha población debe tener inmunidad cruzada contra el SARS-CoV-2 de la COVID-19.
- Otra fortaleza es que África es considerada como el "continente sol", lo cual podría ser favorable con el SARS-CoV-2.

Debilidades

- La densidad de la población y el hacinamiento es factor de debilidad clave debido a que es muy difícil poner en práctica el distanciamiento social para evitar el contagio.
- El acceso al agua potable y saneamiento es una gran debilidad para la higiene y lavado de manos con agua de calidad potable y jabón.

- Los sistemas de salud inadecuados y deficientes impiden realizar las pruebas suficientes de PCR para diagnosticar la COVID-19, lo cual involucra un gran subregistro de los posibles casos de la enfermedad.
- La pobreza de al menos el 40% de la población en muchos países africanos es una gran debilidad para la atención de la salud.

En las figuras 4 y 5, se presentan el reparto de as horas sol en el mundo, según Geografic Infinita.



El reparto de las horas de sol en el mundo

Por Gonzalo Prieto / 5 minutos de lectura

Figura 4. Reparto de horas sol en el mundo.

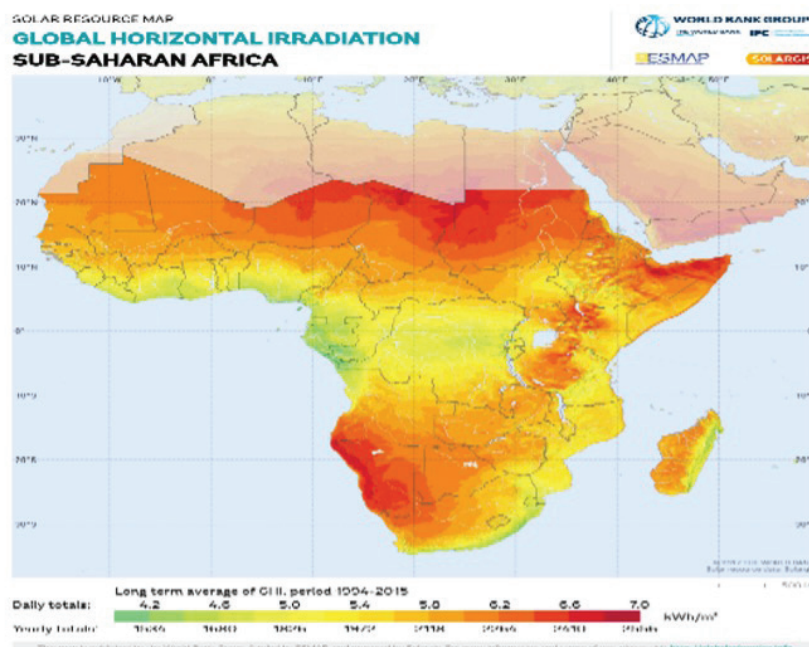


Figura 5. Mapa de horas sol en África.

Análisis de resultados

La COVID-19 por continentes

Los casos confirmados, muertes y letalidad por la COVID-19 por continentes de la tabla 1, al 17 de noviembre 2021, indica que África ocupa el cuarto lugar por detrás de América, Europa y Asia, con 8.562.155 contagios confirmados, con 220.664 fallecidos para una letalidad de 2,58, la cual supera el promedio mundial de 2,00%.

Avances en la vacunación

En las figuras 2 y 3 y la tabla 2, se observa que los países africanos, excepto Marruecos han alcanzado un 9,4% de cobertura de la población con una dosis, lo cual ubica al continente africano como el de menos avance en la vacunación del mundo.

Casos, muertes y letalidad de la COVID-19 por países en África

En la tabla 2, se presenta los casos confirmados, muertes totales y letalidad asociado a la COVID-19 por naciones en África, en donde se observa que Sudáfrica, Marruecos y Túnez, con 89.177, 14.669 y 25.241 respectivamente, son los países con mayor mortalidad en el continente. Las demás naciones presentan menos de 6.500 fallecidos. El total de casos en África es de 8.562.156 al 14/11/2021.

Fortalezas y debilidades de África ante la COVID-19

Fortalezas

Aunque la misma OMS presagiaba un desastre epidémico por la COVID-19 en África, esto por el momento al 17/11/2021 no ha sucedido, debido a ciertas fortalezas como:

La mayoría de los países africanos han aplicado medidas de confinamiento con mayor anticipación que muchos países del resto del mundo.

La experiencia adquirida en otras epidemias le permite a la comunidad científica africana la agilidad de innovar.

África es uno de los continentes menos globalizado, lo cual genera menos movilidad con otras naciones que son focos de la pandemia como China al principio, Italia y otros países de Europa y América.

La pirámide demográfica indica que África es el continente más joven, con una edad media de 19,7 años, mientras que en Europa es de 40 años, lo cual evitaría más mortalidad por la COVID-19.

La suma de tantas epidemias sufridas en la población de los distintos países africanos, incluido con otros coronavirus, le han brindado la fortaleza inmunológica y quizás inmunidad cruzada para defenderse de la COVID-19.

Una gran fortaleza, la cual debe ser una hipótesis de estudio son las horas promedio de sol al día, en la mayoría de los meses del año, lo cual ayuda directa e indirectamente a combatir al SARS-CoV-2.

Debilidades

Las principales debilidades de los países africanos en la atención de la COVID-19 son:

La pobreza, la cual provoca deficiencias en el acceso a agua de calidad potable, saneamiento e higiene; elementos esenciales por el lavado de manos para evitar los contagios contra la COVID-19.

Los inadecuados sistemas de salud en la mayoría de los países africanos con deficiente infraestructura y recurso humano para atender la epidemia de la COVID-19 en cada país.

Conclusiones y recomendaciones

El análisis de los resultados, en tiempo real de la sindemia de la COVID-19 en los países africanos, nos permite hacer las siguientes conclusiones y recomendaciones transitorias:

Conclusiones

- Sorprendentemente, contrario a lo que muchos pensábamos, África hasta el momento es el cuarto continente con menos contagios y muertes por COVID-19 al 17/11/2021.
- No obstante, la vacunación contra la COVID-19 en África es la de menos avance con solo un 9,4% de avance al menos con una dosis. Esto difiere más del 50% de avance en otras regiones del mundo.
- Los países más afectados por la COVID-19 en Europa son: Sudáfrica, Marruecos y Túnez y los tres menos afectados son: Guinea Bissau, Liberia y Chad.
- África tiene varios factores de fortaleza para atender la COVID-19, como la aplicación de las medidas de confinamiento en forma ágil, experiencia obtenida en otras epidemias; la pirámide demográfica con una población con más jóvenes que los otros cuatro continentes y las horas sol al día en los 12 meses del año, lo cual es factor importante para la lucha directa e indirecta contra la COVID-19.
- Por otro lado, sus mayores debilidades para atender las enfermedades respiratorias son la pobreza, hacinamiento, la escasez de agua potable y saneamiento, fundamentales por evitar el contagio del SARS-CoV-2. Aunado a sistemas de salud, con mucha deficiencia de infraestructura y de recursos humanos.
- Por último, la distribución inequitativa de las vacunas a nivel mundial, sobre todo en detrimento de África, conlleva a la aparición de nuevas variantes del SARS-CoV-2.

Recomendaciones

- El realizar estudios y escritos en tiempo real, tiene ventajas y desventajas porque una conclusión transitoria, podría ser falsa mañana; no obstante, seguirle el pulso a la sindemia de la COVID-19, tiene muchas ventajas sobre todo para establecer conclusiones e impulsar medidas correctivas en forma oportuna y establecer hipótesis de estudio, como, por ejemplo, el papel de las horas sol al día promedio por mes y en su efecto o no sobre la COVID19 en África y otras latitudes del mundo.
- Ante esto, lo recomendable es identificar hipótesis investigativas, entre los diferentes factores involucrados en la transmisión de la COVID-19, para realizar los protocolos de estudio y tenerlos listos para elaborarlos al final de la crisis sanitaria en cada nación o en cada continente.

Rreferencia

- [1] Wikipedia, la enciclopedia libre. África. En línea. <https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81frica>
- [2] BBC News (en inglés). Coronavirus: Beijing orders 14-day quarantine for returnees. 15 de febrero 2020.



- [3] Wikipedia, la enciclopedia libre. Pandemia de COVID-19 en África. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_COVID-19
- [4] Coronavirus: Nigeria confirms first case in sub-Saharan Africa. BBC News (en inglés). 28 de febrero de 2020.
- [5] Ruth Maclean (17 de marzo de 2020). África Braces for Coronavirus, but Slowly The New York Times (en inglés). Archivado desde el original el 19 de marzo de 2020.
- [6] Médicos del Mundo. Covid-19 ¿y en África qué?. En línea. <https://www.medicosdelmundo.org/actualidad-y-publicaciones/noticias/covid-19-y-en-africa-que>
- [7] María Cheng, Farai Mutsaka. El misterio africano: El Covid-19 no causó estragos. En línea. <https://www.sfnchronicle.com/news/article/El-misterio-africano-El-COVID-19-no-caus-16635642.php>
- [8] Wikipedia, la enciclopedia libre. "Statista". En línea. <https://es.wikipedia.org/wiki/Statista>
- [9] Wikipedia. Fuentes/datosmacro.expansion.com. En línea. <https://datosmacro.expansion.com/legal/acerca-de>
- [10] CDE. Coronavirus Present Situation in Africa (daily update). En línea. <https://www.cde.ual.es/en/coronavirus-present-situation-in-africa/>
- [11] Banco Mundial. África: Panorama general. En línea. <https://www.bancomundial.org/es/region/afr/overview>
- [12] BBC News. Los enormes retos de África para contener la pandemia de Covid-19. En línea. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-52124085>
- [13] Gobierno de España. Foco África 2023. En línea. https://www.lamoncloa.gob.es/presidente/actividades/Documents/2021/290321-Foco_Africa_2023.pdf
- [14] Instituto Español de Estudios Estratégicos. La Agenda de Covid-19 en África. En línea. https://www.ieee.es/publicacionesnew/COVID19/DIEEEO58_2020TRIDEI_CovidAfrica.html
- [15] ONU. Informe de políticas: Efectos de Covid-19 en África. En línea. <https://unsdg.un.org/es/resources/informe-de-politicas-efectos-de-covid-19-en-africa>
- [16] Europa Press. El coronavirus en África: su fortaleza es la experiencia con el ébola. En línea. <https://www.europapress.es/epsocial/cooperacion-desarrollo/noticia-coronavirus-africa-fortaleza-experiencia-ebola-debilidad-fragil-sistema-sanitario-20200322113241.html>
- [17] Gonzalo Fanjul y Rafael Vilasanjuan. Los riesgos y oportunidades del Covid-19 para el desarrollo de los países pobres. Real Instituto Elcano 2020. En línea. http://www.realinstitutoelcano.org/wps/portal/rielcano_es/contenido?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/elcano/elcano_es/zonas_es/ari71-2020-fanjul-vilasanjuan-riesgos-y-oportunidades-del-covid-19-para-desarrollo-de-paises-pobres
- [18] Andrew Harding. BBC News Mundo. Coronavirus en África: la sorprendente teoría que puede explicar el misterio de la baja tasa de mortalidad de Covid-19. En línea. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-54012501>
- [19] BBC. Nuevo Mundo. Coronavirus en África: el aumento sin precedentes de las muertes por Covid-19. En línea. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-58101094>
- [20] Fernando Paul. BBC Nuevo Mundo. Coronavirus/ "El sistema colapsará muy rápido" los enormes retos de África para contener la pandemia de Covid-19. En línea. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-52124085>
- [21] Norberto Paredes. Coronavirus en África: qué hay detrás de la aparente resistencia del continente africano a la pandemia. BBC News/Mundo. En línea. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-52575102>

Sindemia de la COVID-19 en Europa a octubre 2021

COVID-19 syndemic in Europe up to october 2021

Darner A. Mora-Alvarado¹

Mora-Alvarado, D.A. Sindemia de la COVID-19 en Europa a octubre 2021. *Tecnología en Marcha*. Vol. 35, especial COVID-19. Mayo 2022. Pág. 141-149.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.6058>



¹ Microbiólogo y Químico Clínico/ Máster en Salud Pública. Director del Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica. Correo electrónico: dmora@aya.go.cr

Palabras clave

Contagio; evolución; Europa; incremento; pandemia.

Resumen

Este estudio presenta la evolución de la COVID-19 en los 50 países de Europa a finales de octubre 2021. Para efectos prácticos, las 50 naciones se distribuyen de conformidad con sus características epidemiológicas en tres grupos. En el grupo 1, se incluyen los países sin cambios abruptos de contagio de la COVID-19. En el grupo 2, se ubican las naciones con tendencia al incremento de casos de COVID-19 y en el grupo 3, se incluyen los países con evidencias de inicio de una nueva ola. Los resultados indican que, a pesar de los avances de la vacunación, en el grupo 1, se incluyen 13 naciones para un 26% de los 50 países del continente europeo. En el grupo 2, se incluyen 11 países para un 22%. En el grupo 3, se distribuyen 26 naciones para un 52% de las naciones europeas. Por último, se aprecia una concordancia entre el aumento de los contagios por la COVID-19 a partir de los meses con menor horas sol al día.

Keywords

Contagion; evolution; Europe; increase; pandemic.

Abstract

The present study shows the evolution of COVID-19 in the 50 European countries up to October 2021. The countries were classified according to their epidemiological characteristics in three groups. The first group includes the countries with no severe changes in COVID-19 infections. The second group includes countries that show a trend towards an increase of infections, whereas the third group includes the countries starting a new wave of infections. Despite all the vaccination progress, results indicate that 13 countries (26 %) were classified in the first group, 11 countries (22 %) were classified in the second group, and 26 countries (52 %) were classified in the third group. Lastly, there seems to be a relation between the increase of infections and the decline of daylight hours.

Introducción

El origen de la crisis sanitaria, económica y social causada por la COVID-19, cuyo agente infeccioso es el nuevo coronavirus SARS-CoV-2 [1, 2], inició en la ciudad de Wuhan, capital de la provincia de Hubei, en la República Popular China, al reportarse casos de una neumonía desconocida, en diciembre del 2019 [3]. Luego, esta epidemia se expandió a otros países de Asia, Europa y América. Después que la mencionada crisis, se trasladó a 114 países [4], con 118.000 casos confirmados y 4.291 muertes, la Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoció como una pandemia el 11 de marzo del 2020 [5, 6]. En Europa, el primer caso de COVID-19 se detectó el 25 de enero del 2020 en Francia, en un hombre de 80 años procedente de la provincia de Hubei. El 14 de febrero murió un turista chino en París, al que se atribuyó el primer muerto por COVID-19 fuera de Asia [7]. No obstante, posteriormente se descubrió que fue un hombre fallecido en la ciudad española de Valencia, el 13 de febrero infectado por el SARS-CoV-2, que lo había contraído en Nepal [8]. Luego, la expansión de la epidemia avanzó por todo Europa, en donde a partir del 17 de marzo todos los países europeos habían informado al menos un caso de COVID-19, siendo Montenegro el último país en hacerlo [9]. En este contexto, el suscrito como Director del Laboratorio Nacional de Aguas en Costa Rica, me he propuesto brindar seguimiento a la crisis sanitaria, en tiempo real en los cinco continentes

del mundo, mediante la elaboración de escritos de cada una de las 223 naciones afectadas hasta el momento. En este sentido, a mediados de octubre del 2021, ya se habían elaborado todos los artículos de los 50 países de Europa [10, 11, 12].

Precisamente, realizando esa labor, observé que en más del 50% de las naciones europeas, se visualizaba en las curvas de evolución de la COVID-19, incremento de contagios, incluido países como Noruega y Dinamarca que supuestamente ya había anunciado su vuelta a la vieja normalidad, eliminando las medidas preventivas y de confinamiento [13, 14].

Para cumplir con el objetivo de describir la evolución de la COVID-19, al 30 de octubre del 2021, me fundamento en los diferentes reportes diarios publicados en internet, en la Universidad de Johns Hopkins o “JHU CSSE COVID-19 Data” [15], los aportes diarios de “datosmacroexpansion.com” [16], “Our World in Data” [17] y Statista GmbH [18]. Además, se analiza la evolución de la vacunación completa, en cada uno de los países estudiados.

Metodología

Para efectos prácticos, las 50 naciones se dividieron en tres grupos, según el estado actual de la crisis sanitaria, en donde en el grupo 1, se ubican los países sin cambios numéricos drásticos en las curvas de contagios. El grupo 2, se ubican los países con tendencia al incremento de casos de COVID-19. El grupo 3, ubica a las naciones con evidencia al inicio de una nueva ola. Esta clasificación se realizó con datos del 30 de octubre del 2021.

Los resultados son los siguientes:

Grupo 1. Países sin cambios abruptos de contagios de la COVID-19

-Armenia	-Finlandia	-Suecia
-Andorra	-Macedonia del Norte	-Portugal
-Chipre	-Malta	-Ciudad del Vaticano
-España	-Mónaco	
-Bosnia y Herzegovina	-Kasajistán	

El total de naciones del grupo 1, es de 13 para un 26% de los 50 países del continente Europeo.

Grupo 2. Países con tendencia al incremento de casos de COVID-19

-Francia	-Liechtenstein
-Italia	-República Checa
-Suiza	-San Marino
-Albania	-Polonia
-Dinamarca	-Luxemburgo
-Noruega	

El total del grupo 2, es de 11 países para un 22% de los 50 países del continente Europeo.

Grupo 3. Países con evidencias de inicio de una nueva ola

-Alemania	-Eslovenia	-Rumanía	-Grecia	-Azerbaiyán
-Austria	-Islandia	-Rusia	-Estonia	-Ucrania
-Bélgica	-Letonia	-Serbia	-Eslovaquia	

- Bielorrusia -Irlanda -Turquía -Montenegro
- Bulgaria -Hungria -Lituania -Países Bajos
- Croacia -Moldavia -Georgia -Reino Unido

El total del grupo 3, es de 26 países para un 52% del continente europeo. Además, como complemento para ubicar al lector en el contexto, se adjunta el cuadro 1, con el número de casos y muertes por COVID-19 por continentes al 24/10/2021.

Cuadro 1. Número de casos y muertes por COVID-19 por continentes al 24/10/2021.

Continente	Número de casos	Número de muertes	Letalidad%
América	93.120.479	2.282.980	2,45
Europa	72.902.239	1.379.920	1,89
Asia	69.305.855	1.072.213	1,55
África	8.468.345	216.840	2,56
Oceanía	318.337	2.829	0,89
Totales	244.115.255	4.954.782	2,03

Fuente: <https://es.statista.com/estadisticas/1107712/COVID19-casosconfirmados-a-nivel-mundial-por-region/>

Para efectos ilustrativos, en las figuras 1 y 2, se presenta la evolución de la COVID-19 en España y Suecia [19, 20]. En las figuras 3 y 4, se presenta la evolución de la crisis sanitaria en Italia y Noruega [21, 22], y en las figuras 5,6,7 y 8 se presentan los gráficos de Alemania, Rusia, Reino Unido y Ucrania al 30/10/2021 [23, 24, 25].



Figura 1. Evolución en España



Figura 2. Evolución en Suecia



Figura 3. Evolución en Italia



Figura 4. Evolución en Noruega



Figura 5. Evolución en Alemania



Figura 6. Evolución en Rusia



Figura 7. Evolución en Reino Unido



Figura 8. Evolución en Ucrania

En la figura 9, se presenta las horas sol en cada uno de los meses en Europa.

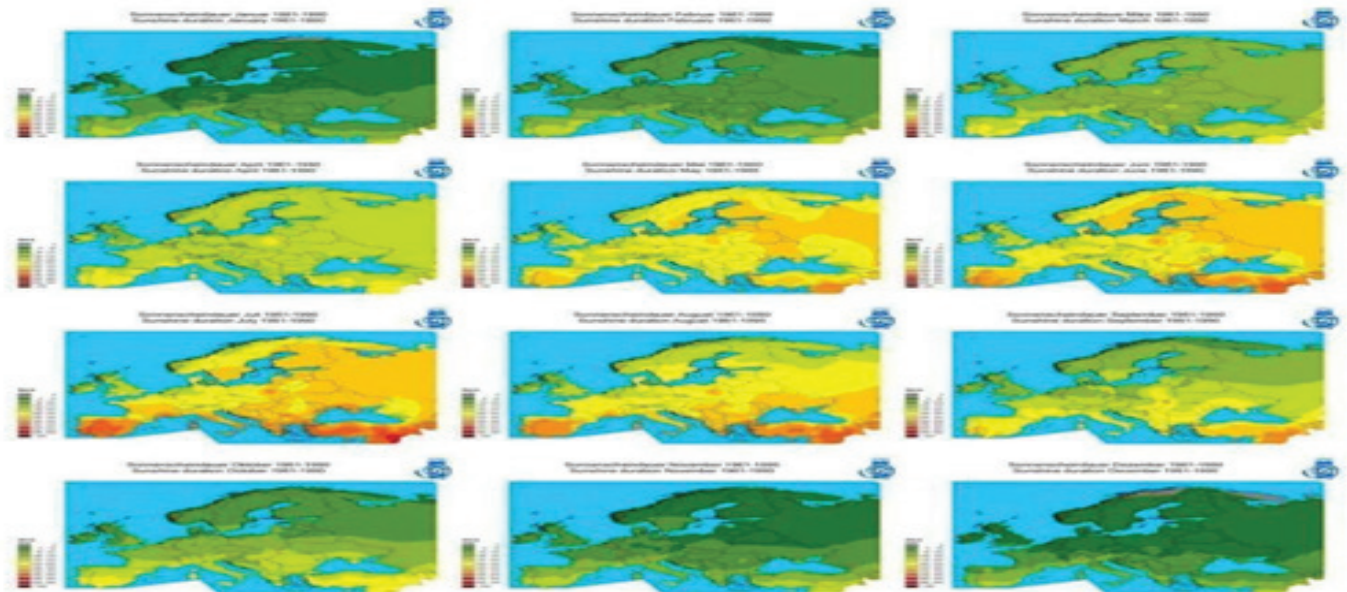


Figura 9. Las horas de sol en cada uno de los meses en Europa. Fuente: <https://www.geografiainfinita.com/2017/07/reparto-las-horas-sol-mundo/>

En el cuadro 2, se presenta el avance de la vacunación en los países europeos.

Cuadro 2. Vacunación completa del grupo 1 al 30/10/2021.

País	Avance de vacunación completa en %	País	Avance de vacunación completa en %
Armenia	7,10	Malta	82,83
Andorra	31,04	Mónaco	59,39
Chipre	63,42	Kazajistán	39,42
España	78,66	Suecia	66,42
Bosnia y Herzegovina	15,48	Portugal	86,06
Finlandia	68,94	Ciudad del Vaticano	ND
Macedonia del Norte	37,19		

Nota: El país con menor % de vacunación es Armenia con 7,10% y el de mayor cobertura es Portugal con 86,06%.
Fuente: <https://datosmacro.expansion.com/otros/coronavirus-vacuna>

En el cuadro 3, se presenta el avance de la vacunación del grupo 2 al 30/10/2021.

Cuadro 3. Avance en la vacunación del grupo 2 al 30/10/2021.

País	Avance de vacunación completa en %	País	Avance de vacunación completa en %
Francia	67,89	Liechtenstein	62,28
Italia	72,44	República Checa	56,90
Suiza	63,36	San Marino	65,35
Albania	31,04	Polonia	52,66
Dinamarca	70,47	Luxemburgo	62,84
Noruega	69,15		

Nota: El país con menos cobertura de vacunación es Albania con 31,04% y el de mayor cobertura Italia con 72,44%.
Fuente: <https://datosmacro.expansion.com/otros/coronavirus-vacuna>

En el cuadro 4, se presenta el avance en la vacunación completa en los países del grupo 3.

Cuadro 4. Avance en la vacunación del grupo 3 al 30/10/2021.

País	Avance de vacunación completa en %	País	Avance de vacunación completa en %
Alemania	66,44	Irlanda	74,78
Austria	62,67	Hungría	58,87
Bélgica	73,86	Moldavia	33,05
Bielorrusia	19,80	Montenegro	38,90
Bulgaria	12,81	Países Bajos	67,44
Croacia	38,40	Reino Unido	67,89
Grecia	59,51	Rumanía	31,85
Estonia	56,71	Rusia	32,24
Georgia	24,40	Turquía	58,01
Eslovenia	52,85	Azerbaiyán	43,50
Eslovaquia	42,10	Ucrania	17,61
Islandia	75,45	Serbia	43,52
Letonia	52,36	Lituania	58,73

Nota: El país con menos cobertura de vacunación es Bulgaria con 12,81% y el de mayor cobertura Islandia con 75,45%.
Fuente: <https://datosmacro.expansion.com/otros/coronavirus-vacuna>

Análisis de resultados

El análisis de los datos de la distribución de la evolución de la COVID-19 en los 50 países del continente europeo, mediante los tres grupos indican que:

- En el grupo 1, sin cambios en los contagios diarios evidentes, se incluyen 13 naciones para un 26% a finales de octubre del 2021.
- En el grupo 2, con tendencia al aumento de casos por día, se clasificaron 11 naciones para un 22%.
- En el grupo 3, con evidencias de inicio de una nueva ola, se ubican 26 naciones para un 52% del total de países europeos.

Con respecto a los avances de la vacunación en las 50 naciones de Europa, se observa que:

- En los 13 países del grupo 1, Armenia es el país con menos porcentaje de su población vacunada con 7,10%, seguido de Bosnia Herzegovina con 15,48, Andorra con 31,04%, Macedonia del Norte con 37,19%, Kazajistán con 39,42% y las otras 7 naciones con más del 50% de vacunación (ver tabla 1).
- En los 11 países del grupo 2, solamente Albania tiene menos del 50% de cobertura de vacunación con 31,04%. Los demás 9 países tienen una amplia cobertura de vacunación completa con más de 50%, en donde Italia y Dinamarca tenían 72,44% y 70,47% respectivamente.
- En las 26 naciones del grupo 3 con evidente inicio de una nueva ola o brote de la COVID-19, 3 de estos países han alcanzado una cobertura de más de 50% de vacunación completa. El país con más baja vacunación es Bulgaria con 12,81%, luego sigue Ucrania (17,61%), Georgia (24,47%), Rumania (31,82%), Rusia (32,24%) y Moldavia (33,05%).

Conclusiones

El análisis de la evolución de la COVID-19 en los 50 países al 30/10/2021 nos permite concluir lo siguiente:

- En 13 naciones el 26% se observa un “valle” con una estabilidad en los contagios del SARS-CoV-2 diario.
- En 11 países (22%) se visualiza un leve incremento en los contagios.
- En 26 países se observa un nuevo brote de la COVID-19 para un 52%.

Los datos de avances en la vacunación en los 3 grupos de estudio indican que la cobertura de la aplicación de los biológicos ha jugado un buen papel en el control de la sindemia de la COVID-19, sin embargo, se presentan datos contradictorios en donde países con vacunación superiores a 50%, están siendo afectados y amenazados con una nueva ola de contagios.

La conclusión anterior sugiere para ejercer un buen control de la crisis sanitaria de la COVID-19, es necesario “ir más allá de la vacunación”. En este sentido, un análisis transitorio indica que las horas sol al día para cada mes (ver figura 9), evidencia una relación con las estaciones climáticas o el tiempo y los contagios del SARS-CoV-2.



Recomendaciones

Al transcurrir cerca de 20 meses de la crisis sanitaria global a la COVID-19, emitir conclusiones es riesgoso debido a que lo afirmado hoy podría ser mentira mañana”. En este contexto, es recomendable que las autoridades de salud de cada país tomen en cuenta los siguientes aspectos:

- Mantener el lavado de manos con agua potable y jabón, el uso de mascarillas y el distanciamiento físico en lugares cerrados.
- Utilizar las estaciones climáticas y su relación con las horas sol al día y otros aspectos del tiempo, antes de tomar una decisión de apertura mal indicada normalidad post-pandémica.
- Realizar al final de la crisis sanitaria estudios más profundos entre la incidencia de la COVID-19 y las estaciones climáticas, en cada uno de los 50 países de Europa.

Referencias

- [1] Wikipedia, la enciclopedia libre. SARS-CoV-2. En línea: <https://es.wikipedia.org/wiki/SARS-CoV-2>
- [2] Wikipedia, la enciclopedia libre. Covid-19. En línea: <https://es.wikipedia.org/wiki/COVID-19>
- [3] Wikipedia, la enciclopedia libre. Pandemia de la Covid-19. https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_COVID-19
- [4] OMS. Alocución de apertura del Director General de la OMS en la rueda de prensa sobre Covid-19 celebrada el 11 de marzo de 2020. Consultado el 27 de marzo de 2021.
- [5] OPS/OMS. La OMS caracteriza a la Covid-19 como una pandemia. En línea: https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=15756:who-characterizes-covid-19-as-a-pandemic&Itemid=1926&lang=es
- [6] OMS. Covid-19: Cronología de la actuación de la OMS. En línea: <https://www.who.int/es/news/item/27-04-2020-who-timeline---covid-19>
- [7] Wikipedia. Pandemia de Covid-19 en Europa. En línea: https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_COVID-19_en_Europa
- [8] Caparrós Alberto (3 de marzo de 2020) “Valencia confirma la primera muerte de un paciente con coronavirus en España. En línea: https://www.abc.es/espana/comunidad-valenciana/abci-hombre-habia-contagiado-coronavirus-murio-13-febrero-valencia-202003032010_noticia.html
- [9] Montenegro, Gaut of (17 de marzo de 2020). “PM Dusko Morkovic CG: Montenegro confirms first two #Covid 19 cases #coronalInfoCGpic.twitter.com/jxkrm4AMurk”
- [10] Darner A. Mora Alvarado. 50 escritos sobre la sindemia de la Covid-19 en Europa. La Unión, Cartago. Laboratorio Nacional de Aguas; 2021: sp.
- [11] Darner A. Mora Alvarado. Sindemia de la Covid-19 en Europa. La Union, Cartago. Laboratorio Nacional de Aguas; 2021: pág. 1 al 3.
- [12] Darner A. Mora Alvarado. Sindemia de la Covid-19 en el Mundo I y II parte. La Unión, Cartago. Laboratorio Nacional de Aguas; 2021: pág. 1 al 4.
- [13] Swissinfo.ch. Noruega aplaza de nuevo la desescalada por la subida de los contagios. En línea: https://www.swissinfo.ch/spa/coronavirus-noruega_noruega-aplaza-de-nuevo-la-desescalada-por-la-subida-de-los-contagios/46916086
- [14] El Mundo. Dinamarca vuelve a la normalidad y elimina todas las restricciones por el coronavirus. En línea: <https://www.elmundo.es/internacional/2021/09/10/613b424bfc6c8346048b45d1.html>
- [15] Johns Hopkins University of Medicine. JHU CSSE Covid-19- Data. En línea: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>
- [16] Datosmacro.expansion.com. Covid-19. Crisis del coronavirus. En línea: <https://datosmacro.expansion.com/otros/coronavirus/costa-rica>
- [17] Wikipedia, la enciclopedia libre. OurWorldInData. En línea: <https://es.wikipedia.org/wiki/OurWorldInData>
- [18] Wikipedia, la enciclopedia libre. Statista. En línea: <https://es.wikipedia.org/wiki/Statista>

[19] De JHU CSSE Covid-19 Data. Enfermedad por el nuevo coronavirus en España. En línea. De JHU CSSE Covid-19 Data-última actualización hace 2 días.

[20] Ministerio de Sanidad. Situación actual coronavirus. En línea. <https://www.mscbs.gob.es/profesionales/salud-Publica/ccayes/alertasActual/nCov/situacionActual.htm>

De Our World in Data y JHU CSSE Covid-19 Data. Situación actual de la Covid-19 en Suecia.

[21] De JHU CSSE Covid-19 Data. Enfermedad por el nuevo coronavirus en Italia. En línea. Our World in Data y JHU CSSE Covid-19 Data.

[22] De JHU CSSE Covid-19 Data. Enfermedad por el nuevo coronavirus en Noruega. En línea. Our World in Data y JHU CSSE Covid-19 Data.

[23] De JHU CSSE Covid-19 Data. Enfermedad por el nuevo coronavirus en Alemania. En línea. Our World in Data y JHU CSSE Covid-19 Data.

[24] De JHU CSSE Covid-19 Data. Enfermedad por el nuevo coronavirus en Rusia. En línea. Our World in Data y JHU CSSE Covid-19 Data.

De JHU CSSE Covid-19 Data. Enfermedad por el nuevo coronavirus en Reino Unido. En línea. Our World in Data y JHU CSSE Covid-19 Data.

[25] De JHU CSSE Covid-19 Data. Enfermedad por el nuevo coronavirus en Ucrania. En línea. Our World in Data y JHU CSSE Covid-19 Data.

Evolución de la sindemia por “COVID-19” en Costa Rica al 10/12/2021

Evolution of the “COVID-19” syndemia in Costa Rica as of 12/10/2021

Darner A. Mora-Alvarado¹, Pablo C. Rivera-Navarro²

Mora-Alvarado, D.A; Rivera-Navarro, P.C. Evolución de la sindemia por “COVID-19” en Costa Rica al 10/12/2021. *Tecnología en Marcha*. Vol. 35, especial COVID-19. Mayo 2022. Pág. 150-163.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.6064>

- 1 Microbiólogo y Químico Clínico/ Máster en Salud Pública. Director del Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica. Correo electrónico: dmora@aya.go.cr
- 2 Microbiólogo y Químico Clínico. Funcionario del Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica. Correo electrónico: privera@aya.go.cr



Palabras clave

Costa Rica; contagio; “COVID-19”; enfermedad; pandemia.

Resumen

El presente estudio aborda la evolución de la “COVID-19” en Costa Rica entre el 06/03/2020 y el 10/12/2021, mediante el análisis de casos y muertes asociados al coronavirus “SARS-CoV-2”, agente infeccioso de la “COVID-19”. Además, se determina el avance de la vacunación en Costa Rica, en el contexto de América Latina, y su impacto sobre el número de casos, pacientes internados en Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) y fallecimientos, en el periodo de vacunación a partir de enero 2021. Por otro lado, se identifican los aspectos que califican esta crisis sanitaria como una “sindemia”, la cual es más que una pandemia debido a la sinergia del agente infeccioso y las enfermedades crónicas o comorbilidades, en el contexto de inequidades sociales entre la población costarricense. Por último, debido a los subregistros en contagios y muertes, fundamentados en las estimaciones realizadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), de que el 10% de la población mundial (780 millones de personas) ya se había infectado por “SARS-CoV-2” a octubre del 2020, se realiza una austera estimación de los contagios y muertes al 10/12/2021. Como recomendación, se indica la importancia de atender la crisis sanitaria por “COVID-19” como una sindemia, ante el efecto sobre las enfermedades crónicas y la reactivación económica de la población costarricense.

Keywords

Costa Rica; contagion; “COVID-19”; disease; pandemic.

Abstract

This study addresses the evolution of “COVID-19” in Costa Rica between 03/06/2020 and 12/10/2021, by analyzing cases and deaths associated with the coronavirus “SARS-CoV-2”, agent infectious disease of “COVID-19”. In addition, the advancement of vaccination in Costa Rica is determined, in the context of Latin America, and its impact on the number of cases, patients admitted to the Intensive Care Unit (ICU) and deaths, in the vaccination period from January 2021. On the other hand, the aspects that qualify this health crisis as a “syndemic” are identified, which is more than a pandemic due to the synergy of the infectious agent and chronic diseases or comorbidities, in the context of social inequities between the Costa Rican population. Finally, due to under-records in infections and deaths, based on estimates made by the World Health Organization (WHO), that 10% of the world's population (780 million people) had already been infected by “SARS -CoV-2 “as of October 2020, an austere estimate of infections and deaths is made as of 12/10/2021. As a recommendation, the importance of addressing the health crisis due to “COVID-19” is indicated as a syndicate, given the effect on chronic diseases and the economic reactivation of the Costa Rican population.

Introducción

La crisis de la “COVID-19” conocida como la pandemia causada por el coronavirus “SARS-CoV-2”, se originó en Wuhan, China; se manifestó como una neumonía desconocida, la cual en la mayoría de los pacientes tenía vinculación con trabajadores del mercado mayorista de mariscos de Huanan [1, 2]; luego, después de la expansión de los casos a otros países asiáticos, la OMS la declaró emergencia de salud pública de importancia internacional el 30 de enero de 2020 [3]; más tarde, cuando se habían registrado 4.291 muertes y 118.000 casos en

114 países, se reconoció como una pandemia, específicamente el 11 de marzo del 2020 [4]. En Costa Rica, el primer caso confirmado se presentó en una ciudadana estadounidense que arribó a Costa Rica, junto a su esposo, procedentes de Nueva York, EUA, ambos asintomáticos [5, 6]. El 08/03/2020 se confirmaron otros cuatro casos, dos de ellos importados, y la Comisión Nacional de Emergencias (CNE) elevó el nivel de alerta sanitaria a amarillo. Algunos pacientes fueron ubicados en hospitales públicos, mientras que la mayoría de los extranjeros permanecieron en sus respectivos hoteles [7]. En los meses de abril y mayo de 2020 los casos crecieron paulatinamente; pero a partir de junio, después de la Semana Santa, el ingreso de migrantes nicaraguense -trabajadores de construcción y monocultivos-, aceleró los contagios hasta llegar a un 29,7% de los contagios totales [8, 9, 10], entre el 14 al 16 de julio del 2020. El 24 de diciembre del 2020 ingresó el primer lote de vacunas contra la “COVID-19”; no obstante, después de una declinación de contagios en diciembre de 2020, y enero, febrero y marzo de 2021, después de la Semana Santa, se volvieron a incrementar los contagios y muertes, acumulando en setiembre y octubre más de 550.000 casos y 7.000 fallecidos [11].

Paralelo a esta crisis sanitaria, la economía provocada por la escasez de trabajo en el sector privado y el cierre de la actividad turística, ha causado una lamentable crisis social, la cual, unida a la sinergia del agente infeccioso con las comorbilidades de los pacientes, calificaron la crisis como una sindemia, que va más allá de una pandemia en el marco de inequidades sociales en el país [12, 13, 14].

A la luz de esta secuencia cronológica, el presente estudio tiene como objetivo *“Describir la evolución de la “COVID-19” en Costa Rica, en el contexto mundial al 10/12/2021”*.

Metodología

Para cumplir el objetivo principal de este estudio, realizado en tiempo real, se realizaron los siguientes pasos:

Evolución de casos y muertes asociados a la “COVID-19”

Las muertes asociadas a la “COVID-19” abarca las muertes directas causadas por el “SARS-CoV-2”, además de los fallecimientos de pacientes con prueba positiva de “COVID-19”, pero su deceso fue provocado por enfermedades crónicas o comorbilidades. Al respecto, la Comisión de Mortalidad “COVID-19” reportó que 90% de las muertes fue por “COVID-19”, mientras que el restante 10% fueron desesos con “COVID-19” [15, 16]. Fundamentado en estos datos, se calcula las muertes por y con “COVID-19”.

Situación de la evolución de la “COVID-19” en Costa Rica y el mundo

Evolución de la “COVID-19” en el mundo. Mediante los datos de “Our World in Data” [17], se presenta la evolución de las cuatro olas de la crisis sanitaria por “COVID-19” en el mundo al 11/12/2021.

Evolución de la “COVID-19” en Costa Rica. Con datos de JHU-CSSE-“COVID-19” Data [18], se presenta la evolución de la crisis sanitaria en Costa Rica al 11/12/2021, mediante un gráfico en donde se identifica las olas presentadas durante la epidemia.

Casos positivos asociados a la “COVID-19” en Costa Rica entre el 10/03/2020 y el 01/12/2021. Mediante las figuras 3, 4, 5 y 6 se presentan las curvas de casos positivos, casos nuevos identificados por laboratorio y por nexos epidemiológicos, porcentaje de personas extranjeras positivas por “COVID-19” en Costa Rica, y personas fallecidas con “COVID-19” en Costa Rica al 07/12/2021, respectivamente [19].

Cantones con mayor incidencia de la “COVID-19” al 07/12/2021. Mediante un cuadro, se presenta los casos de “COVID-19” en los cantones con mayor incidencia al 07/12/2021.

Avances en la vacunacion contra la “COVID-19” en Costa Rica, América Latina y el mundo

Avances de la vacunación contra la “COVID-19” en Costa Rica y su comparacion con America Latina. Con datos recopilados de Statista [20], se presentan los avances de la vacunación en Costa Rica y en el contexto de América Latina.

Vacunacion y la evolucion de los casos de la “COVID-19”, incluidos pacientes en UCI y muertes en Costa Rica. Se elabora un gráfico con la evolución de los casos de “COVID-19” y el avance en la vacunacion con una y dos dosis, con datos aportados por el MINSA y la CCSS.

Sindemia de la “COVID-19”: virus, comorbilidades e inequidades sociales

Se presentan las evidencias que demuestran la gravedad de la “COVID-19” en Costa Rica, debido a la sinergia del agente infeccioso, las enfermedades crónicas y las inequidades sociales de la poblaciones afectadas.

Comorbilidades. Se identifican las comorbilidades crónicas asociadas a la “COVID-19”, como la hipertensión, diabetes mellitus, obesidad, afecciones cardiovasculares, problemas renales y cáncer [21].

Análisis del riesgo del sexo en las muertes por “COVID-19”. Se revisa la literatura sobre la muerte en hombres y mujeres asociada a la “COVID-19” [22, 23].

Desigualdades sociales en Costa Rica y la “COVID-19”. Con el aporte de la literatura existente se comprueba las inequidades sociales y el papel de la pobreza en la “COVID-19” en Costa Rica [24, 25, 26, 27].

Estimaciones de casos y muertes por “COVID-19”

La OMS indicó en octubre del 2020 que un 10% de la población mundial ya estaba contagiada por la “COVID-19”, equivalente a 780 millones de personas [28]. Además, las Naciones Unidas indicó que en el 2020 las muertes por “COVID-19” a nivel mundial serían entre 6,8 a 10 millones de personas; con estos datos base, y en forma austera, se estiman las muertes al 11/12/2021 en el mundo y en Costa Rica.

Resultados

Evolucion de la “COVID-19”

Evolucion de la “COVID-19” en el Mundo

En la figura 1 se presenta la evolución de la “COVID-19” en el mundo al 11/12/2021.



Figura 1. Evolución de la “COVID-19” en el mundo al 11/12/2021. FUENTE: Our World in Data

El número de casos reportados oficialmente fue de 269.006.660 con 5.293.885 fallecidos, para una letalidad de 1,97%.

Evolución de la “COVID-19” en Costa Rica al 11/12/2021.

En la figura 2 se presenta la evolución de la “COVID-19” en Costa Rica al 11/12/2021.



Figura 2. Evolución de la “COVID-19” en Costa Rica al 11/12/2021. Fuente: Our World in Data

El dato de contagios acumulados fue de 558.639 con 7.332 fallecidos, para una letalidad de 1,29%.

Casos positivos por “COVID-19”

Casos positivos por “COVID-19” en costarricenses, extranjeros y total

En la figura 3 se presenta los casos positivos por “COVID-19” en Costa Rica, entre el 10/03/2020 y el 17/12/2021.

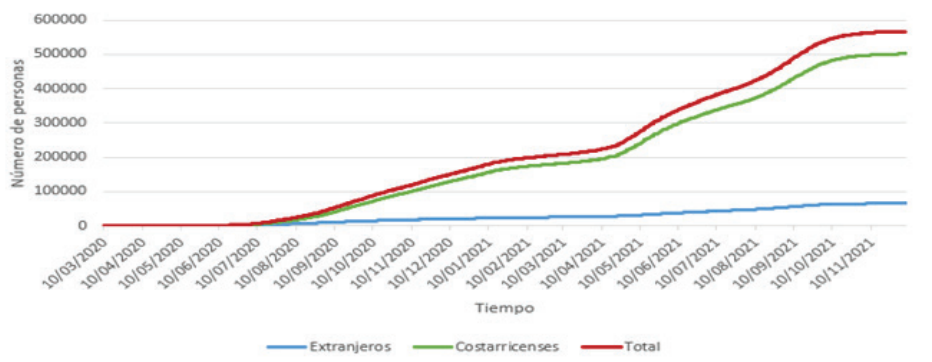


Figura 3. Casos positivos por “COVID-19” en Costa Rica del 10/03/2020 al 17/12/2021.

El total de casos de extranjeros se estima en 13%.

Casos nuevos de “COVID-19” por laboratorio y por nexos epidemiológico en Costa Rica al 07/12/2021

La figura 4 presenta los casos nuevos por “COVID-19”, confirmados por laboratorio y nexos epidemiológico en Costa Rica al 07/12/2021.

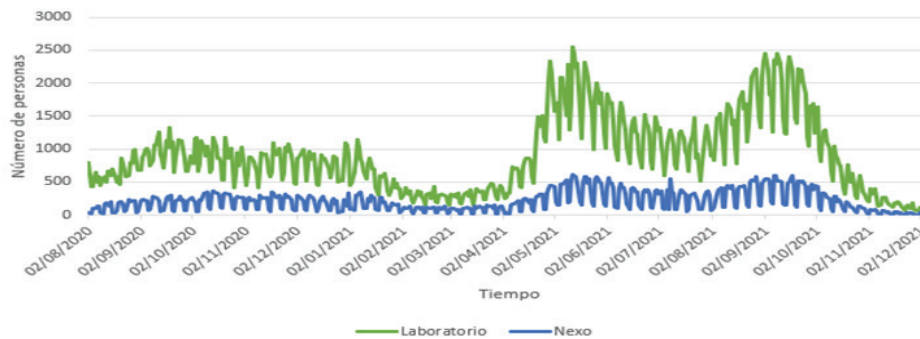


Figura 4. Casos nuevos de “COVID-19” confirmados por laboratorio y nexos epidemiológico en Costa Rica al 07/12/2021

Porcentaje de personas extranjeras positivas por “COVID-19” en Costa Rica al 07/12/2021

En la figura 5 se presenta el porcentaje de extranjeros con “COVID-19” al 07/12/2021 en Costa Rica.

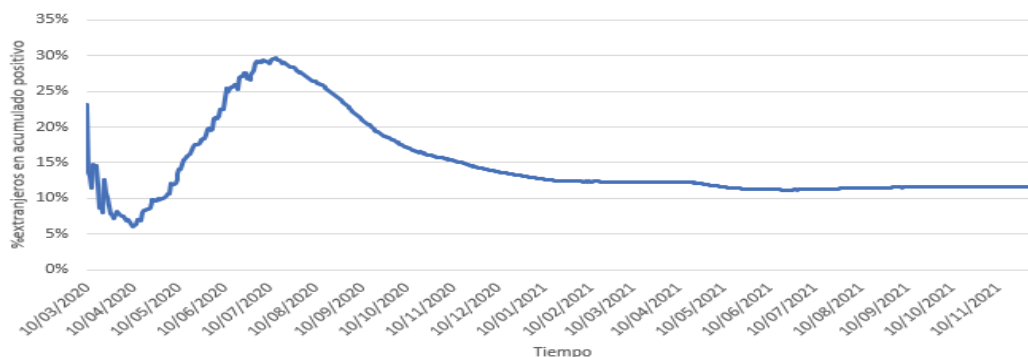


Figura 5. Porcentaje extranjeras con “COVID-19” al 07/12/2021 en Costa Rica.

Personas fallecidas con “COVID-19” al 07/12/2021

La figura 6 muestra el dato de personas fallecidas con “COVID-19” en Costa Rica al 07/12/2021.

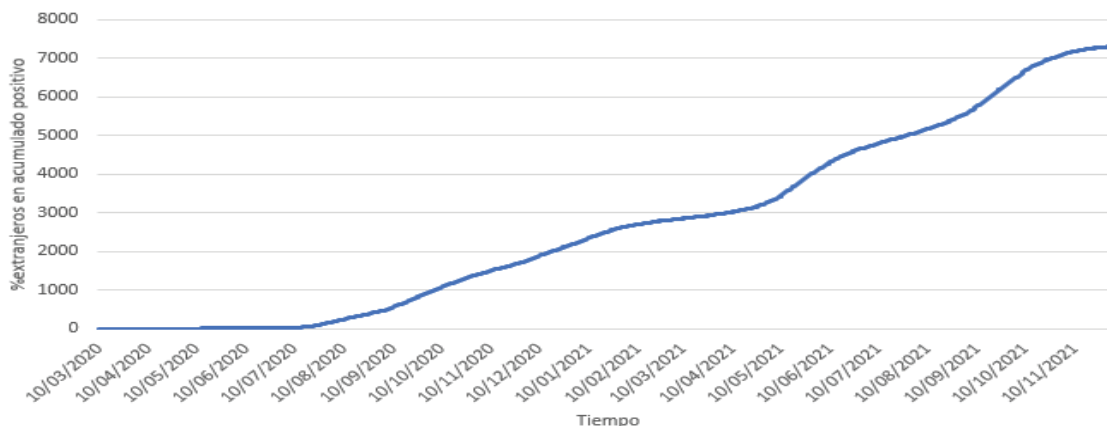


Figura 6. Personas fallecidas con “COVID-19” en Costa Rica al 07/12/2021.

Cantones con mayor incidencia de la “COVID-19” en Costa Rica al 07/12/2021

El cuadro 1 presenta los 10 cantones con mayor incidencia de la “COVID-19” en Costa Rica al 07/12/2021.

Cuadro 1. Casos de “COVID-19” en los cantones con mayor incidencia de “COVID-19” al 07/12/2021.

Cantón	Acumulados	Cantón	Recuperados	Cantón	Fallecidos	Cantón	Activos
San José	51.902	San José	50.856	San José	819	Alajuela	401
Alajuela	40.820	Alajuela	39.882	Alajuela	537	San José	227
Desamparados	28.467	Desamparados	27.982	Desamparados	396	Goicoechea	152
San Carlos	23.269	San Carlos	22.846	San Carlos	329	Heredia	150
Cartago	19.100	Cartago	18.925	Goicoechea	276	Liberia	127
Puntarenas	18.969	Puntarenas	18.617	Heredia	239	Escazú	125
Heredia	18.086	Heredia	17.697	Puntarenas	232	Puntarenas	120
Goicoechea	15.093	Goicoechea	14.665	Pérez Zeledón	216	Alajuelita	108
Pococí	14.041	Pococí	13.820	Alajuelita	161	Santa Ana	94
Alajuelita	13.775	Alajuelita	13.506	Limón	157	San Carlos	94

Avances en la vacunación contra la “COVID-19”

Avance de la vacunación en Costa Rica en el contexto latinoamericano

En el cuadro 2 se presenta los avances de la vacuna en Costa Rica en el contexto de América Latina.

Cuadro 2. Avances en porcentajes de vacunación en América Latina al 02/12/2021.

País	Al menos con una dosis (%)	Completamente inmunizados (%)	Dosis administradas (en miles)
Cuba	90,29	87,72	29.010
Chile	88,56	84,93	42.220
Uruguay	79,12	76,5	6.870
Argentina	81,82	67,94	71.510
Ecuador	77,79	65,74	25.840
Brasil	77,07	65,32	320.740
Costa Rica	75,98	63,79	7.220
El Salvador	68,38	63,16	9.400
Perú	69,99	59,38	45.020
Antigua y Barbuda	62,71	58,63	119,8
Panamá	68,83	55,82	5.690
República Dominicana	63,09	51,6	13.950
Colombia	77,08	51,04	60.630

Nota: Costa Rica ocupaba el 7° lugar en los avances de vacunación con una y dos dosis en América Latina.
 Fuente: [https://es.statista.com/estadisticas/1258801/porcentaje-y-numero-vacunados-contra-\"COVID-19\"-en-latinoamerica-por-pais/](https://es.statista.com/estadisticas/1258801/porcentaje-y-numero-vacunados-contra-\)

Vacunación y la relación con los casos de “COVID-19”

En la figura 7 se presenta la evolución de la vacunación con una y dos dosis y los casos por “COVID-19”, mientras que la figura 8 muestra el dato de vacunas aplicadas y muertes asociadas a la “COVID-19” en Costa Rica al 2021.

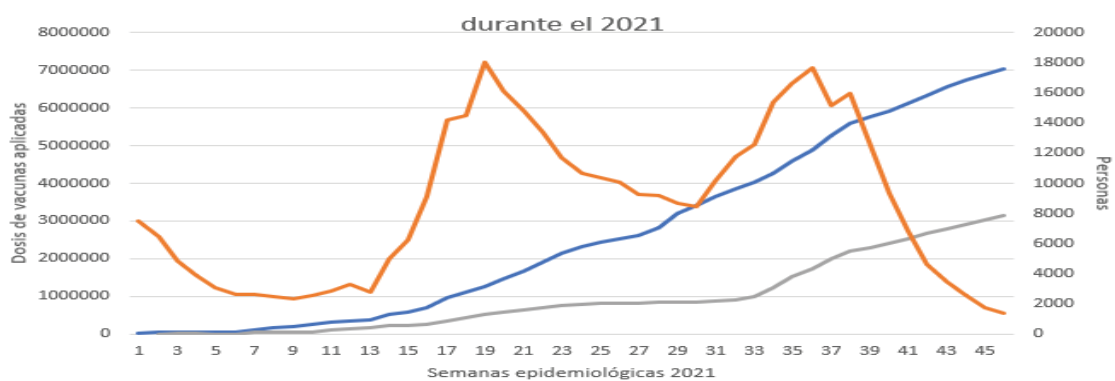


Figura 7. Vacunas aplicadas y el número de casos de “COVID-19” en Costa Rica en el 2021.

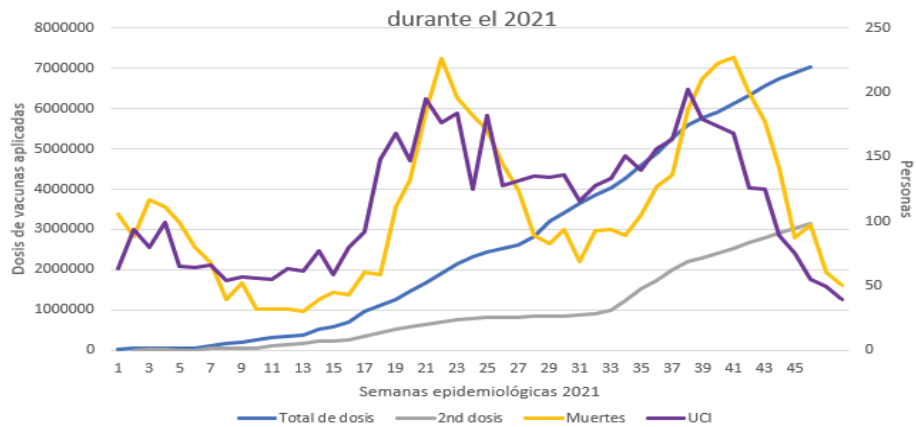


Figura 8. Vacunas aplicadas y muertes asociadas a la “COVID-19” en el 2021.

Sindemia de la “COVID-19”

A continuación se presentan evidencias que califican a la crisis sanitaria de la “COVID-19” como una sindemia, la cual es más que una pandemia debido a la sinergia entre el agente infeccioso, las enfermedades crónicas y las inequidades sociales.

Comorbilidades asociadas a la “COVID-19”

La Comisión de Mortalidad “COVID-19”, en el informe presentado el 26/11/2021, indicó que de 948 casos de muertes analizadas:

- El 63% de las muertes por “COVID-19” en Costa Rica, sucedieron padeciendo de hipertensión, de las cuales 579 eran mayores de 65 años para un 61,07%.
- Con diabetes mellitus fue de 381 para un 40,18%.
- Con obesidad 247 fallecidos para un 26,05%

Además, 527 personas fallecidas eran hombres y 328 mujeres, para un 61,63% y 38,37%, respectivamente.

Inequidades sociales

En Costa Rica, los distritos más pobres registran el 40% de los casos de contagios, y las familias en extrema pobreza deben realizar actividades o trabajos informales lo que los hace vulnerables al contagio con el virus; además, la mayoría no cuentan con Seguro Social.

La exposición de los varones durante sus labores diarias, aunado a la temeridad por el uso de mascarilla, la higiene o lavado de manos agua potable y jabón, y la aplicación del distanciamiento físico, son factores que favorecen un mayor registro de muertes por “COVID-19” del sexo masculino.

El problema económico-social, ya existente antes de la crisis sanitaria en Costa Rica y en la mayoría de los países del mundo, convirtió a esta pandemia por “COVID-19” en una sindemia, debido a la sinergia del virus, las enfermedades crónicas y las mencionadas inequidades sociales.

Estimación de casos y muertes por o con COVID-19

Muertes con o por "COVID-19" en Costa Rica

De conformidad con el último informe de la Comisión de Mortalidad COVID-19, el 90% de las muertes asociadas a "COVID-19" se califican como muertes por infección directa con SARS-CoV-2, y un 10% de fallecidos por otras comorbilidades pero con prueba positiva por "COVID-19". Esto indica que:

De los 7.332 fallecidos al 10/12/2021:

- a. 6.598,8 (6.599) fueron directamente por "COVID-19".
- b. 733,2 (733) con "COVID-19", pero la causa directa de la muerte fue una enfermedad subyacente o comorbilidad.

Estimaciones de casos de "COVID-19": oficiales más subregistros

La OMS estimó en octubre del 2020, que el 10% de la población mundial (780 millones de personas) ya había sido contagiada por el SARS-CoV-2. Esto sugiere, austeramente, y sin tomar en cuenta el incremento de casos y muertes en subregistros al 10/12/2021, que Costa Rica al menos tendría el número de casos reportados oficialmente más un 10% de la población total del país, que según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) era de 5.163.413 personas al 2021. Fundamentado en estos datos, se considera que de octubre de 2020 a octubre 2021 el subregistro de casos y muertes ha sido del 20% de la población mundial y 20% de la población costarricense; es decir, el número total de personas contagiadas en Costa Rica sería de 1.032.683 personas; esto sumando los casos oficiales registrados de 567.906 más 465.000 del subregistro.

Partiendo de que la letalidad actual del virus causante de la "COVID-19" es del 1,29%, la estimación de casos y muertes asociadas a la enfermedad serían:

- Contagios por el coronavirus SARS-CoV-2: 1.032.683
- Muertes estimadas asociadas a la "COVID-19": 13.322 fallecidos (7.332 oficiales y 5.990 de subregistro).

Aplicando lo indicado por la comisión de Mortalidad "COVID-19, las muertes se desglosaron de la siguiente manera:

- a. Muertes por "COVID-19": 11.980.
- b. Muertes con "COVID-19": 1.332.
- c. Total al 10/12/2021: 1.032.683 muertes.

Análisis de resultados

Evolución de la "COVID-19" en el mundo

En la figura 1, sobre la evolución de la "COVID-19" en el mundo, se observan 4 olas; la última inició a finales de octubre del 2021 y se extendió hasta el 08/12/2021, alcanzando 671.165 contagios y un promedio de 7 días de 616.436 casos. Esta nueva ola coincide con el incremento de casos en los países europeos, en donde las horas sol al día empezaron a bajar a finales de otoño en el Hemisferio Norte.

Evolución de la “COVID-19” en Costa Rica

En la figura 2 se observa la evolución de la crisis de la “COVID-19” en Costa Rica al 11/12/2021, en donde sobresalen 3 olas. La primera inició en junio 2020 y continuó durante los meses de invierno, con más de 3.115 casos al 04/01/2021 y un promedio de de 953 casos durante 7 días. Luego, los contagios iniciaron con una disminución hasta llegar a una “meseta” de menos de 500 casos diarios en abril del 2021, en pleno verano; la segunda ola surgió después de Semana Santa (29 de marzo al 04 de abril 2021), llegando a un promedio de 7 días de 2.326 y un pico de 3.173 contagios al 12/05/2021.

Después, el promedio de 7 días el 14 de julio llegó a 1.259 casos. Mas tarde, en los meses de agosto y septiembre-en pleno invierno-el promedio de 7 días fue de 2.353 casos el 22/09/2021. A partir de octubre 2021, los contagios empezaron a declinar a menos de 100 casos en la primera y segunda semana de diciembre 2021, logrando cero decesos el 7 y 8 de diciembre del presente año, en donde la vacunación ha sido clave, junto con el buen clima de mayor horas sol y la educación de la población en la aplicación de las medidas de protección para evitar la transmisión del virus.

Personas fallecidas

En la figura 3, se visualiza la curva creciente de muertes asociadas a la “COVID-19” al 07/12/02021, con 7.324 fallecidos.

Casos acumulados con “COVID-19”, según fallecidos, casos activos, nuevos y recuperados al 10/12/2021

En el cuadro 1, se presenta la distribución de casos acumulados, fallecidos, activos, nuevos y recuperados en los 82 cantones de Costa Rica. Del cuadro 1, se desprende el cuadro 2, con los casos de “COVID-19” en los cantones con mayor incidencia de la “COVID-19” al 07/12/2021, en donde se observa que los cantones de San José, Alajuela, Desamparados, San Carlos, Cartago, Puntarenas, Heredia, Goicoechea, Pococí y Alajuelita son los 10 cantones con mayor número de casos acumulados, recuperados, fallecidos y casos activos.

Avance en la vacunación contra la “COVID-19”

Vacunación contra la “COVID-19” en Costa Rica en el contexto Latinoamericano

En el cuadro 1, se presenta el avance con una y dos dosis de las vacunas contra la “COVID-19”, y se observa que Costa Rica ocupa el séptimo lugar con el 75.98% con una dosis y 63,79% con dos dosis.

Vacunación y la relación con los casos

Vacunas aplicadas y número de casos de “COVID-19” en Costa Rica durante el 2021

El análisis del gráfico de la figura 3, se aprecia el impacto de vacunación sobre la disminución en los casos de la “COVID-19” en nuestro país, llegando a menos de 100 casos a partir del 09/12/2021.

Vacunas aplicadas, número de muertes y casos en UCI en Costa Rica durante el 2021

El análisis de la figura 4, permite observar en el gráfico la concordancia el avance de la vacunación y la disminución de los pacientes en la unidad de cuidados intensivos (UCI) y las muertes asociadas a la “COVID-19”, sobre todo a partir de la vacunación completa con las dos dosis.

De pandemia a sindemia

El estudio de las evidencias de la sinergia el agente infeccioso, “SARS-CoV-2” y las comorbilidades o enfermedades crónicas de los pacientes, en medio de las inequidades sociales permiten ratificar que la crisis por la “COVID-19” en Costa Rica, es una sindemia para lo cual la atención sanitaria obliga a atender las enfermedades crónicas (hipertensión, diabetes, obesidad y otros) de los pacientes y en el buen sentido del concepto de salud, reactivar la economía y disminuir las inequidades sociales del país.

Subregistros, estimaciones de casos y muertes

Fundamentados primero en la estimación realizada por la OMS en octubre del 2020, en donde indicó que el 10% de la población mundial ya se había contagiado por el coronavirus “SARS-Cov-2”, lo cual equivale a 780 millones de habitantes y, en segundo lugar, a los informes de la Comisión de Mortalidad “COVID-19” y en tercer lugar a lo indicado por las Naciones Unidas de qué entre 6,8 y 10 millones de personas habían fallecido por “COVID-19” en el 2020, aplico con un cálculo lo siguiente:

- d. De los 7.332 fallecidos al 10/12/2021, el 90% de las muertes fueron detectadas por el virus del “SARS-CoV-2”, para un total de 6599.
- e. El 10% restante representaba 733 fallecidos por enfermedades subyacentes o comorbilidades

Utilizando la información de la OMS en octubre del 2020, se indica que el 10% (780 millones) ya se había contagiado por el “SARS-CoV-2”, le sumamos un 10% más para un 20% a octubre del 2021 y se aplicó ese 20% a la población total de Costa Rica al 2021 de 5.163.413 habitantes, lo cual equivale a 1.032.683 personas, tomando en cuenta los 567.906 contagios acumulados al 10/12/2021 más 465.000 de subregistro.

Luego, aplicando la letalidad por la “COVID-19” actual de 1,29% se estima que el total de muertes es de 13.332 fallecidos, de los cuales 7.332 son registrados oficialmente 5.990 son estimados.

Por último, aplicando lo indicado por la comisión de mortalidad de “COVID-19”, del total de las 1.032.683 muertes estimadas al 10/12/2021, las muertes directas por “COVID-19” serían de 11.990 y 1.332 con “COVID-19” o por las enfermedades crónicas de los pacientes.

Conclusiones y recomendaciones

El análisis de los resultados nos permite realizar las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- El coronavirus “SARS-CoV-2”, ya le ha dado cuatro vueltas al mundo provocando un total de 267.786.851 y 5.278.824 fallecidos para una letalidad de 1,98%.
- En Costa Rica la “COVID-19”, ha provocado tres olas, con 567.824 contagios acumulados y 7.324 fallecidos al 09/12/2021, para una letalidad de 1,29%.
- El avance en la vacunación con una y dos dosis, ubica a Costa Rica en el séptimo lugar en América Latina.
- La relación entre la vacunación con una y dos dosis y los contagios acumulados, pacientes en UCI y muertes, indican que la vacunación ha sido muy importante para la disminución de la gravedad de la crisis sanitaria al 11/12/2021, con incluso varios días sin muertes por esta enfermedad a diciembre del 2021.

- El análisis de los subregistros de casos y muertes por “COVID-19”, ha sido evidente en Costa Rica y en la mayoría de los países del mundo. a la luz de esto, al aplicar el 10% de subregistros de casos de la OMS en octubre del 2020 y sumando un 10% más en octubre del 2021, el total de casos y muertes por “COVID-19” nuestro país alcanza 1.032.683 contagios y 13.322 fallecidos, estimados con una letalidad de 1,29%.
- Ante esta crisis sanitaria, económica y social de la “COVID-19” es y será fundamental atender las tres crisis como una sindemia, es decir los contagios por la “COVID-19”, las enfermedades crónicas y la reactivación económica del país.

Referencias

- [1] Wikipedia, la enciclopedia libre. Pandemia de “Covid-19”. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_”COVID-19”
- [2] Organización Mundial de la Salud. Nuevo coronavirus. China. OMS.12 de enero de 2020. Consultado el 27 de marzo 2021.
- [3] PAHO. La OMS declara que el nuevo brote de coronavirus es una emergencia de Salud Pública de Importancia Internacional. En línea. https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=15706:statement-on-the-second-meeting-of-the-international-health-regulations-2005-emergency-committee-regarding-the-outbreak-of-novel-coronavirus-2019-ncov&Itemid=1926&lang=es
- [4] OMS. “Covid-19”: Cronología de la actuación de la OMS-WHO/World Health. En línea. <https://www.who.int/es/news/item/27-04-2020-who-timeline---”Covid-19”>
- [5] Wikipedia, la enciclopedia libre. Pandemia de la “Covid-19” en Costa Rica. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_”COVID-19”_en_Costa_Rica
- [6] La República. Coronavirus “Covid-19” llegó a Costa Rica. Consultado el 17 de marzo de 2020. En línea. <https://www.larepublica.net/noticia/casos-”Covid-19”-costa-rica>
- [7] González, Karla Pérez. Se confirman 9 casos de coronavirus en Costa Rica, uno de los pacientes continúa delicado. El Mundo CR. Consultado el 17 de marzo 2020.
- [8] Darner A. Mora Alvarado. Evolución de la pandemia de la “Covid-19” en el primer año de la declaración de la OMS. La Unión, Cartago. Laboratorio Nacional de Aguas, 2021: pág 1-48.
- [9] Darner A. Mora Alvarado. El impacto de los migrantes en la Pandemia por “Covid-19” en Costa Rica. La Unión, Cartago. Laboratorio Nacional de Aguas, De los hechos. Agosto 2020: sp.
- [10] UCR. Impacto de la pandemia “Covid-19” en familias inmigrantes en Costa Rica. En línea. <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2020/08/18/impacto-de-la-pandemia-”Covid-19”-en-las-familias-inmigrantes-en-costa-rica.html>
- [11] Datosmacro.expansion.com. Costa Rica-”Covid-19”- Crisis del coronavirus 2021/datosmacro.com. En línea. <https://datosmacro.expansion.com/otros/coronavirus/costa-rica>
- [12] Wikipedia, la enciclopedia libre. Sindemia. En línea. <https://es.wikipedia.org/wiki/Sindemia>
- [13] Redacción médica. El coronavirus no es una pandemia. Es una sindemia. En línea. <https://www.redaccionmedica.com/secciones/sanidad-hoy/sindemia-coronavirus-pandemia-significado--8888>
- [14] Valeria Chavez. Porqué el “Covid-19” es una sindemia, no una pandemia. En línea. <https://twitter.com/infobae/status/1312413740642566146?lang=es>
- [15] Ministerio de Salud de Costa Rica. Comisión de Mortalidad “Covid-19”. En línea. <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/centro-de-prensa/noticias/746-noticias-2021/2038-comision-de-mortalidad-”Covid-19”-continua-analisis-de-fallecimientos-90-de-los-decesos-se-dan-por-”Covid-19”>
- [16] Ministerio de Salud. Comision de Mortalidad “Covid-19”. Permanece porcentaje de mortalidad “Covid-19”: 90% de los decesos se dan por la enfermedad. En línea. <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/centro-de-prensa/noticias/746-noticias-2021/2100-permanece-porcentaje-de-mortalidad-”Covid-19”-90-de-los-decesos-se-dan-por-la-enfermedad>
- [17] Our World in Data. Coronavirus (“Covid-19”). Casos. En línea. <https://ourworldindata.org/covid-cases>
- [18] Costa Rica- “Covid-19” Overview. Johns Hopkins. En línea. <https://coronavirus.jhu.edu/region/costa-rica>
- [19] Ministerio de Salud de Costa Rica. Situación Nacional “Covid-19”. En línea. <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/centro-de-prensa/noticias/741-noticias-2020/1725-situacion-nacional-”Covid-19”>

- [20] Statista Research Department América Latina y Caribe: dosis y pauta de vacunación contra la "Covid-19" por país 2021. En línea. <https://es.statista.com/estadisticas/1258801/porcentaje-y-numero-vacunados-contra-Covid-19-en-latinoamerica-por-pais/>
- [21] Comisión de Mortalidad "Covid-19". 63% de los fallecimientos "Covid-19", analizados padecían de hipertensión arterial. En línea. <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/centro-de-prensa/noticias/746-noticias-2021/2219-63-de-los-fallecimientos-Covid-19-analizados-padecian-de-hipertension-arterial>
- [22] Silvia Mortuorio Fernández. ¿Por qué se registran más muertes por "Covid-19" en hombres? En línea. <https://www.unacomunica.una.ac.cr/index.php/mayo-2021/3458-por-que-se-registran-mas-muertes-por-Covid-19-en-hombres>
- [23] Darner A. Mora Alvarado. La pobreza y la "Covid-19" en Costa Rica. La Unión, Cartago. Laboratorio Nacional de Aguas, 2020: pag 1-2.
- [24] Academia de Centroamérica. La crisis profundizó las brechas. En línea. <https://www.academiaca.or.cr/opinion/la-crisis-que-profundizo-las-brechas/>
- [25] El País. La "Covid-19" empuja a Costa Rica a un estado de emergencia que no conocía. En línea. <https://elpais.com/internacional/2021-05-25/la-Covid-19-empuja-a-costa-rica-a-un-estado-de-emergencia-que-no-conocia.html>
- [26] Darner A. Mora. La pobreza y la "Covid-19" en Costa Rica. La Unión, Cartago. Laboratorio Nacional de Aguas; 2021: sp.
- [27] Virginia Reyes Gatjens. Análisis del Impacto Socioeconómico de la Pandemia por "Covid-19" en el sector hídrico de Centroamérica GWP Centroamérica; marzo de 2021. pág. 1-64.
- [28] El País. La OMS estima que el 10% de la población mundial se ha contagiado de "Covid-19". 22 veces más que los casos diagnosticados. En línea. <https://elpais.com/sociedad/2020-10-05/la-oms-estima-que-el-10-de-la-poblacion-mundial-se-ha-contagiado-de-covid-22-veces-mas-que-los-casos-diagnosticados.html>
- [29] Naciones Unidas. Las muertes por "Covid-19" en todo el mundo serían entre 6,8 y 10 millones, dos veces superior a los reportados. En línea. <https://news.un.org/es/story/2021/05/1492332>
- [30] Ángela Ávalos. Costa Rica registra cero decesos por primera vez en 17 meses. La Nación, "Covid-19". Costa Rica; 09/12/2021: pág. 8. El País.

Evolución de la COVID-19 en Asia al 03/12/ 2021

COVID-19 syndemic in Asia up to 12/03/2021

Darner A. Mora-Alvarado¹

Mora-Alvarado, D.A. Evolución de la COVID-19 en Asia al 03/12/ 2021. *Tecnología en Marcha*. Vol. 35, especial COVID-19. Mayo 2022. Pág. 164-174.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.6055>

1 Microbiólogo y Químico Clínico/ Máster en Salud Pública. Director del Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica. Correo electrónico: dmora@aya.go.cr



Palabras clave

Asia; continente; coronavirus; evolución; pandemia.

Resumen

En este estudio se presenta la evolución de la crisis sanitaria de la COVID-19 causada por el coronavirus SARS-CoV-2, en donde el paciente “uno” fue registrado en Wuhan, China el 17/11/2019. El análisis de la evolución de los contagios, muertes y letalidad se elabora primero con una comparación en los cinco continentes, en donde Asia al 21/11/2021 indica que este continente ocupa el tercer lugar con 74.010.689 casos registrados, 1.104.494 muertes, para una letalidad de 1,55%. Por su parte, a nivel país la India ocupa el segundo lugar de contagios con 34.615.757 casos, solo detrás de EUA con 49.718.525 casos, en el contexto Mundial en el continente asiático, lógicamente India ocupa el primer lugar con 615.225 muertes asociadas a la COVID-19, seguidos de Rusia con 8.839.981 casos y 278.857 muertes. En resumen, en el ranking de las 15 naciones más afectadas por estas enfermedades en el mundo, se ubican India, Rusia, Turquía, Irán e Indonesia. Por otro lado, los avances en la vacunación son muy desiguales, en donde Camboya ocupa el primer lugar y Yemen el último con 1,21%. La disciplina en la aplicación de las medidas de prevención de los contagios, en los países orientales, es su mayor fortaleza. Por último, es paradójico que el enorme país de China, en donde se originó la crisis, hoy es una de las naciones con menos casos y muertes en el mundo.

Keywords

Asia; continent; coronavirus; evolution; pandemic.

Abstract

The present study shows the evolution of COVID-19 health crisis provoked by SARS-CoV-2 in which the first patient was reported in Wuhan, China on November the 17th 2019. Firstly, a comparison of infections and deaths is analysed between the five continents. Asia reported 74 010 689 infections, 1 104 494 deaths, and a mortality rate of 1.55 %. On the other hand, India reported 34 615 757 infections, whereas USA reported 49 718 525 infections. India reported the highest number of deaths relate to COVID-19 with 615 225 followed by Russia with 8 839 981 infections and 278 857 deaths. In short, within the most affected nations by these diseases, we found India, Russia, Turkey, Iran, and Indonesia. On the other hand, vaccination progresses in Asia are very unequal, where Cambodia occupied the first place and Yemen the last one with 1.21 %. Discipline in the application of prevention measures in Asian countries is its greatest strength. Finally, it is paradoxical that China - where the crisis has originated – is currently one of the nations with the fewest cases and deaths in the world.

Introducción

Asia es el continente más grande y poblado de la tierra. Con una superficie de 44.541.138 Km², en donde conviven 4.598.168.800 habitantes, para una densidad de 102,8 habitantes/Km². Se subdivide en Asia del Norte, Asia del Sur, Asia del Este, Asia Central, Sudeste Asiático y Asia Occidental. Este enorme continente cuenta con 51 países, de los cuales 9 son transcontinentales a saber Armenia, Azerbaiyán, Chipre, Egipto, Georgia, Indonesia, Kazajistán, Rusia y Turquía. En las figuras 1 y 2 se presenta la ubicación de Asia en el planeta Tierra, y el mapa por países de Asia.



Figura 1. Ubicación de Asia en el planeta.



Figura 2. Mapamundi político.

En términos geográficos Asia y Europa forman un único continente, denominado Eurasia. Además, África está unida a Eurasia por el Istmo de Suez, por lo que también se puede considerar en forma conjunta Europa, Asia y África como un único súper continente, denominado “Eurafrasia o Afro- Eurasia” [1]. Debido a la explosión de la población y cambios en el paisaje urbano en Asia y África, es una de las razones del origen de la epidemia en ambos continentes [2]. En este contexto, se originó la epidemia de la COVID-19 en Wuhan, China, el 17 de noviembre 2019 [3]. Luego, debido a la expansión en otros países asiáticos, se declaró como crisis sanitaria por la Organización Mundial de la Salud (OMS) el 30 /01/2020 [4], para después declararla pandemia el 11 de marzo del 2021 [5]. El agente causal de esta pandemia es el nuevo coronavirus, SARS-CoV-2 [6]. Después al pasar varios meses de la pandemia, el editor jefe de la prestigiosa revista “The Lancet” propuso que esta crisis sanitaria, económica y social debería clasificarse como una sindemia. En este sentido Richard Horton, editor jefe de la mencionada revista, indica que la sinergia entre el agente infeccioso y las comorbilidades o enfermedades de los pacientes agravan los síntomas, en medio de inequidades sociales [7], mientras que la OMS, indica que una pandemia es únicamente una propagación mundial de una enfermedad. Por su parte, según Horton, si se visualiza como una sindemia “ya hay que analizar y enfrentar el virus desde un enfoque biológico y social”. En realidad, para efectos de respetar los derechos de autor, el concepto de “sindemia” fue concebido por primera vez por Merrill Singer, un antropólogo médico estadounidense [8].

Volviendo de nuevo al origen de la crisis sanitaria de COVID-19 en Asia y en el mundo, se detectó inicialmente en Wuhan y finalmente se extendió al resto de la República Popular China y posteriormente se trasladó a otros países asiáticos, como la India, Indonesia, Arabia Saudita, Líbano, Pakistán, Corea del Sur, Malasia, Filipinas, Irak, Israel, Bangladés, Japón, Jordania, Nepal, Emiratos Árabes Unidos e Irán [9]. Actualmente está distribuida en todos los países asiáticos, excepto Turkmenistán y Corea del Norte [10]. A la luz de estos datos el presente estudio tiene como objetivo principal “Analizar la evolución de la COVID-19 en Asia al 30 de noviembre 2021, con el propósito de analizar las fortalezas y debilidades en la atención de la crisis sanitaria.

Metodología

Para cumplir con el objetivo del estudio, se procede con los siguientes pasos:

Comparación de la COVID-19 de Asia con los otros continentes

Mediante la información de la plataforma virtual “Statista” [11, 12] se presenta los casos, muertes y letalidad asociada a la COVID-19.

Avances de la COVID-19 por países en Asia

Los avances de la COVID-19 en los países de Asia, se realiza mediante el análisis de la literatura o plataformas virtuales, que siguen prácticamente en tiempo real, la evolución de la sindemia en el mundo. Dichas fuentes son:

- Statista
- Datosmacro.expansión.com [13]
- Wikipedia, la enciclopedia libre [14]
- Our World in Data [15]
- Wikipedia Telesurtv.net [16]
- Universidad de John Hopkins-JHU CSSE COVID-19 Data [17]

Avance en la vacunación por país

Con el aporte de datosmacro.extension.com [18], se incluye el mapa de la vacunación en el mundo y la vacunación en Asia.

Identificación de fortalezas y debilidades en Asia por la atención de la crisis sanitaria

Mediante el análisis de la bibliografía disponible, se identifican las fortalezas y debilidades para atender la crisis sanitaria por la COVID-19.

Resultados

En concordancia con el orden de la metodología, a continuación se presenta los resultados de este estudio:

COVID-19 en Asia y en los continentes del mundo

En el cuadro 1 se presentan los casos, muertes y letalidad por continentes al 24/11/2021.

Cuadro 1. Casos, muertes y letalidad por la COVID-19, según continentes al 24/11/2021.

Continentes	Número de casos	Número de muertes	Letalidad en %
América	95.534.012	2.328.692	2,44
Europa	79.965.524	1.460.341	1,83
Asia	70.629.567	1.097.255	1,55
África	8.562.156	220.664	2,58
Oceanía	361.544	4.229	1,17
Totales	255.042.803	5.111.181	2,00

Fuente: es.statista.com y elaboración del autor.

Avances de la COVID-19 por países en Asia

COVID-19 en Asia

En el cuadro 2 se presenta los casos confirmados, muertes y letalidad de la COVID-19 en los 51 países de Asia al 29/11/2021.

Países con más contagios de Asia y su ubicación en el contexto mundial

En el cuadro 3 se ubican los países en el ranking de las 15 naciones con más contagios de la COVID-19 al 3/12/2021.

Cuadro 3. Número de casos confirmados de coronavirus al 3/12/2021.

Países	Número de casos de COVID-19
Estados Unidos de América	49.718.525
India*	34.615.757
Brasil	22.118.782
Reino Unido	10.379.647
Rusia*	8.839.981
Turquía*	8.839.891
Francia	7.773.530
Irán*	6.129.199
Alemania	6.079.213
Argentina	5.335.310
Colombia	5.074.079
Italia	5.060.430
Indonesia*	4.257.243
México	3.623.452

Nota. *De estos 15 países 5 naciones son del continente asiático. Fuente: Statista.com

En el cuadro 4 se presentan los 15 países con más muertes por COVID-19 al 3/12/2021.

Cuadro 4. Número de personas fallecidas por COVID-19 en el mundo al 3/12/2021

Países	Número de muertes
Estados Unidos de América	806.409
Brasil	615.225
India*	470.115
México	294.715
Rusia*	278.857
Perú	201.282
Reino Unido	145.424
Indonesia*	143.858
Italia	128.002
Irán*	130.066
Colombia	128.643
Francia	119.330
Argentina	116.617
Alemania	103.190
Sudáfrica	89.915

Nota: *De estos 15 países 4 pertenecen al continente asiáticos. Fuente: Statista.com

Avances en la vacunación por continentes en el mundo.

En la figura 3 se presenta los avances en la vacunación contra la COVID-19 por continentes en el mundo; además, la figura 4 se presenta los avances por países en Asia.

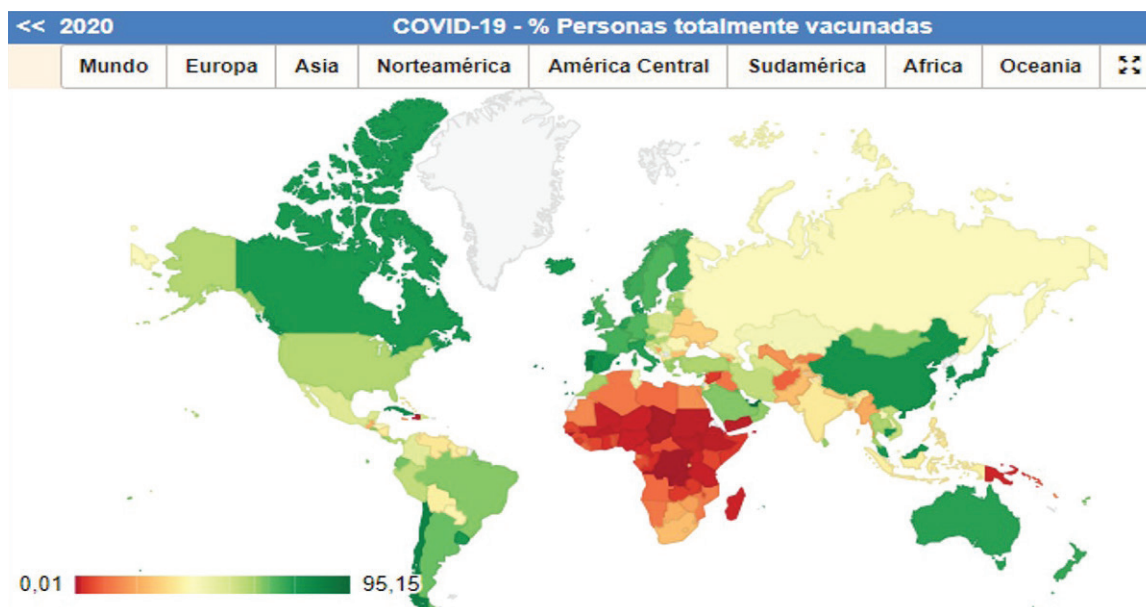


Figura 3. COVID-19: Vacunación en el mundo por continentes. Fuente: <https://datosmacro.expansion.com/otros/coronavirus-vacuna>

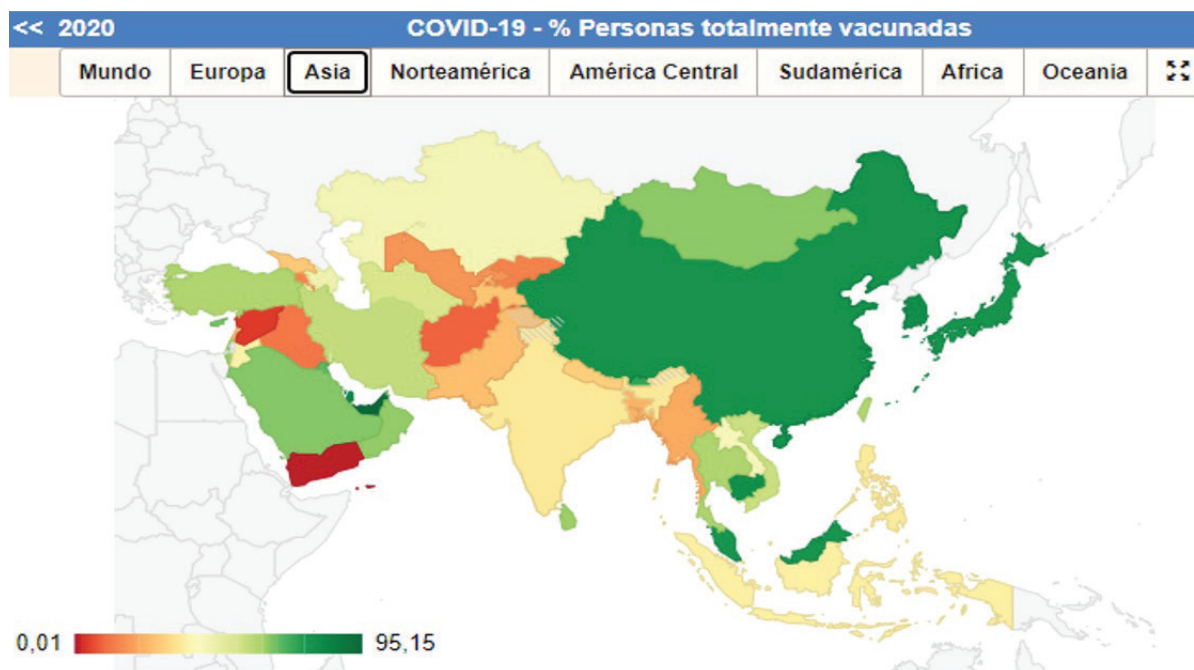


Figura 4. Avances en la vacunación por países en Asia. Fuente: <https://datosmacro.expansion.com/otros/coronavirus-vacuna>

Como se observa en la figura 4, los países con mayor avance en la vacunación con dos dosis son Camboya (80,24%), Corea del Sur (79,43%), China (78,52%), Japón (77,44%), Malasia (77,07%), Arabia Saudita (64,18%), Israel (62,73%) Tailandia con (59,43%), Mongolia (64,15%).

Los países con menor vacunación completa en Asia son Yemen (1,21%), Siria (4,22%), Afganistán (8,87%), Uzbekistán (17,35%), Birmania (21,35%), Indonesia (35,72%) e India con (32,89%). Estos datos están actualizados al 01/12/2021.

Fortalezas y debilidades en Asia para atender la crisis de la COVID-19

La región de Asia constituyó el lugar de origen y fue el epicentro inicial en la COVID-19. Su expansión inicial por China y otros países del área, impactó fuertemente sobre el crecimiento y la estabilidad económica no solo regional sino también global.

Lógicamente, en la medida que se fue extendiendo la crisis sanitaria, la economía se volvió crítica. No obstante, Asia ha percibido esta crisis como una oportunidad para impulsar la cooperación internacional, aplicando la economía digital [19]. Por otro lado, entre los 51 países existen desigualdades en la atención de la COVID-19. En las fortalezas y debilidades se pueden citar:

Fortalezas

- El supuesto origen de la COVID-19 en Wuhan, China y su expansión por los países asiáticos, les permitió a los países con mayor avance económico, aplicar en forma ágil medidas de contención y mitigación de la COVID-19. Un ejemplo es lo practicado en 11 países de Asia Sudoriental, lo cual se aprecia en la siguiente figura 5.

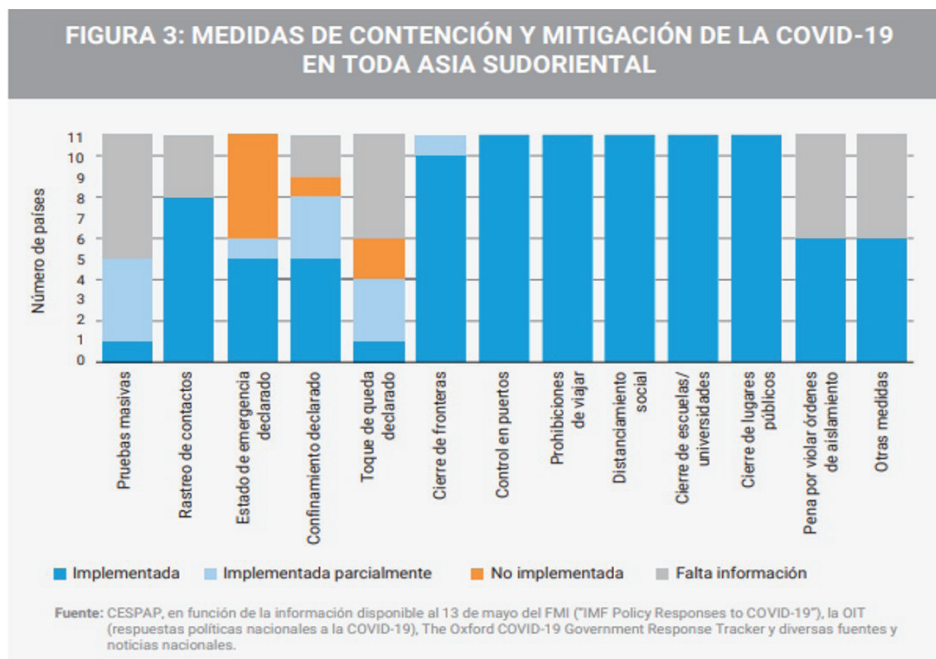


Figura 5. Medidas de contención y mitigación de la COVID-19 en toda Asia Sudoriental.

Fuente: Informe de políticas: las repercusiones de la COVID-19 en Asia Sudoriental.

- Otra fortaleza de la mayoría de los 51 países asiáticos es la disciplina, lo cual ha favorecido las medidas preventivas contra la transmisión de la COVID-19 como: el uso de las mascarilla, distanciamiento físico y lavado o higiene de las manos.
- En el Índice de atención de la salud por país en Asia. En el cuadro 6, se muestra el Índice de Atención de la Salud de 32 países de Asia a mediados del 2021.

Cuadro 5. Índice de Atención Médica en Asia.

Países	Índice	País	Índice
Taiwán	86,38	Líbano	63,05
Corea del Sur	82,36	Arabia Saudita	60,28
Japón	80,21	Indonesia	60,52
Tailandia	77,68	Pakistán	60,04
Israel	73,93	Kazajistán	59,62
Qatar	73,19	Kuwait	58,97
Sri Lanka	72,72	Vietnam	58,61
Singapur	71,23	Omán	58,42
China	70,75	Nepal	57,94
Malasia	69,98	Chipre	54,59
Emiratos Árabes	68,22	Georgia	54,43
Filipinas	67,22	Irán	52,33
Hong Kong	66,36	Camboya	49,43
India	65,83	Azerbaiyán	44,38
Jordán	65,37	Irak	44,38
		Bangladesh	42,22

Debilidades

- Los países con Índice de Atención Médica menor a 50,00 están muy propensos a mayor afectación por la COVID-19, sobre todo en la mortalidad por la enfermedad.
- La desigualdad en la vacunación contra la COVID-19, en países pobres como: Yemen, Siria, Uzbekistán, Birmania-Myanmar, India e Indonesia, son vulnerables a los contagios y muertes por COVID-19, como se observa en la tabla 4, en donde la India, Rusia, Indonesia e Irán, entre otros, han acumulado muchos miles de fallecidos.
- El comercio de animales silvestres para la alimentación en China, Malasia, Filipinas y otras naciones favorecen la aparición de epidemias y pandemias.

Análisis de Resultados

- La comparación del número de casos y fallecidos por la COVID-19, ubica a Asia en el tercer lugar, después de América y Europa. La letalidad del SARS-CoV-2 es de 1,55%.
- En la lista del ranking de las 15 naciones con más contagios en el mundo, ubica a 5 países, los que han sufrido más contagios en el mundo, a saber: India, Rusia, Turquía, Irán e Indonesia.
- En el ranking de las 15 naciones con más muertes asociadas a la COVID-19 son 4 países a nivel mundial. Dichos países son: India, Rusia, Indonesia e Irán.
- Los países con mayor avance en la vacunación completa son: Camboya, Corea del Sur, China, Japón, Malasia, Arabia Saudita, Israel, Tailandia y Mongolia con más del 60% de avance.
- Los países con menos avance en la vacunación en Asia son: Yemen, Siria, Afganistán, Uzbekistán, Birmania, Indonesia e India con menos de 32,89% al 01/12/2021.
- Las fronteras del continente Asiático en términos generales, se concentran en que algunas naciones se ubican entre los mejores lugares en el Índice de Atención Médica, a saber: Taiwán, Corea del Sur, Japón y otros.
- Al originarse la COVID-19 en China, les permitió a otras naciones aplicar en forma ágil las medidas de contención para prevenir los contagios de la COVID-19.
- Las inequidades sociales en los países pobres de Asia, como la India, Yemen, Siria, Irak y otros, han favorecido la propagación de la COVID-19.
- El comercio de animales silvestres para la alimentación en China, Malasia y Filipinas entre otros son un riesgo en la transmisión de enfermedades zoonóticas.
- La vulnerabilidad de algunos sistemas de atención de la salud ha favorecido la propagación de la COVID-19 en Asia y en los otros continentes del mundo.

Conclusiones

El análisis de los resultados nos permite realizar las siguientes conclusiones:

- La inmensa nación de China con más de 1.400.000 habitantes, donde se originó la COVID-19, en Wuhan con la detección del primer caso el 17/11/2019, es actualmente uno de los países con menor contagios y muertes, con 99.070 y 4.636 respectivamente.

- Aunque Asia es el continente con mayor cantidad de habitantes en sus 51 países, ocupa el tercer lugar en contagios y muertes con 70.629.547 y 1.097.255 respectivamente, para una letalidad de 1,55%.
- Se observa grandes desigualdades en el avance de la vacunación completa contra la COVID-19, con extremos como Camboya (80,06%) y Yemen con (1,21%).
- Una de las principales fortalezas de los países asiáticos en general es la disciplina para aplicar las medidas preventivas, para evitar los contagios de la COVID-19.
- Otra fortaleza y a su vez debilidad, son las desigualdades en los sistemas de atención de salud en los 51 países asiáticos.

Recomendaciones

Las principales recomendaciones son las siguientes:

- Mientras persista la explosión de la población y cambios en el paisaje urbano, mediante la urbanización acelerada y la tala de árboles, la mayoría de la epidemia surgieron principalmente en Asia y África. En razón de esto los seres humanos debemos promover el desarrollo en concordancia con la protección de la naturaleza.
- Es necesario invertir más en la ciencia en cada nación con el propósito de prevenir la aparición de nuevas epidemias y pandemias.

Referencias

- [1] Wikipedia, la enciclopedia libre. Asia. En línea. <https://es.wikipedia.org/wiki/Asia>
- [2] Suresh V. Kuchipudi. Coronavirus: porqué la mayoría de las epidemias se originan en Asia y África. En línea. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-51806481>
- [3] Wikipedia, la enciclopedia libre. Pandemia de COVID-19. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_COVID-19
- [4] OMS.WHO. Covid-19: cronología de la actuación de la OMS. En línea. <https://www.who.int/es/news/item/27-04-2020-who-timeline---covid-19>
- [5] PAHO. La OMS caracteriza a Covid-19 como pandemia. En línea. https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=15756:who-characterizes-covid-19-as-a-pandemic&Itemid=1926&lang=es
- [6] Raffaella Pagani Balletti. Enfermedades epidémicas y pandémicas: Causas, cronología e implicaciones socio-culturales. An Real Acad Farm Año 2020. Vol.86. N°31; 2020 pp.189-213. En línea. https://analesranf.com/articulo/8603_04/
- [7] Redacción Médica. El coronavirus no es una pandemia. Es una "sindemia". En línea. <https://www.redaccion-medica.com/secciones/sanidad-hoy/sindemia-coronavirus-pandemia-significado--8888>
- [8] Wikipedia, la enciclopedia. Sindemia. En línea. <https://es.wikipedia.org/wiki/Sindemia>
- [9] Wikipedia, la enciclopedia libre. Covid-19. Anexo: Cronología de la pandemia de la Covid-19. En línea. https://es.wikipedia.org/wiki/Pandemia_de_COVID-19
- [10] Darner A. Mora Alvarado. Países aún sin Covid-19. La Unión, Cartago. Laboratorio Nacional de Aguas; 2021: pág 1-2.
- [11] Statista. Coronavirus casos confirmados a nivel mundial por continentes en el 2021. En línea. <https://es.statista.com/estadisticas/1107712/covid19-casos-confirmados-a-nivel-mundial-por-region/>
- [12] Statista. Coronavirus: muertes en el mundo por continentes en 2021. Statista. En línea. <https://es.statista.com/estadisticas/1107719/covid19-numero-de-muertes-a-nivel-mundial-por-region/>
- [13] Datosmacro.expansion.com. Covid-19. Crisis del coronavirus/datosmacro.com. En línea. <https://datosmacro.expansion.com/otros/coronavirus>
- [14] Wikipedia, la enciclopedia libre. En línea. <https://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Portada>

- [15] Our World in Data. Coronavirus (Covid-19). Vaccinations. En línea. <https://ourworldindata.org/covid-vaccinations>
- [16] Telesur. Covid-19. En línea. <https://www.telesurtv.net/tags/Covid-19>
- [17] JHU CSSE Covid-19 data. ncov-JHU CSSE. Johns Hopkins University. En Línea. <https://systems.jhu.edu/research/public-health/ncov/>
- [18] Ruvislei González Sáez, Franklin M. Hernández. Asia el gran desafío del Covid-19: resiliencia y adaptación. La Habana, Cuba. Revista Economía y Desarrollo. Vol.165, 21 de enero 2021: SP. En línea. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0252-85842021000200009&script=sci_abstract&tlng=es
- [19] Naciones Unidas. Las repercusiones de la Covid-19 en Asia Sudoriental. En línea. https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/impact_of_covid-19_on_southeast_asia_spanish.pdf

National situation COVID-19 Costa Rica: an open source implementation for online map visualization

Situación nacional COVID-19 Costa Rica: una implementación de código abierto para la visualización de mapas en línea

Adriana Céspedes-Vindas¹, Daniela Vargas-Sanabria²

Céspedes-Vindas, A; Vargas-Sanabria, D. National situation COVID-19 Costa Rica: an open source implementation for online map visualization. *Tecnología en Marcha*. Vol. 35, especial COVID-19. Mayo 2022. Pág. 175-184.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.5846>



- 1 Laboratorio de Investigación e Innovación Tecnológica, Vicerrectoría de Investigación, Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica. Correo electrónico: acespedesv@uned.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0002-4483-6796>
- 2 Laboratorio de Investigación e Innovación Tecnológica, Vicerrectoría de Investigación, Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica. Correo electrónico: dvargass@uned.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0003-2483-4926>

Keywords

COVID-19; Costa Rica; open source; map visualization.

Abstract

Geographic analysis tools have been used by the health sector for sanitary policy, epidemiological, surveillance and health promotion purposes. In order to track the COVID-19 pandemic, the Ministry of Health and the Technological Research and Innovation Laboratory (LIIT-UNED) of Costa Rica, launched a technological solution using open source software. The resulting web tool monitors the epidemiological behavior of the virus on a daily basis. The solution also serves to communicate epidemiological information of the virus to the general population. From April to September 2020, more than 200,000 people in more than 119 countries accessed the website. In this paper, we present the considerations of design, the workflows that followed for the implementation of the website, as well as a discussion of the type of Open Source solutions for working with geographic information systems in health.

Palabras clave

COVID-19; Costa Rica; código abierto; visualización de mapas.

Resumen

Las herramientas de análisis geográfico han sido utilizadas en el área de la salud para política sanitaria, vigilancia epidemiológica y promoción de salud. Con la pandemia de COVID-19, el Ministerio de Salud y el Laboratorio de Investigación e Innovación Tecnológica (LIIT-UNED) de Costa Rica, pusieron en marcha una solución tecnológica desarrollada con software libre para dar seguimiento al comportamiento epidemiológico del virus de forma diaria. La solución ha sido destinada para comunicar información epidemiológica del virus a la población general. Desde abril hasta septiembre del 2020, el sitio fue accedido por más de 200,000 personas en más de 119 países. En este artículo se presentan las consideraciones de diseño y flujos de proceso, que se siguieron para la puesta en marcha del sitio; así como una discusión de este tipo de soluciones de código abierto para trabajar sistemas con información geográfica en salud.

Introduction

In March 2020, The World Health Organization declared the coronavirus disease (COVID-19) outbreak a global pandemic due to its levels of spread and severity all over the world [1]. The contagion cases for COVID-19 were increasing rapidly, thus generating the need for efficient ways to communicate relevant and effective information in real-time.

Since then, many institutions and research centers have built information platforms to display relevant COVID-19 data for public use, for example pandemic map visualizations, mostly based on licensed software [2]. The first websites for COVID-19 geographic data were published by the John Hopkins University Center for System Science [3] and the World Health Organization site [4].

On March 6, Costa Rica registered its first COVID-19 case. The Costa Rican Ministry of Health chose to publish the data as part of its transparency strategy. To fulfill the requirements of an easy to maintain tool to make COVID-19 data available to the public rapidly, the “Situación

Nacional COVID-19” website was created as a new section of the already existing “Observatorio Geográfico en Salud - OGES” (Geographic Observatory for Health surveillance system). The official website was released on March 25 on geovision.uned.ac.cr/oges.

After that, many institutions in Costa Rica have developed their dashboards consuming the official information provided by OGES, including, The School of Geography at the National University, Geotecnologías (a geodata based business), and The National Emergencies Commission. Most of them were built based on licensed software.

“Situación Nacional COVID-19” web site became the main data source not only for visualizations but also for research and analysis by scientists and specialists in the subject. More than 200,000 people accessed the site in 4 months. The visits were recorded from different countries, being particularly important during June and July of 2020 when Costa Rica’s cases started to rise.

In this paper, we will discuss the approach taken in Costa Rica by the Ministry of Health and Technological Research and Innovation Laboratory (LIIT) at UNED, considering the point of view detailed below.

GIS and Health

Medical GIS can be as old as antique civilizations. Early examples can be traced back to the English cholera epidemic in 1831 when Dr. Robert Baker mapped the incidence among the densely populated areas. Another example with cholera as well was made by Dr. John Snow. He mapped the deaths of Cholera disease in London in 1854 and is considered a precursor of epidemiology [5].

In fact, one of the earliest maps linking place and health was a visualization of 1964 on plague containment in Italy [6]. Geographic understanding of infectious diseases has been recorded with several diseases such as influenza, yellow fever, and cholera.

Furthermore, Medical geography had a strong influence on Jacques M. May who in the mid-20th century emphasized that diseases are a result of pathological and geographical factors. Then, from the 1960 to 1980’s computer programming and analysis started to be applied in the field. Finally, in 1980 “attribute data” emerged. This allowed linking spatial and non-spatial data, enhancing the studies with the incorporation of more variables for research, policymaking or monitoring purposes [5].

Medical geography made a transition in the 19th and 20th centuries from a descriptive discipline to a more analytic one. The study of medical geography and spatial epidemiology has strengthened since then. Many of the applications are focused on the study of disease clustering, incidence, and prevalence. It also has been used in the surveillance and monitoring of diseases and health policies. It is also used to study other aspects of health like poverty, access to health, and other demographic indicators. An overview of these components as a whole can provide a lot of information about the disease and its social aspects [5].

COVID-19 maps

Mapping and GIS have long been considered as a tool to track and combat contagion. That explains how with SARS-CoV-2 several dashboards and applications were created to make disease information available to the public. Most of these tools, even though they are focused on map-based visualizations, provide panels with information and statistics. They are updated in real-time putting decision-making as a priority for the audience. Some examples are [6]:

- **Johns Hopkins University Center for Systems Science and Engineering dashboard:** map-based dashboard developed with Esri ArcGIS online service



- **The World Health Organization dashboard:** map dashboard made with ArcGIS Operations Dashboard for COVID-19.
- **HealthMap:** analyzing and mapping online informal sources: HealthMap is a software run by epidemiologists, researchers, and software developers at Boston Children's Hospital.

Costa Rican Ministry of Health and LIIT-UNED Collaborations

Costa Rica's Ministry of Health and the Technological Research and Innovation Laboratory (LIIT-UNED, for its initials in Spanish) had collaborated before on GIS health through OGES, where health surveillance maps of vector diseases, cancer, young mortality, and other topics were published originally. This project launched in 2016, and continues to serve data up to this date. Geovisión and OGES both are Spatial Data Infrastructures (SDI) and use geoserver as an open data server to share and publish geospatial data through services. Moreover, its persistence is based on shape files while visualization is powered by the Open Layers library tools [7].

In OGES, the Ministry of Health is the provider and owner of the information, while LIIT is responsible for the GIS data manipulation and web visualizations on UNED's Geovisión architecture [8]. For the COVID-19 pandemic, the collaboration was reignited with the same roles as before to take advantage of the previous shared experiences and acquired knowledge. However, the technologies were changed and adapted to make the data upload, approvals and maintenance faster. The workflow was also simplified for the same reason.

Methodology

The methodology was divided into three steps: design, technology, and workflows.

Design

To design the solution, a COVID-19 web tool to provide daily and updated information, several considerations were taken into account:

- **Open Software:** In spite of the urgent nature of the service, free software was required as the budget for the project was limited. Also OGES and Geovisión initiatives are both developed with free and open source tools, so it was expected to continue in this path for several reasons, especially previous knowledge of the tools. It is important to consider that even though the software was free the work hours of the people involved was recognized as part of the working day.
- **Responsiveness:** OGES maps are not responsive, i.e., have issues with different screen sizes. COVID-19 maps were required to be accessible from mobile and desktop applications alike. A change to the map javascript library from Open layers 2 to Leaflet was made to adapt the visualization tool into responsive mode.
- **Development time:** Costa Rica's first COVID-19 case was reported on March 6. "Situación Nacional COVID-19" was available on March 21. Adaptations, workflow, and decisions about the site were made in less than 15 days.
- **Easy maintenance:** The workflow was defined with phases and roles to publish daily information fast as a collaborative effort.
- **Easy to migrate:** Technology had to be able to adapt to any web server. For that reason, no specific tools beyond HTML and javascript are required for the site to run.

- No technical background needed: No special qualifications are needed to bring support to the environment, just plain HTML, javascript web knowledge and basic QGIS software use. This allows rotation of the team members through time with short training sessions.

Technologies

In Costa Rica, the economic and technical resources in the public sector are limited due to the fiscal situation, economic decline and the current pandemic condition [9]. For this reason, it was important to reduce the costs and take advantage of open-source alternatives that were used with OGES in the past.

Several technologies and tools were chosen for map layer construction and web map visualizations, following the four freedoms of GNU [10]. The selected software were:

- Leaflet: javascript library to create mobile-friendly map applications [11].
- ChartJS: javascript library to create interactive charts and add them to a website [12].
- Quantum GIS: GIS that allows the access, visualization, processing, and manipulation of geospatial data [13].
- Plain HTML: javascript and html files
- Geojson files: to encode the geographic data structure [14].

Workflow

A workflow was designed for weekly updates (figure 1). The Ministry of Health is in charge of producing and cleaning the whole dataset of COVID-19 files. Final users use some of the files as input to generate map layers and others to download directly from the site.

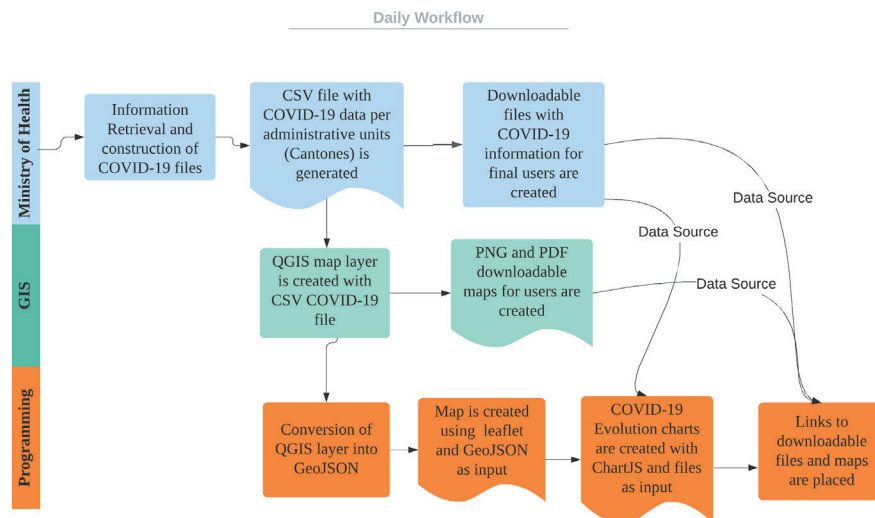


Figure 1. Daily workflow designed to update and visualize COVID-19 information daily.

A detailed example of the workflow systematically is presented as follows:

- First, get the base layer of Costa Rica, in our case it was: the Cantonal boundary at scale 1:5000, available from the National System of Territorial Information (SNIT) of Costa Rica [15].
- Load the Cantonal layer in QGIS and check the coordinate system to WGS84.

- Manually, using QGIS, update the attribute table for *total* and *active* cases, *recoveries* and *deaths* values per cantón with the data provided by the Ministry of Health. The original dataset has the same column names. To link the information from the file and the layer, the value “Cantón name” was used as the original file doesn’t have coding for cantones.
- Maps were created using QGIS map designer (sample is shown in figure 2). The files were created in PNG and PDF format.
- It was required that the final layer was smaller than 500KB. To guarantee that size cap the layer was processed as follows:
 - Use the *Vector* → *Geometry Tools* → *Simplify* option.
 - In the tolerance field the value 0.002 was applied, this simplified the geometry of the layer and ensured the resulting file was under 500KB.
- The layer was then exported to GeoJSON and the extension changed to .js
- The prefix “cantones =” was added to the beginning of the file, in order to publish it as a global variable in the Javascript environment.
- The file was then uploaded to the javascript files folder in the file structure of the system. One GeoJSON was created every day.
- Finally, the main javascript file in charge of the map visualization construction uses the GeoJSON provided in the previous step as input.
- On the other hand, the evolution chart was manually updated in the corresponding javascript file. The process consisted in the addition of one registry to each json of the chart corresponding. One json for active cases, one for recovered cases, one for deaths and so on.

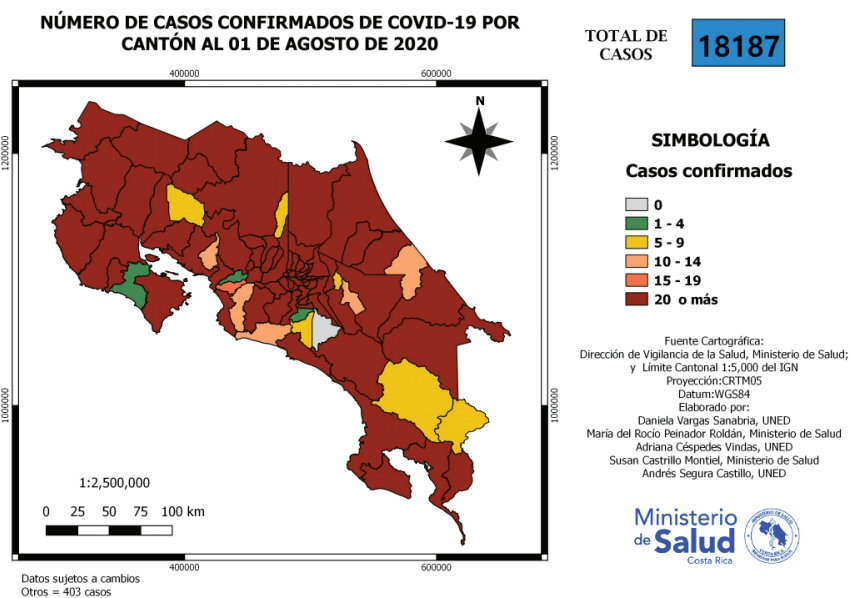


Figure 2. Downloadable PDF maps created with QGIS. The images show the map used for August 1, 2020.

Results

In terms of design, a robust web-based solution was created with different kinds of information. Some of the information was used for specific audiences (for analysis purposes), communication media or single use. The platform has become a transparency effort to provide information to the public, government institutions and social media developed entirely with open-source software. The following features are a result of the design process, technologies and selected workflow:

The Daily COVID-19 Map is presented by Cantones (second level of administrative division in Costa Rica). For each Cantón, a popup is displayed with total cases, recovered cases, and deaths (Fig 3). Downloadable information files such as: PDF maps, official communication summary, general statistics, positive cases, recovered cases, active cases, death cases, evolution cases per province, projections files and the anonymous database with comorbidities are also available. Other charts and sections include the evolution chart with total cases, recovered cases, active cases, and deaths, the evolution map slideshow, projection charts and history information.

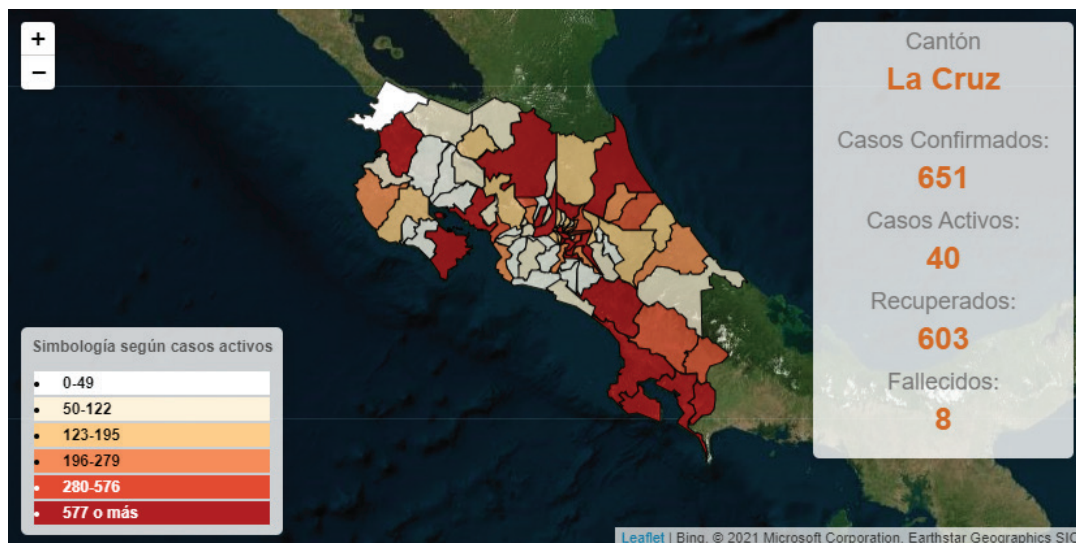


Figure 3. COVID-19 map sample, showing an active number of cases per cantón. Figures shows: “La Cruz” values.

Daily updates usually take an average of 30 minutes. The updating process includes map visualization and information files. By September 2020, the site reported more than 6 months of uninterrupted coverage, 11 daily detailed files, 7 evolution files by province, and 3 sets of projections.

The site was accessed by 202.715 people between April 1, 2020 and September 1, 2020 with an average stay of 1.38 sec minutes. The visits came from 119 countries; with Costa Rica (95.07%), United States (2.35%), El Salvador (0.44%), Canada (0.28%) and Panama (0.20%) were the top five visitors

On average, the number of visitors was constant during the first semester of the year. However, between June and July, a peak of visitors were recorded (figure 4), coinciding with the number of COVID-19 cases [16]. A huge increase of consults was noticed every day after official communications by authorities, showing that people were aware of “Situación Nacional COVID-19” site as a reliable source during that epidemiological moment.

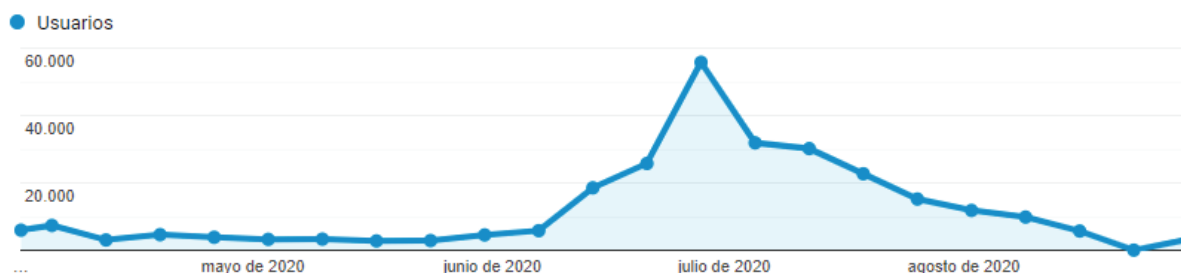


Figure 4. Visitation status of "Situación Nacional COVID-19" from April to September 2020.

Discussion

The rapid spread of the virus in Costa Rica prompted the implementation of a website to provide the general public data of COVID-19 situation. One of the biggest challenges was to develop it in a short time. In this work, we showed the potential of the "Situación Nacional COVID-19" website, as an official resource. Also, the competence to generate a tool and a methodology of daily interdisciplinary work between LIIT-UNED and Ministry of Health, to map COVID-19 cases in Costa Rica at that time.

In the region, many institutions and research groups developed several systems or dashboards based on licensed software that helped as a contribution to pandemic prevention [17, 18, 19]. However, "Situación Nacional COVID-19" became the best alternative in our country, because it was constructed rapidly and using open source software, which could be adapted to offer the same outcome as dashboards. Among the advantages of these technologies are the ability to customize pages and options. For instance, "Mapa de Evolución", "Proyecciones" or "Histórico" options were easy to adapt within the workflow and overall solution. On the contrary, with licensed software that flexibility is limited to the options given by the provider [2].

Regarding the use of open source technologies, developers that are involved in geographic information system (GIS), geospatial and big data analysis should work towards opening up their online applications and designing software applications that operate in a user-friendly way [20], while responding to social concerns in situations as we are through.

It is important to highlight the achievement of "Situación Nacional COVID-19" was in part due to the correct use of the data to be visualized in a geospatial way. That is the most common problem of maps or websites of COVID-19 these days, forgetting the basic rules of making thematic maps [21] and mapping responsibly [22]. Often these factors affect the way people view information such as lack of transparency or difficulty in understanding [20].

Although it was initially thought the cantonal geographic data were insufficient to show the number of reported cases, the friendly use of the website and the way to display the data was one of the main successes in getting people to adopt the tool. Actually, we had periods of many visits such as Jun 19, July 1, and September 15. The most cases reported the most visits we had. Additionally, we noticed the data was used in many pages to inform the local situation, in official pages of governmental institutions and research projects [23].

Conclusions

An Open Software solution can solve complex and changing requirements as well as a licensed option. In our case, plain html and javascript provided more control over the solution requirements. For example, new options, visualizations, downloads or information pages were

added as needed. When restrictions or limitations are set, the solution should be taught in order to fulfill those problems. We identified that front-end web solutions are a good approach even though they are not very common and the problems are easy to sort out as it does not involve the back-end environment with less changes in code required.

A site like the one described in this paper requires little maintenance. However, some basic training in the web programming language is ideal. The process of uploading the information is not automatic; it requires people to work on updates daily, which is an important fact to consider. This could potentially be viewed as an advantage because the data can constantly be cured and adapt to daily needs.

This site was created as an open solution to a common problem: how to communicate geographical data and numbers to the public in order to track and follow COVID-19 pandemic? The core of the site can be adapted and extrapolated to other fields of knowledge with very similar results. Therefore, the experience has brought a base of knowledge to construct similar solutions to show geographic information to follow diseases behavior and trends.

Map visualizations and charts are a friendly option to share and communicate information related to health surveillance and in this particular case COVID-19 pandemic spread. It could also be used to evaluate mitigation and health policies through the course of a particular disease. With this work, we have demonstrated a viable and sustainable approach for the Costa Rican context, and provide an example relevant to countries in the region, which given similar circumstances, might find our approach adaptable to their situation of interest.

Acknowledgments

We would like to thank the Costa Rica Ministry of Health staff, especially María del Rocío Peinador and Susan Castillo for their continued collaborative support. We thank Andrés Segura-Castillo for his feedback and suggestions to this manuscript.

References

- [1] C. Sohrabi, Z. Alsafi, N. O'Neill, M. Khan, A. Kerwan, A. Al-Jabir, C. Iosifidis y R. Aghad, «World Health Organization declares global emergency: A review of the 2019 novel coronavirus (COVID-19),» *International Journal of Surgery*, vol. 76, pp. 71-76, 2020.
- [2] C. Zhou, F. Su, T. Pei, A. Zhang, Y. Du, B. Luo, Z. Cao, J. Wang, W. Yuan, Y. Zhu, C. Song, J. Chen, J. Xu, F. Li, T. Ma, L. Jiang, F. Yan, J. Yi, Y. Hu, Y. Liao y H. Xiao, «COVID-19: Challenges with GIS and Big data,» *Geography and Sustainability*, vol. 1, n° 77-87, 2020.
- [3] J. H. U. (JHU), «COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE),» [Online]. Available: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>. [accessed date: May 2021].
- [4] W. H. Organization, «WHO Coronavirus (COVID-19),» [Online]. Available: <https://covid19.who.int>. [accessed date: May 2021].
- [5] G. J. Musa, P.-H. Chiang, T. Sylk, R. Bavley, W. Keating, B. Lakew, H.-C. Tsou y C. W. Hoven, «Use of GIS Mapping as a Public Health Tool—From Cholera to Cancer,» *Health Services Insights*, vol. 6, p. 111–116, 2013.
- [6] M. Kamel Boulos y E. M. Geraghty, «Geographical tracking and mapping of coronavirus disease COVID-19/severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) epidemic and associated events around the world: how 21st century GIS technologies are supporting the global fight against outbr,» *Int J Health Geogr*, vol. 19, n° 1, 2020.
- [7] «Open Layers,» [Online]. Available: <https://openlayers.org>. [accessed date: May 2021].
- [8] C. Campos-Vargas, R. Mora-Zamora y A. Segura-Castillo, «Geovisión: Una infraestructura abierta de datos espaciales,» *Revista Tecnología en Marcha*, vol. 28, 2015.



- [9] V. Lankester y P. Villamichel, «Complemento al seguimiento de las finanzas públicas y gestión de la deuda en 2019 y primeros meses del 2020: Efecto del COVID-19,» CONARE-PEN, Tech. Rep, San José, 2020.
- [10] «GNU Operating System. What is free Software?,» [Online]. Available: <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.en.html> . [accessed date: May 2021].
- [11] «Leaflet: an open-source JavaScript library for interactive maps,» [En línea]. Available: <https://leafletjs.com/>. [accessed date: May 2021].
- [12] «Chart.js,» [Online]. Available: <https://www.chartjs.org/> . [accessed date: May 2021].
- [13] «QGIS,» [Online]. Available: <https://qgis.org/en/site/> . [accessed date: May 2021].
- [14] «GeoJSON,» [Online]. Available: <https://doc.arcgis.com/en/arcgis-online/reference/geojson.htm>. [accessed date: May 2021].
- [15] «Sistema Nacional de Información Territorial,» [Online]. Available: <https://www.snitr.go.cr/>. [accessed date: May 2021].
- [16] M. d. S. d. C. Rica, «El aumento exponencial de casos obliga a adelantar medidas de cierre: 649 nuevos positivos,» [Online]. Available: <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/centro-de-prensa/noticias/741-noticias-2020/1776-aumento-exponencial-de-casos-obliga-a-adelantar-medidas-de-cierre-649-nuevos-positivos>. [accessed date: May 2021].
- [17] «Coronavirus: COVID-19,» [Online]. Available: <http://www.bvs.hn/COVID-19/index2.html>. [accessed date: May 2021].
- [18] CEPREDENAC-SICA, «Plataforma de Información y Coordinación, COVID-19,» [Online]. Available: <https://plataformaregional.cepredenac.org/portal/apps/opsdashboard/index.html#/34923cd9a6dd48b08c5a34b5c65c8b3e>. [accessed date: July 2021].
- [19] U. N. A. d. México, «COVID-19 Monitoreo de Casos en México por Municipios,» [Online]. Available: <https://www.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/f0f10e692a814fd8aa8afc7f8575f5d2> . [accessed date: July 2021].
- [20] I. Franch-Pardo, B. M. Napoletano, F. Rosete-Verges y L. Billac, «Spatial analysis and GIS in the study of COVID-19. A review,» *Science of the total Environment*, vol. 739, 2020.
- [21] C. Juergens, «Trustworthy COVID-19 Mapping: Geo-spatial Data Literacy Aspects of Choropleth Maps,» *KN - Journal of Cartography and Geographic Information*, vol. 70, pp. 155-161, 2020.
- [22] K. Field, «Mapping coronavirus, responsibly,» 2020. [Online]. Available: <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/product/mapping/mapping-coronavirus-responsibly/> . [Último acceso: July 2021].
- [23] O. Barrantes y M. Solano, «Comportamiento espacial de la pandemia COVID-19 en Costa Rica durante los meses de marzo y abril de 2020 mediante un análisis de autocorrelación espacial,» *Posición*, vol. 3, 2020.

Retos y oportunidades en la implementación de la tecnología de 5G en tiempos de pandemia

Challenges and opportunities in the Implementation of 5G technology in times of pandemic

Gabriel Silva-Atencio¹

Silva-Atencio, G. Retos y oportunidades en la implementación de la tecnología de 5g en tiempos de pandemia. *Tecnología en Marcha*. Vol. 35, especial COVID-19. Mayo 2022. Pág. 185-195.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.6068>



¹ Jefe de cátedra en la carrera de Ingeniería Informática. Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología. Costa Rica.
Correo electrónico: gsilvaa468@ulacit.ed.cr
 <https://orcid.org/0000-0002-4881-181X>



Palabras clave

5G; telecomunicaciones; comunicación masiva; ancho de banda móvil; baja latencia.

Resumen

La quinta generación en telecomunicaciones ya se encuentra en una fase muy avanzada en algunos países a nivel global, mientras que en Latinoamérica todavía se está en proceso de estudio y pocos países en etapa de implementación; sin embargo, hay retos no solo tecnológicos y de infraestructura que se deben tomar en cuenta, por ejemplo, las leyes y políticas vigentes, es por ello que el presente artículo analiza e identifica los retos y oportunidades que deben ser considerados en una posible implementación de una red de 5G en Costa Rica de forma exitosa. La investigación tuvo un enfoque cualitativo; por tanto, se efectuó una revisión documental de las buenas prácticas en otros países en Latinoamérica que están llevando a cabo procesos similares, junto con las labores y actividades realizadas al día de hoy en Costa Rica. En total, se identificaron 3 países líderes en la región que están llevando de forma exitosa sus procesos de implementación en sus redes de 5G, en donde se identificaron desafíos de carácter político, regulatorio y tecnológico. Finalmente, se concluye que la implementación de 5G está en una etapa muy temprana en la mayoría de los países de la región y en Costa Rica, aunque se han realizado grandes avances, todavía se encuentra en una etapa introductoria, lo cual representa una gran amenaza para el país en la pérdida de inversión importantes en diversos sectores de la industria e impulso de la productividad y competitividad en las zonas rurales.

Keywords

5G; telecommunications; mass communication; mobile bandwidth; low latency.

Abstract

The fifth-generation in telecommunications is already in a very advanced phase in some countries globally, while Latin America is under study and few countries are in the implementation stage; However, there are not only technological and infrastructure challenges that taken into account, for example, current laws and policies, that is why this article analyzes and identifies the challenges and opportunities that must consider in a possible implementation of a prosperous 5G network in Costa Rica. The research had a qualitative approach; therefore, a documentary review of good practices in other countries in Latin America that are carrying out similar processes, together with the tasks and activities carried out to date in Costa Rica. In total, three leading countries in the region identified successfully carrying out their implementation processes in their 5G networks, identifying political, regulatory, and technological challenges. Finally, it concluded that the implementation of 5G is at a very early stage in most countries of the region and Costa Rica. However, significant progress made; it is still in an introductory phase, which represents a considerable threat. for the country in the loss of substantial investment in various industry sectors. It boosts productivity and competitiveness in rural areas.

Introducción

En Costa Rica y a nivel global la innovación tecnológica es un proceso acelerado, al punto de ser considerado por el economista alemán Klaus Schwab como la cuarta revolución industrial, en donde se pretende reemplazar a los humanos por máquinas en ciertas tareas o para el desarrollo de nuevas o más eficientes funcionalidades [1].

Las redes y, por lo tanto, las comunicaciones móviles se han convertido en una comodidad en la vida de los seres humanos. Actualmente, a nivel mundial se ha experimentado el cambio a lo largo de los años y el paso de cuatro generaciones en dichas comunicaciones, mejorando e incrementando favorablemente las capacidades y ofreciendo una mayor robustez para satisfacer las necesidades que aparecen día con día en nuestra sociedad. Con la tecnología de primera generación (1G), se experimentaron las primeras comunicaciones móviles analógicas que básicamente se resumen en llamadas de voz. Seguidamente, la tecnología de segunda generación (2G) introdujo los primeros sistemas digitales, igualmente enfocados en voz, pero fueron implementando poco a poco otros servicios complementarios, como los mensajes de texto. Luego, la tecnología de tercera generación (3G) dentro del marco de las comunicaciones móviles internacionales (IMT-2000), introdujo las llamadas de voz y la capacidad de enviar y recibir datos móviles. La cuarta generación (4G), también conocida como *Long Term Evolution* (LTE), permitió implementar redes móviles con capacidades de navegación en Internet de hasta 10 Megabits por segundo (Mb/s) y por último, la quinta generación (5G), sobre la cual se desarrolla este artículo y en donde se expondrá cómo esta tecnología llega a soportar nuevos servicios, como es el caso de la conducción autónoma por medio de las comunicaciones confiables y de baja latencia, e analizar las nuevas oportunidades y limitaciones de la implementación de esta tecnología en Costa Rica.

Revisión de la literatura

La quinta generación en tecnologías móviles, permite incrementar la conectividad y cobertura en lugares rurales o remotos, en algunos casos, donde incluso el 4G sigue siendo un reto [2]. Kazemifard and Shah-Mansouri [3] destacan que la disminución de la latencia y el incremento en la velocidad de conexión son uno de los principales atributos de esta tecnología, junto con la alta efectividad en la transmisión de datos a grandes escalas, lo que lleva a obtener una conexión estable y fluida entre los dispositivos digitales y el mundo físico. Es por ello, que Shivhare, et al. [4] destaca en su investigación que esta tecnología necesita sobresalir, para que sea tomada en cuenta por los inversionistas en el ámbito de sistemas móviles, para ello introduce el concepto de la comunicación inalámbrica sin limitaciones a nivel de velocidad y conectividad, transformando el concepto de *World Wide Web* (WWW) en *World Wide Wireless Web* (WWWW).

Para alcanzar este objetivo, se desarrolló el estándar de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (IMT-2020), en donde se establecieron una serie de especificaciones y parámetros requeridos para las redes móviles de 5G [5], este estándar definió los requerimientos básicos, que toman en cuenta que el ancho de banda debe ser de al menos 100 Megahertz (MHz), sin embargo, si la frecuencia excede los 6 Gigahertz (GHz), entonces el ancho de banda requerido debe ser de hasta 1 GHz. Adicionalmente, la densidad de conexión se prevé en un mínimo de 1 millón de dispositivos conectados por metro cuadrado.

Craven [5], destaca que la mejoría en la velocidad de los datos, lo cual se refleja en 100 Mb/s para los datos descendientes y 50 Mb/s para los datos ascendientes del usuario. Es por ello, que autores como Lauridsen, et al. [6] mencionan que 5G continuará el recorrido de su antecesor (LTE), sin embargo, el reto y oportunidad de esta tecnología tendrá como foco el mayores velocidades y mejor eficiencia en la transferencia de datos. Dahlman, et al. [7], plantean una serie escenarios, en donde 5G contribuye con la empresa en su ventaja competitiva, el primer escenario comprende la mejora en el ancho de banda móvil, en donde Abdullah and Ameen [8], coinciden que permitirá una mejor comunicación centrada en el ser humano, ya que la creciente demanda de servicios, nuevas aplicaciones empresariales y la incursión de nuevas realidades, impactarán el día a día en el individuo y la empresa [8]. En segundo lugar, se ubican las comunicaciones ultra confiables, con baja latencia y alta disponibilidad, lo cual permitirá

habilitar los modelos de negocios [9]. En la tercera posición se ubican las comunicaciones masivas de tipo máquina, en donde un gran número de dispositivos conectados esparcirán transmisiones en pequeñas cantidades de datos [10, 11] y por último, larga duración de las baterías, ya que muchas de las aplicaciones que se ejecutan en dispositivos móviles, requerirán de un menor consumo de energía, permitiendo así que su batería pueda durar más [12, 13].

Un aspecto importante a destacar es que todos los escenarios mencionados son una muestra de las bondades y beneficios de 5G, pero no cubren la totalidad de todos los aportes que puede lograr esta tecnología, sin embargo, ayudan a proveer una visión general de las capacidades claves para esta nueva generación diseñada dentro del IMT-2020.

La tecnología 5G en Costa Rica

La implementación de la tecnología 5G es uno de los grandes retos que enfrenta Costa Rica para consolidar su avance tecnológico, además, permitirá atraer nuevas inversiones, disminuir brechas e impulsar una amplia reactivación económica. En el año 2018, el MICITT agregó la intervención estratégica llamada “Evolución de Redes Móviles de Telecomunicaciones (Ruta 5G)” dentro del Plan Nacional de Desarrollo e Inversión Pública 2019-2022, con el objetivo de que el país se beneficie del progreso tecnológico. Este proyecto buscaba impulsar la transformación digital del país a través del desarrollo y evolución de los sistemas de telecomunicaciones móviles internacionales (IMT), para habilitar la generación de servicios innovadores y fomentar la competitividad [14]; y se planeó su implementación para el año 2022.

Según la SUTEL, Costa Rica podría perder para el año 2024 un total de \$1134 millones, lo que equivale a 704 mil millones de colones aproximadamente, si el poder ejecutivo no toma las decisiones pertinentes acerca la tecnología 5G [15]. Sin embargo, los avances reportados exponen que al cierre del año 2020 se contaba con un cumplimiento del plan de un 27,88% que supera el porcentaje de avance planificado que era de un 25%; y donde la fase de dimensionamiento y recolección de requerimientos tiene un avance del 100%. Adicionalmente, el MICITT contempló seis fases, algunas de las cuales se ejecutan de manera paralela [14]. Vega, et al. [14] menciona que en la primera fase se identificaron y dimensionaron los requerimientos de la red 5G, en una segunda fase se puso en marcha la ejecución del Plan de Acción de Infraestructura de Telecomunicaciones (PAIT), que es una política pública centrada en la visión del país [16]. En la tercera fase se desarrolla la actualización de la disposición de las bandas de espectro radioeléctrico para los sistemas de tipo IMT, en la cuarta fase se implementarán las acciones que aseguren una alta disponibilidad de dicho espectro en la solución, en la quinta fase la articulación de los operadores correspondientes al sector de las telecomunicaciones y, en la última fase, la implementación de la solución 5G con los operadores.

En la fase de dimensionamiento, se logró identificar los requerimientos del espectro radioeléctrico para cada uno de los rangos de frecuencias que se necesitan dentro de las redes IMT, es decir, las bandas bajas (menores de 1 GHz), que se enfocan en lograr una mejor cobertura; las bandas medias (1 GHz y 6 GHz), que proveen un mayor ancho de banda y, por último, las bandas altas (superiores a 6 GHz), que ofrecen la posibilidad de tener mucha densidad de dispositivos conectados. No obstante, si se combinan todas las frecuencias de forma complementaria se podrá obtener un despliegue adecuado de 5G y, por lo tanto, brindar una mejor cobertura y mejor servicio al usuario final [14].

En el año 2021, se publicó la reforma al Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (PNAF) relacionada con la actualización de la disposición de las bandas del espectro para los sistemas de tipo IMT; y donde se incluyen nuevos requisitos de los segmentos de frecuencias en el servicio móvil para sistemas IMT, reglamentos técnicos aplicables y servicio de telecomunicaciones [17]. En la fase de aseguramiento de la disponibilidad del espectro de 5G, se enfoca en el

proceso concursal, donde se asignarán los segmentos de las frecuencias requeridas por las redes móviles en un plazo corto y su ejecución se debe extender hasta el 2022. El objetivo es disminuir o mitigar las interferencias que afectan los servicios en las fronteras con Nicaragua y Panamá [16].

La tecnología 5G ha enfocado su despliegue a nivel internacional en un rango de bandas medias o banda C, más conocida como la banda de 3500 MHz [8]. Actualmente, Costa Rica posee una limitación con respecto a dichas bandas, ya que en el marco jurídico vigente que rige al sector de las telecomunicaciones, se adjudicaron a Radiográfica Costarricense (RACSA) y al Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) [18]. Esta limitación se convierte en un reto donde el MICITT debe trabajar junto con la SUTEL a fin conciliar con el ICE y RACSA, para la devolución de dichas bandas y así lograr un espectro amplio para el concurso público de 5G. Si esta conciliación no llegara a suceder, el MICITT deberá abrir un proceso legal y que, por lo tanto, llevará más tiempo.

El desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) ha tenido un gran impacto y contribuido en el desarrollo del país. Sin embargo, no todos han logrado percibir tales beneficios [19]. El MICITT desarrollo el Índice de Brecha Digital (IBD), con el fin de velar por la evolución de las telecomunicaciones [20]. Según el informe de IBD 2016-2018, Costa Rica se encuentra con una brecha digital media [20]; y en donde el PROSIC [21] señala que:

“La gran mayoría de habitantes tienen acceso a Internet en sus casas y la tenencia de teléfonos móviles inteligentes muestra niveles altísimos de cobertura en nuestro país. Sin embargo, son muchos quienes, por sus características socioeconómicas, no tienen las mismas oportunidades de acceso a la tecnología”.

Según el informe de PROSIC [21], las zonas rurales son las áreas más afectadas en la brecha digital, esto debido a factores socioeconómicos, como se indica a continuación:

1. El salario (ingreso), ya que algunos hogares se ven afectados por el hecho de no tener los suficientes medios económicos para adquirir la suscripción del servicio a Internet.
2. La geografía en las zonas rurales, ya que si en la zona hay baja densidad poblacional, la inversión de infraestructura de telecomunicaciones aumenta los costos para los clientes, y en algunos casos, la oferta del servicio es limitada o no se encuentra disponible.
3. La edad influye en la alfabetización digital, ya que la persona adulta mayor, al no estar familiarizada con la tecnología, se le dificulta la manipulación de los dispositivos tecnológicos.
4. La educación es correlacional con el uso eficiente de la tecnología, ya que la brecha digital se da en el uso de la tecnología y como se genera la información y su transformación en conocimiento.
5. El empleo puede influenciar en la reducción de la brecha digital, ya que las personas se van a familiarizar con la tecnología, lo cual les va a permitir hacer un uso debido y correcto de ella.

A pesar de que Costa Rica tiene un IBD medio, se ha logrado generar un avance en la reducción de la brecha digital, ya que entre el 2016 y 2017 el IBD disminuyó en un 8%, tal como se muestra en la figura 1 [20].

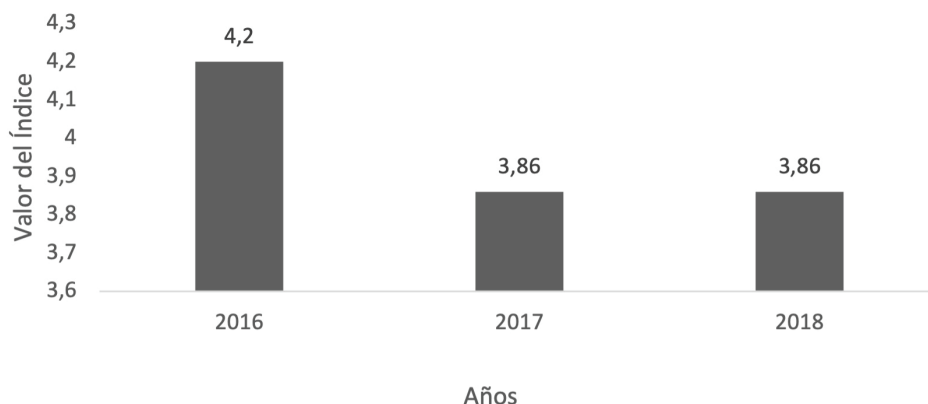


Figura 1. Índice de Brecha Digital 2016-2018. Fuente: MICITT [20].

En el año 2015, Costa Rica desarrollo el informe denominado “Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones (PNDT) 2015-2021 ‘Costa Rica: Una Sociedad Conectada’”. El objetivo del plan era presentar las principales acciones que el Estado impulsaría para profundizar el desarrollo de las Telecomunicaciones y las TIC, mediante una Agenda Digital y una Agenda de Solidaridad Digital [22]. El plan PNDT posee varios pilares, en donde se destaca es el pilar de Inclusión Digital, que tiene como objetivo reducir la brecha digital de acceso, uso y apropiación de las Tecnologías Digitales, con el fin de que la población en condiciones de vulnerabilidad disfrute de los beneficios [22]. En el cuadro 1, se muestran los cinco programas que están orientados a reducir la brecha digital en Costa Rica.

Cuadro 1. Programas del plan PNDT 2015-2021.

Programa	Descripción
Comunidades Conectadas	Construir infraestructura para llevar los servicios de telefonía e Internet a poblaciones: costeras, rurales y fronterizas
Hogares Conectados	Facilitar a los hogares en condición de pobreza y preseleccionados por el Instituto Mixto de Ayuda Social (IMAS) y el Ministerio de Educación Pública (MEP), el acceso a una conexión a Internet de 5 megas.
Centros Públicos Equipados	Dotar de computadoras y tabletas con conexión de banda ancha a: escuelas y colegios públicos, Centros Comunitarios Inteligentes (CECI’s) y centros de salud y clínicas de la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS); a los que se les ha llevado conectividad a Internet en el marco del Programa Comunidades Conectadas.
Espacios Públicos Conectados	Proveer acceso gratuito el servicio de Internet en espacios públicos comunitarios tales como plazas, parques, bibliotecas, entre otros.
Red Educativa del Bicentenario	Conectar todas las escuelas y colegios públicos del país a una red de banda ancha de alta velocidad.

Fuente: MICITT [22].

Los programas anteriores son liderados por el MICITT, financiado por el Fondo Nacional de Telecomunicaciones (FONATEL) y administrado por la Superintendencia de Telecomunicaciones.

La implementación de 5G beneficiaría a los hogares costarricenses, debido a que la telefonía móvil se encuentra en casi la totalidad del país (96,2%), lo que significa que los hogares podrían recibir una mejor calidad de Internet móvil, ya que las velocidades serían superiores [14]. Por

otro lado, PROSIC [21] menciona que la tecnología 5G ofrece mayor cobertura debido al amplio espectro de frecuencias que maneja, por lo que las zonas rurales se verían beneficiadas, aunque con algunas limitantes.

Metodología

El artículo utilizó un enfoque cualitativo, que permitió identificar las limitaciones que existen actualmente en Costa Rica para la implementación de 5G, para lograr este objetivo se realizó un revisión documental de las buenas prácticas en otros países en Latinoamérica que están llevando a cabo procesos similares, con la finalidad de visualizar los retos a los que se han enfrentado y como lo han solucionado. También el artículo utilizó un diseño de tipo investigación/acción, que permitió comprender y resolver problemáticas específicas de una colectividad vinculadas a un ambiente [23]. Inicialmente, se realizó una recolección de información en un compendio de datos del entorno de los sujetos que proveen la información, en donde, se obtuvo el detalle de las situaciones que generaron el conocimiento útil para la investigación [24], es por este motivo que la técnica seleccionada para recopilar la información fue la revisión documental, asociada al tema de la tecnología 5G, sus requerimientos y buenas prácticas documentadas y disponibles, tanto a nivel nacional e internacional.

La revisión documental fue ejecutada a través de la búsqueda en Internet de información documentada y relevante a la temática del artículo, por lo cual se revisaron las siguientes bases de datos electrónicas: *Web of Science*, *Emerald*, *Scopus*, *Science Direct*, *EBSCO host* y sitios de Internet de empresas y autores de renombre en la materia, la revisión abarcó información contenida en los idiomas de español e inglés. Luego, la información recopilada fue verificada y a través del juicio experto del investigador, fueron descartados los artículos que no poseían información relevante a la temática de la investigación.

Una vez culminada la revisión documental, se procedió a la centralización de los datos, siendo el tema central la tecnología 5G en Costa Rica, para ello se indagó sobre la situación actual las políticas públicas existente y se analizó cómo se podría reducir la brecha tecnológica en las zonas rurales. Posteriormente, se observaron las diferentes experiencias, retos y oportunidades en los países latinoamericanos que han llevan un proceso de implementación de 5G de forma exitosa. Por último, una vez que se ha recopilado toda la información pertinente, se realizó se infirió en los retos que generara una posible implementación de 5G en Costa Rica, como insumo y herramienta de conocimiento para la toma de decisión de la sociedad.

Resultados

En Latinoamérica existen varios países que tienen planes de implementación de forma preliminar para 5G; sin embargo, en los análisis realizados solo se contempló los tres países líderes de la región en la implementación de 5G, a partir de la referencia del Índice de Preparación de la Red (NRI), que evalúa los países en temas relacionados con las TIC, como su aprovechamiento y su preparación para el futuro [17].

En el NRI, Costa Rica se ubica en la posición 54 de 134 países, y a nivel de Latinoamérica se ubica en la posición 3; Uruguay se encuentra en la posición 47 a nivel global y 1 en Latinoamérica; Chile en la posición 50 a nivel global y 2 en Latinoamérica y Brasil se encuentra en la posición 59 a nivel global y 4 en Latinoamérica [17], siendo estos 3 países los líderes de la región y en donde se observó lo siguiente:

Chile fue el primer país en Latinoamérica en licitar el espectro de 5G en el año 2021, obteniendo una inversión superior a los 400 millones de dólares. Los ganadores de la licitación fueron las empresas WOM, Entel y Movistar [25], actualmente estas empresas se encuentran en

las fases de diseño de la red y se estima para que para el año 2022, inicien los procesos de implementación a nivel comercial, un aspecto importante a destacar es que la Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL), les exigió a las empresas adjudicadas que la cobertura de 5G debía abarcar al menos un 90% del territorio chileno. Adicionalmente, el gobierno chileno ha impulsado alianzas con el sector educación, a través de las universidades para incentivar la investigación y desarrollo (I+D), como es el caso del proyecto “Espacios 5G”, que busca desarrollar pruebas e investigaciones [26].

En Brasil, la licitación se realizó en noviembre del 2021, recaudó 8400 millones de dólares y fue adjudicada a Claro de América Móvil, Telefónica Brasil (Vivo) y TIM Brasil. Esta licitación fue realizada por la Agencia Nacional de Telecomunicaciones (Anatel) [27]. Mientras que, Uruguay fue el primer país de Latinoamérica en implementar la primera red 5G en 2019, haciendo uso de una banda de 28 GHz con una infraestructura proveída por la empresa Nokia; sin embargo, este lanzamiento tuvo un alcance limitado y fue únicamente para el sector de negocios [28], empresas como Antel, Telefónica Movistar y Claro, poseen autorización por parte del Ministerio de Industria, Energía y Minería de Uruguay, para la ejecución de pruebas relacionadas con 5G y se pronostica una posible licitación de las bandas 3.5 GHz para el segundo semestre del 2021 o inicios del 2022 [29].

GSMA [30] menciona que las frecuencias en el rango 3.3-3.8 GHz son clave para el desarrollo de 5G en la región, esto debido a que las frecuencias en este rango ya se utilizan en la mayoría de las redes comerciales y tienen el mayor ecosistema de dispositivos en uso actualmente, es por ello que tomando como referencia 11 países de la región como muestra representativa (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, Ecuador, Guatemala, México, Perú y Uruguay), 8 de esos 11 países ya tienen un espectro disponible para el uso de una red 5G en el rango de 3.3-3.8 GHz [30]. También, se observa que la implementación y el desarrollo de 5G, no han sido sencillo en la región, un ejemplo de esto es la liberación del espectro de frecuencia en el rango de 3.3-3.8 GHz, GSMA [30] menciona que los retos que se han enfrentado en los países líderes se agrupan en tres categorías: desafíos políticos, desafíos regulatorios y desafíos técnicos, siendo los aspectos más relevantes los siguientes:

En los desafíos políticos, los gobiernos no poseen una hoja de ruta clara para 5G, y las autoridades deben llegar a diferentes acuerdos con entidades para la recuperación de los espectros de frecuencia. Adicionalmente, en algunos países siguen con el desarrollo de la red 4G (LTE), por lo que la red 5G pasa a segundo plano.

En los desafíos regulatorios, se deben crear políticas, marcos regulatorios y mecanismos de asignación del espectro. Adicionalmente, se deben definir los precios del espectro para los operadores, ya que estos deben invertir en infraestructura para el desarrollo de 5G, y los precios deben ser razonables tanto para el operador como para el consumidor del servicio.

En los desafíos técnicos, se debe definir el tamaño mínimo de los bloques por ser ofrecidos para la tecnología móvil, definir las bandas y las adyacentes para evitar interferencias, y la coordinación de la liberación del rango de 3.3-3.8 GHz dentro de los operadores.

Para comprender cómo los países de Latinoamérica abordan estos desafíos, conocer la visión de política pública y acciones que se están llevando a cabo, el MICITT elaboró el informe de Diagnóstico Sector Comunicaciones: Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones 2022-2027. En este informe, se detallan las agendas digitales vigentes de 10 países latinoamericanos [17], en la agenda digital de Chile para el periodo 2018-2022, se establece el concepto de Matriz Digital 2018-2022, destacando tres ejes principales: derechos de los ciudadanos digitales, inversión e infraestructura y desarrollo digital, permitiendo garantizar niveles mínimos de velocidad de Internet, reducir las tarifas para los usuarios de telefonía móvil, implementar 5G para la telefonía móvil, aumento de un 30% en la inversión nacional de

telecomunicaciones y la reducción de la brecha digital por medio de la entrega de servicios a zonas rurales con acceso nulo o limitado. La agenda digital de Brasil (Estrategia Brasileña para la Transformación Digital (e-Digital)), se estructura en nueve ejes: cinco habilitadores y cuatro de transformación digital. Los ejes habilitadores son infraestructura y acceso a las TIC, investigación, desarrollo e innovación, confianza en el ambiente digital, educación y capacitación profesional y dimensión internacional, mientras que los ejes de transformación digital son economía basada en datos, dispositivos conectados, nuevos modelos de negocio y ciudadanía y gobierno [31]. Algunas acciones que se mencionan en Ministério da Ciência [31] para superar los desafíos son: promover la expansión del acceso de la población a Internet y las tecnologías digitales, con calidad de servicio y economía; incentivar el desarrollo de las nuevas tecnologías, con la expansión de la producción científica y tecnológica; y buscar soluciones a los desafíos nacionales; garantizar que el entorno digital sea seguro, fiable, propicio para los servicios y el consumo, respetando los derechos de los ciudadanos; fomentar la informatización, el dinamismo, la productividad y la competitividad de la economía brasileña, para mantenerse al día con la economía mundial, entre otros.

La agenda digital de Uruguay (Agenda Uruguay Digital 2025), se inició como un proceso de política digital, esta agenda se ha ido renovando y evolucionando [17], cuenta con 5 áreas de acción, 12 objetivos estratégicos y 53 metas específicas, también aborda los desafíos por medio del desarrollo de la ciudadanía en temas de tecnología, fomenta el aprendizaje en la educación formal para el uso de la tecnología, simplifica las interacciones de empresas con organismos públicos por medio de la integración de los servicios, promueve la transformación digital, potencia el uso de las telecomunicaciones y fortalece la infraestructura [32].

A pesar de existir estos retos, la cobertura en América Latina con 5G llegará a un 9 % en 2025 y 4G abarcará el 67 % en ese mismo año [33], lo cual es positivo debido a que el sector móvil contribuye con el crecimiento de las economías. GSMA [33] menciona que, en el año 2019, las tecnologías y los servicios móviles generaron el 7 % del producto interno bruto (PIB) en América Latina, con una contribución que ascendió a los 421 mil millones de dólares americanos. Este panorama es prometedor; sin embargo, la realidad es que 5G será desarrollada en la región en un periodo de mediano a largo plazo, siendo el reto principal en que se deben enfocar los países de la región es la reducción de la brecha digital. Los retos para la implementación de 5G en la región son similares a los de Costa Rica, el cual ya posee un camino recorrido; sin embargo, es importante que se mantenga una hoja de ruta clara y actualizada para la implementación 5G, esto debido a que el panorama puede cambiar conforme se avanza en el desarrollo de las redes en la región.

Conclusiones y/o recomendaciones (discusión)

En Costa Rica, la implementación de 5G se encuentra aún en una etapa introductoria, aunque existen regulaciones, documentación a nivel gubernamental y la fase de recolección de requerimientos y dimensionamiento ya se encuentra finalizada, la implementación todavía se encuentra en proceso de estudio y conciliación entre el MICITT, ICE y RACSA, para poder obtener la totalidad del espectro necesario. Además, dicho plan se ha ido actualizando con el paso del tiempo. Si bien fue creado en el año 2018, para el año 2020 se modificó tomando en cuenta los más recientes acuerdos del espectro radioeléctrico presentados en la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones del 2019.

Después de analizado el alcance de 5G, se puede concluir que las poblaciones rurales en Costa Rica se verían altamente beneficiadas por este servicio, ya que se espera que esta tecnología esté disponible al alcance de estas poblaciones. Además, la actividad comercial se podrá expandir hasta estas localidades para que sus residentes tengan mejores facilidades y acceso a diversos servicios en modalidad “en línea”.

Comparando Costa Rica con los países latinoamericanos, se puede observar que la situación actual en cuanto a la implementación de 5G es muy similar, muchos de países ya tienen disponible el espectro en el rango de 3.3-3.8 GHz; sin embargo, existen limitaciones a nivel tecnológico y de infraestructura que pueden estar afectando el avance de la implementación. Brasil y Chile, tuvieron audiencia a nivel internacional e inversión en el proceso de adjudicación a empresas transnacionales como Claro y Movistar. Además, Costa Rica debe acudir a conciliaciones entre instituciones públicas para poder obtener la totalidad del espectro.

En síntesis, Latinoamérica se encuentra rezagada en cuanto a tecnología en telecomunicaciones, ya que muchos países aún no tienen implementada la red 4G en todo su territorio, por lo tanto, se siguen enfocando en su expansión y comenzar con planes que involucren la implementación de 5G se torna complejo. En cuanto al factor económico, se identifica un efecto importante a nivel del desarrollo de las telecomunicaciones, ya que se observó un gran interés en empresas para invertir en esta tecnología. Mientras que, en el caso de Costa Rica, existe un alto riesgo y exposición a perder inversiones considerables en diferentes sectores de la sociedad a nivel nacional, si la implementación de 5G llegara a rezagarse más de lo esperado [34]. Otro aspecto relevante que debe ser considerado, es que en Latinoamérica la red de 5G ha generado a la fecha más de 400 mil millones de dólares por ingresos en tecnologías y servicios móviles.

Sin duda alguna la quinta generación en telecomunicaciones tiene un gran impacto en el ámbito empresarial y en la sociedad en general, ya que ofrecerá capacidades más altas (velocidad, latencia y confiabilidad). Adicionalmente, la incorporación progresiva de nuevos dispositivos tecnológicos que aprovechen estas capacidades y el beneficio de la vida útil de la batería impulsará nuevos modelos de negocio en la empresa, permitiendo el desarrollo en las zonas rurales de forma acelerada.

Referencias

- [1] M. Da Silva and J. Guerreiro, *On the 5G and Beyond*. 2020, pp. 2076-3417.
- [2] S. Moloudi *et al.*, “Coverage Evaluation for 5G Reduced Capability New Radio (NR-RedCap),” *IEEE*, vol. 9, pp. 45055-45067, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3066036.
- [3] N. Kazemifard and V. Shah-Mansouri, “Minimum delay function placement and resource allocation for Open RAN (O-RAN) 5G networks,” *Computer Networks*, vol. 188, p. 107809, 2021/04/07/ 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2021.107809>.
- [4] A. Shivhare, R. Arya, and R. Gupta, *A Review on 5G Technology: A Heterogeneous Architecture, OSI Protocol Model & Future Challenges*, <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=aci&AN=146732184&lang=es&site=ehost-live>, 2020.
- [5] C. Craven. “What Is IMT-2020.” SDX Central. (accessed).
- [6] M. Lauridsen, L. C. Gimenez, I. Rodriguez, T. B. Sorensen, and P. Mogensen, “From LTE to 5G for connected mobility,” *IEEE Communications Magazine*, vol. 55, no. 3, pp. 156-162, 2017.
- [7] E. Dahlman, S. Parkvall, and J. Sköld, “4G, LTE-Advanced Pro and the Road to 5G,” *Elsevier*, vol. 3, pp. 527-537, 2016.
- [8] D. M. Abdullah and S. Y. Ameen, “Enhanced mobile broadband (EMBB): A review,” *Journal of Information Technology and Informatics*, vol. 1, no. 1, pp. 13-19, 2021.
- [9] D. Soldani, Y. J. Guo, B. Barani, P. Mogensen, I. Chih-Lin, and S. K. Das, “5G for ultra-reliable low-latency communications,” *Ieee Network*, vol. 32, no. 2, pp. 6-7, 2018.

- [10] R. Chataut and R. Akl, "Massive MIMO systems for 5G and beyond networks—overview, recent trends, challenges, and future research direction," *Sensors*, vol. 20, no. 10, p. 2753, 2020.
- [11] X. Chen, D. W. K. Ng, W. Yu, E. G. Larsson, N. Al-Dhahir, and R. Schober, "Massive access for 5G and beyond," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 39, no. 3, pp. 615-637, 2020.
- [12] S. Buzzi, I. Chih-Lin, T. E. Klein, H. V. Poor, C. Yang, and A. Zappone, "A survey of energy-efficient techniques for 5G networks and challenges ahead," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 34, no. 4, pp. 697-709, 2016.
- [13] G. Wu, C. Yang, S. Li, and G. Y. Li, "Recent advances in energy-efficient networks and their application in 5G systems," *IEEE Wireless Communications*, vol. 22, no. 2, pp. 145-151, 2015.
- [14] P. Vega, T. Willink, F. Troyo, C. Morales, and A. Chinchilla, *La ruta 5G, el camino de Costa Rica hacia las redes IMT-2020*, Micitt, ed., https://www.micitt.go.cr/sites/default/files/la_ruta_5g_el_camino_de_costa_rica_hacia_las_redes_imt-2020_v10_1.pdf, 2021.
- [15] SUTEL. "Costa Rica perdería €704 mil millones por falta de decisión para implementar redes 5G." (accessed).
- [16] MICITT. "Plan de Acción de Infraestructura de Telecomunicaciones." (accessed).
- [17] MICITT, *Diagnóstico sector telecomunicaciones: plan nacional de desarrollo de las telecomunicaciones 2022-2027*, https://www.micitt.go.cr/sites/default/files/diagnostico_sector_telecomunicaciones_pndt_2022-2027_version_final.pdf, 2021.
- [18] F. Pomareda. "Empresas interesadas en red 5G presionan por bandas en poder del ICE y de Racsa." (accessed).
- [19] R. APD, "Tecnología 5G: ventajas y desventajas para las empresas."
- [20] MICITT, "Índice de brecha digital 2016-2018."
- [21] PROSIC, *Hacia la Sociedad de la Información y el Conocimiento: Informe 2020*, U. d. C. Rica, ed., <http://www.prosic.ucr.ac.cr/informe-hacia-la-sociedad-de-la-informacion-y-el-conocimiento-2020>, 2020.
- [22] MICITT, "Plan Nacional de Desarrollo de las telecomunicaciones."
- [23] R. Sampieri, *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill México, 2018.
- [24] R. Barrantes, *Investigación: Un camino al conocimiento. Un enfoque cualitativo, cuantitativo y mixto*, 2 ed. Costa Rica: EUNED-AGORA, 2016.
- [25] C. Economía. "Licitación de red 5G en Chile recauda más de 453 millones de dólares." CNN. (accessed).
- [26] M. Rojas. "5G en Chile: los pasos que se avecinan para la revolución digital que comienza." La tercera. (accessed).
- [27] F. Staff. "América Móvil, Telefónica y TIM consiguen principales lotes de licitación 5G en Brasil." Forbes. (accessed).
- [28] R. Wyrzykowski, "Uruguay: Mobile Network Experience Report", <https://www.opensignal.com/reports/2021/05/uruguay/mobile-network-experience>, 2021.
- [29] E. Pais. "Una nueva ola de negocios llegará con la tecnología 5G." (accessed).
- [30] GSMA, *5G and the 3.3-3.8 GHz Range in Latin America*, <https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2020/11/5G-and-3.5-GHz-Range-in-Latam.pdf>, 2020.
- [31] T. e. I. Ministério da Ciência. "Estratégia Brasileira Para a Transformação Digital." (accessed).
- [32] U. Digital. "Agenda Uruguay Digital 2025." (accessed).
- [33] GSMA, "La Economía Móvil América Latina 2020," *GSMA 2020*.
- [34] C. Cordero, "Atraso en 5G provoca pérdidas de negocios a empresas informáticas costarricenses."

Impacto del COVID-19 en la cadena de suministros: metodologías y estrategias aplicadas por las empresas antes y durante la pandemia

Impact of COVID-19 on the supply chain: methodologies and strategies applied by companies before and during the pandemic

Ivannia Hasbum¹, Jimena Arévalo-Pena², Adrián Andrés Brenes-Rojas³, Roldan Chavarría-Cordero⁴, María Eugenia Leiva-Chinchilla⁵, Fernando Sánchez-Tobal⁶, Juan Pablo Valerio-Zúñiga⁷, Luis Felipe Víquez-Dormond⁸


Hasbum, I; Arévalo-Pena, J; Brenes-Rojas, A.A; Chavarría-Cordero, R; Leiva-Chinchilla, M.E; Sánchez-Tobal, F; Valerio-Zúñiga, J.P; Víquez-Dormond, L.F. Impacto del COVID-19 en la cadena de suministros: metodologías y estrategias aplicadas por las empresas antes y durante la pandemia. *Tecnología en Marcha*. Vol. 35, especial COVID-19. Mayo 2022. Pág. 196-204.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.5337>

1 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: ihasbum@itcr.ac.cr

 <https://orcid.org/0000-0001-7900-8571>

2 Boston Scientific. Costa Rica. Correo electrónico: jimearevalo98@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-0933-0762>

3 Align Technology Inc. Costa Rica. Correo electrónico: adrianandres15@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-1817-9315>

4 Creganna Medical. Costa Rica. Correo electrónico: rochac1902@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-6854-3333>

5 CLAI Payments. Costa Rica. Correo electrónico: maria.leiva.ch@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-2003-8087>

6 Instituto Nacional de Seguros. Costa Rica. Correo electrónico: fejesanchez@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-2314-5897>

7 Interfaz. Costa Rica. Correo electrónico: jpz97@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-3631-5878>

8 Philip Morris Internacional. Costa Rica. Correo electrónico: felipeviquezdormond@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-3325-8652>



Palabras clave

Control de inventarios; pronósticos; cadena de suministros; COVID-19; planeación de suministros.

Resumen

La presente investigación describe las diversas metodologías, métodos o estrategias empresariales implementadas tradicionalmente, así como las usadas para hacer frente a la pandemia global de la COVID-19 en el control de la cadena de suministros. Algunos métodos de control de inventario utilizados por las empresas previo a la aparición de la COVID-19 son negociación de alta frecuencia, procedimientos operativos estándar como FIFO y LIFO, punto de reorden, planificación de ventas y operaciones y la planificación de necesidades de material impulsada por demanda. El estudio del panorama empresarial actual y su respuesta ante los cambios instaurados tras la aparición del COVID-19 arrojan resultados que convergen en la implementación de redes de suministro digital con mecanismos como *nearshoring*, torres de control, planificación de escenarios, gestión de riesgos de la cadena de suministros, así como la ampliación de la misma a un número mayor de proveedores y el desarrollo de modelos de pronósticos basados en la demanda real y delimitados al corto plazo. La situación de pandemia global trajo consigo medidas sanitarias restrictivas para el comercio y producción industrial, estas han obligado a las empresas a adaptarse a un ritmo vertiginoso, este proceso ha sido posible gracias a la tecnología que permite la digitalización del proceso de control de inventario permitiendo la colaboración, receptividad, agilidad, optimización y visibilidad total.

Keywords

Stock control; forecast; supply chain; COVID-19; supply planning.

Abstract

This research describes some methodologies, methods or business strategies traditionally implemented, as well as those used to face the global pandemic of COVID-19 in the control of the supply chain. Some inventory control methods used by companies prior to the appearance of COVID-19 are high-frequency negotiations, standard operating procedures such as FIFO and LIFO, reorder point, sales and operations planning, and material needs planning driven by demand. The study of the current business panorama and its response to the changes established after the appearance of COVID-19 show results that converge in the implementation of digital supply networks with mechanisms such as nearshoring, control towers, scenario planning, risk management of the supply chain as well as its extension to a greater number of suppliers and the development of models of modifications in real demand and delimited in the short term. The global pandemic situation brought restrictive sanitary measures for trade and industrial production, these have forced companies to have a very fast pace, this process has been possible thanks to the technology that allows the digitization of the inventory control process, collaboration, receptivity, agility, optimization and total visibility.

Introducción

En el presente año la población mundial se ha visto afectada por la crisis causada por el coronavirus (COVID-19). Según la Organización de Naciones Unidas, el COVID-19 es una enfermedad infecciosa causante de enfermedades respiratorias que puede perjudicar

gravemente a la salud. Con más de 17 millones de contagiados hoy día, la enfermedad ha penetrado todas las fronteras del mundo, dejando como su principal consecuencia el gran daño en la salud de las personas.

El COVID-19 no solo ha generado afectaciones a la integridad de la salud de la población, sino que en cada país ha sido causa de crisis en los ámbitos políticos, económicos y comerciales. Alicia Bárcena, Secretaria Ejecutiva de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) indica que “La enfermedad pone en riesgo un bien público global esencial, la salud humana, e impactará a una ya debilitada economía mundial y que golpeará severamente al comercio mundial” [1].

El COVID-19 afecta principalmente de dos formas la economía mundial: La primera es la afectación directa de la producción, causada por la inhabilitación de las empresas y su personal; en la segunda se encuentran las interrupciones en la cadena de suministros y el mercado, en donde los niveles de inventario se han visto cortados o por otra parte aumentados en exceso. La presente investigación se desarrollará principalmente en esta segunda afectación.

El control de inventarios se basa en encontrar la cantidad óptima de materia prima que se debe almacenar en existencias dentro de los almacenes o centros de distribución de una empresa. [2]. El manejo de los inventarios en una compañía es una labor de gran riesgo en las contabilidades de las empresas. “Un nivel excesivo puede dar como resultado un bajo rendimiento de la inversión, también los costos de tenencia se incrementan dado que se deben disponer depósitos propios o alquilados, personal, seguros, gastos de administración, costo de capital inmovilizado, etc” [3].

Si se cuenta con grandes cantidades de inventario podría provocar una gran cobertura promedio de materia prima. Esto posicionaría a las compañías en situaciones en las cuales deben de buscar la forma de deshacerse del inventario, y por lo general, viene de la mano de ofertas o disminución de precios afectando las ganancias de la compañía [3].

El caso contrario ocurriría al manejar inventarios muy bajos en donde existiría un riesgo de parar la producción, lo que llevaría a pérdida de ventas y los costos que repercuten estos parones conocidos como costos de penalización. Estos costos también llamados costos por desabasto, es cuando se carece de material para surtir un pedido del cliente [4].

Las variables que pueden originar la escasez o excesos de materia prima tienen una gran variedad de fuentes ya sean aleatorias o sesgadas. Estas últimas suelen ocurrir al no incluir las variables correctas en los análisis, y por ende son las más fáciles de solucionar [2].

La mayoría de los pronósticos son realizados a partir de la suposición de que el comportamiento es normal y bastaría con calcular la media de la demanda y su desviación estándar [4]. Según [2], si la demanda pronosticada tiene buena precisión solamente bastará con el cumplimiento del pronóstico en el horizonte planeado. Por lo tanto, en lugar de buscar el pronóstico perfecto, es necesario una revisión constante de los errores de pronósticos. Este error asociado hace referencia al concepto de residuales, y es la diferencia existente entre el valor calculado y el valor real.

El COVID-19 se podría considerar como una variable aleatoria, la cual está impactando directamente los inventarios de las empresas al afectar la precisión de los pronósticos e incrementando el error asociado. Las empresas están frente a una situación atípica en la cual la variabilidad de la demanda real no tiene un comportamiento predecible, y depende de situaciones y variables externas que no son tomadas en consideración en ningún modelo de pronóstico de ventas.

Cuando los modelos de pronósticos dejan de ser funcionales para las empresas, el manejo de inventarios se vuelve cada vez más difícil de controlar llevando a las organizaciones a almacenar grandes volúmenes de inventarios cuando las ventas disminuyen, o generando escasez de materia prima al existir restricciones para abastecerse de suministros de manera natural.

El ciclo de vida de un producto y la naturaleza de su uso son otras de las variables que dificultan el control de los inventarios. Existen productos que satisfacen necesidades básicas a los cuales se les denomina, según [2], como productos funcionales. Ante la situación que se vive actualmente, muchas empresas que no se dedican a la producción de bienes funcionales tienen problemas para controlar sus inventarios debido a la escasa demanda en el mercado.

Por otra parte, las empresas que siguen con su producción están teniendo impactos en los tiempos de entrega (lead time) por parte de sus suplidores. Debido a esto, es una de las variables más afectadas por el COVID-19, "...cumplir con un compromiso va a depender de la llegada del material con el lead time más largo..." [5]. Las restricciones y medidas sanitarias que se están aplicando en múltiples países, han ocasionado que los tiempos de entrega de la materia prima varíen al alza, lo que imposibilita a las empresas a hacer frente a sus compromisos con sus clientes.

Estas variables mencionadas anteriormente en conjunto con las afectaciones del COVID-19, han ocasionado que las empresas tengan pérdidas millonarias en sus cadenas de abastecimiento. Tal como lo menciona el periódico La Prensa, en donde se afirma que producto de la pandemia a nivel global, "la industria naviera internacional ha dejado de percibir ingresos por unos mil 400 millones de dólares mensuales, y se han retirado del comercio mundial unos 350 mil contenedores" [6]. A manera más general, el banco mundial considera que las consecuencias de la pandemia disminuirán el crecimiento global en un 8% en 2020, denominándolo así una de las recesiones económicas más profundas de las últimas décadas.

El decrecimiento de la economía global junto con las restricciones en los mercados internacionales incrementa la complejidad del manejo y control de inventarios. El objetivo de estudio de esta investigación es realizar una comparación entre los métodos, metodologías o estrategias que las empresas han tenido que implementar en sus inventarios, para evitar los excesos o la escasez de materia prima debido a la pandemia.

Metodologías de control de inventario utilizados antes de la pandemia

Antes del impacto de la pandemia por el COVID-19, el funcionamiento de las empresas era muy distinto a cómo deben operar hoy día.

La negociación de alta frecuencia se refiere a una estrategia comercial automatizada con alto volumen de negociación y periodos de espera cortos [7]. Esta estrategia conocida como HFT, por sus siglas en inglés, se basa en obtener poca ganancia en cada negociación. Estas pequeñas ganancias de las operaciones individuales se amplifican por el alto volumen de negociación. HFT se ha convertido en un motor dominante del volumen de negociación en el mercado capital de potencias mundiales tales como Estados Unidos de América y China.

La alta volatilidad del inventario es potencialmente indeseable tanto para inversores como para empresas [8]. HFT reduce la volatilidad del inventario y proporciona liquidez al mercado permitiendo que las grandes operaciones realicen transacciones sin afectar significativamente los precios de los productos de inventario. Por último, esta estrategia se refleja en el aumento del volumen de negociación y en los márgenes de oferta y demanda cada vez más estrechos. HFT puede mejorar el descubrimiento de precios en el mercado al promover la movilidad del precio hacia su valor fundamental.

Por otra parte, el Observatorio de la Complejidad Económica, OEC (por sus siglas en inglés), presenta los países y su clasificación según la cantidad de exportaciones realizadas siendo China, Estados Unidos y Alemania los primeros tres países en encabezar los países con mayores exportaciones a nivel mundial [9, 10, 11].

China, siendo el principal exportador en el mundo, tuvo mayor demanda en el 2018 de productos catalogados como máquinas con un 46.9% de la totalidad de productos exportados seguidos de un 9.96% de productos textiles [12]. Sin embargo, para inicios del 2019 China presencié un decrecimiento brusco en las exportaciones que se vieron afectadas por distintos factores, entre los más influyentes fue la disminución de préstamos de entes extranjeras a China.

Además, los principales destinos de las exportaciones de China para 2018 fue Estados Unidos que representa el 19.3% del total de las exportaciones realizadas, siendo el principal país en importar productos de distintos países. Sin embargo, Asia representa el continente que incide mayormente en el consumo de productos provenientes de China [12].

A continuación, se desarrollan varios modelos importantes que han sido utilizados por las empresas para mejorar la cadena de suministro y, por ende, aumentar la competitividad de estas en el mercado.

Establecer procedimientos operativos estándar o SOP, por sus siglas en inglés, es de suma importancia porque permite establecer un inventario que facilite el control de los recursos en general. El control perpetuo del inventario corresponde a un procedimiento estándar basado en hacer un conteo diario, usando diferentes elementos que garantizan un control continuo del inventario, entre ellos están los recuentos manuales o recuentos automáticos, sistemas de escaneo informativos o sistemas de escaneo de código de barras.

Por otro lado, existen dos procedimientos operativos estándar más comunes para el control de inventario, estos son FIFO y LIFO, por sus siglas en inglés. FIFO indica que el lote de stock que entra primero es el que primero debe gastarse, corresponde a un SOP muy usado y un claro ejemplo de su uso es en inventarios con productos perecederos. Mientras que LIFO indica que el último lote de stock en entrar debe ser el primero en salir, la mercadería se va apilando mientras va llegando, este es muy útil porque evita el movimiento de mercadería en un negocio [13].

El método de Punto de Reorden tiene como consigna realizar pedido nuevo al proveedor hasta el momento que el inventario sea igual a cero, definiendo su valor expresado en unidades de producto [14]. El cálculo del punto de reorden se realiza dependiendo de si existe relación entre la demanda de artículos con el tiempo de entrega de un pedido nuevo por parte del proveedor, de ser así se debe utilizar un coeficiente de correlación en las fórmulas [14].

Planificación de ventas y operaciones o S&OP, por sus siglas en inglés, está definido como un proceso para desarrollar planes tácticos que proporcionen a la gerencia la capacidad de dirigir estratégicamente sus negocios para lograr una ventaja competitiva de forma continua. Esto se consigue integrando planes de marketing centrados en el cliente para productos nuevos y existentes con la gestión de la cadena de suministro. Más allá de equilibrar la oferta y demanda, la práctica de S&OP cubre amplias áreas maximizando los ingresos, minimizando el riesgo, mejorando el servicio al cliente y reduciendo el inventario. El proceso debe conciliar todos los planes de oferta, demanda y nuevos productos en los niveles de detalle y agregado vinculándose con el plan de negocios; ejecutado correctamente, el proceso S&OP vincula los planes estratégicos para el negocio con su ejecución y revisa las mediciones de desempeño para una mejora continua [15].

La planificación de necesidades de material impulsada por demanda o DDMRP, por sus siglas en inglés, es un sistema de planificación de la cadena de suministro basada en un aumento de la visibilidad de la cadena cimentada en la estrategia pull en lugar de push. Este se basa en visualizar la demanda real generando ordenes de abastecimiento reales y creando inventario intermedios o buffers, asignados con el fin de evitar costes innecesarios, así como impedir escasez de inventario que paralice la cadena de suministro. Una política de ventas basada en el posicionamiento previo del producto, en estirar el inventario de cliente a proveedor y, posteriormente, actuar sobre la cadena de suministro con la herramienta fundamental del diseño de buffers en lugares y actores estratégicos de la cadena serán los cimientos de este sistema de planificación relativamente novedosos por el que apuesta el DDMRP [16].

Metodologías de control de inventario utilizados durante de la pandemia

Así, es de suma importancia que las empresas tengan un horizonte claro referente a qué hacer en este aspecto de control de inventarios para poder afrontar la problemática que se mencionó anteriormente; por eso, se está optando por nuevas estrategias o modelos de negocio que dejen por aparte la visión tradicional de una cadena de suministro tradicional y pasar a lo que se conoce como Redes de Suministro Digital esto para *“obtener visibilidad de la red de extremo a extremo, mayor colaboración, capacidad y menor tiempo de respuesta”* [17].

Es ahí donde también se presenta una problemática en la actualidad, cuando los principales suplidores son de países sudamericanos a China, por ejemplo, fuertemente afectados por la pandemia y localizados a una gran distancia (aumentando tiempo de respuesta), esto termina en una problemática para el control de inventarios en el caso de desabastecimiento. Para esto, una de las estrategias que se está replanteando para poder afrontar la situación es la de nearshoring, *“es un modelo de externalización de servicios similar al offshoring, pero a diferencia de este, la subcontratación de procesos de negocio se lleva a cabo con empresas de un país cercano.”* [17].

Para la aplicación de la visibilidad integral de la cadena de suministro, surge la herramienta de las “torres de control”. Se cataloga como una torre de control a la zona localizada en el nodo central de la cadena. Gracias a su posición, su principal función es aplicar herramientas y técnicas para procesar datos y encargarse de la visibilidad de toda la cadena de suministro. Este funcionamiento permite observar de mejor manera el panorama en tiempo real de todo el entorno y con esto tomar decisiones más acertadas.

Por otra parte, otras estrategias corporativas que pueden ayudar a tener un adecuado control de inventarios son detalladas a continuación.

Primeramente, instaurar la planificación de escenarios. Los escenarios se pueden plantear como una herramienta muy importante que puede ayudar a la empresa para estar capacitada ante posibles eventos, haciéndolas más flexibles e innovadoras. Asimismo, *“los escenarios son la descripción de una situación futura y el curso de los acontecimientos que le permite a las empresas avanzar desde una situación actual a una situación futura. Los escenarios también se definen como futuros alternativos que resultan de la combinación de las tendencias, el entorno y el impacto de las políticas”* [17].

Seguidamente, desarrollar la gestión de riesgos de la cadena de suministro. Aspecto para incorporar a la cadena de suministro de una empresa, ya que como bien menciona René Hernández en su documento, muchas compañías no tienen ni agregan este elemento, lo cual se puede reflejar en sobreabastecimiento o su contraparte.

Luego, mantener redes de suministro ampliadas. En los últimos meses los picos de demanda y oferta han generado una desconfianza tanto en los consumidores como en los proveedores. A causa de esto muchas empresas han salido golpeadas económicamente. Es por esto por lo que una de las metodologías utilizadas para mantener y recuperar el nivel de trabajo ha sido aumentar las redes de suministros. Con aumentar la cantidad de opciones de proveedores, se tendrá un respaldo en caso de que alguna vía de transporte se vea interrumpida, por otra parte, ayudará a las empresas más golpeadas a poder tener más opciones de proveedores y acceder a la opción que mejor precio o crédito le brinde.

Por último, pronósticos a corto plazo basados en la demanda real. El efecto del COVID-19 demostró la fragilidad de los sistemas de pronósticos actuales para la demanda. Por esta razón, hoy en día se recomienda cambiar este tipo de modelos a otros basados más en el panorama del presente y basados en el corto plazo. Con lo anterior se logrará tener un flujo constante de entradas de producto, en una cantidad más ajustada a las ventas reales, haciendo un cambio del sistema de almacenamiento push a pull.

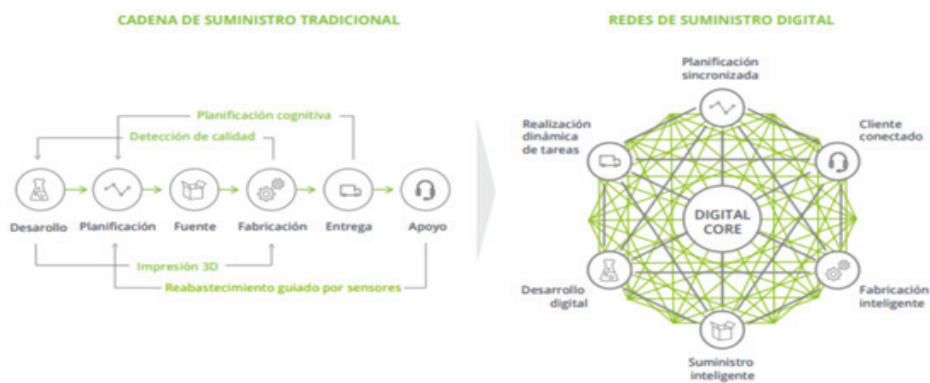


Figura 1. Adaptación de la cadena de suministro tradicional a digital. Fuente: [18]

En la figura 1 se ejemplifica el cambio que está sucediendo en estos momentos, donde la cadena de suministros se está adaptando a la digitalización, donde la optimización es el principal factor, esto al conectar todas las redes de suministros con el fin de permitir la colaboración, receptividad, agilidad, optimización y visibilidad total.

“Los adelantos en la tecnología de la información y de comunicación hacen posible la evolución de la cadena de suministro. Las tecnologías como la internet de las cosas, computación en la nube, 5G, IA, impresión de 3D y robótica son esenciales a fin de permitir la red de suministro digital del futuro.” [18]

La red de suministro digital no solo se debe alinear con la estrategia comercial luego de haberse establecido, sino que debe ser parte integral de su formulación. Un ejemplo de esta adaptación es Zara, la cual años anteriores incorporó a su cadena de suministro el sistema de identificación por radiofrecuencia (RFID), el cual permite identificar individualmente las prendas desde las plataformas logísticas hasta su venta. Gracias este sistema, la localización de artículos pasa ser mucho más rápida y precisa: cuando un cliente busca una prenda concreta, el personal puede consultar la disponibilidad de ese producto en tiempo real en ese u otro establecimiento cercano [19].

La producción de Zara se efectúa en lotes pequeños, con integración vertical a la manufactura de los artículos más sensibles al tiempo. Estas producciones se envían dos veces por semana directamente desde el centro de distribución central de Zara hacia tiendas bien ubicadas y

atractivas, eliminándose con ello la necesidad de bodegas y de mantener bajos los niveles de inventario. La integración vertical ayuda a reducir el efecto látigo, el cual es la tendencia que manifiestan las fluctuaciones de la demanda final a aumentar cuando se las transmite de vuelta a la cadena de suministros [20].

Esta herramienta ha permitido a Zara moldear su modelo de negocio caracterizándose por mantener stocks muy reducidos, por lo tanto, Zara ya contaba con una estrategia para afrontar la pandemia sin saberlo, la cual ha hecho que dicha compañía sea la menor afectada en comparación al resto de tiendas minoristas, esto al incorporar el sistema RFID junto con la plataforma de tiendas y ventas en línea [20].

Conclusiones

El panorama actual ante la pandemia del COVID-19 ha causado que se implanten restricciones y refuercen las medidas sanitarias, estos cambios han afectado directamente las cadenas de suministros por lo que afectan los compromisos empresa-cliente. Esta realidad ha forzado a las empresas hacia la adaptación y mejora continua en tiempos récord, donde el fenómeno es el de sobrevivir, y esto lo logran las empresas que mejor acoplen sus sistemas a la nueva realidad digital. La cadena de suministros se está adaptando a la digitalización, donde la optimización es el principal factor, esto porque la tecnología es la herramienta base en esta nueva realidad, donde permite controlar y medir los procesos de forma más completa y eficiente, esto al conectar todas las redes de suministros con el fin de permitir la colaboración, receptividad, agilidad, optimización y visibilidad total. Esto ha llevado a la acción en implementar estrategias como el manejo de alta frecuencia de negociación, manejo de niveles bajos de inventario, pronósticos cortos y basados en nuevos datos, tecnologías de información y comunicación.

Referencias

- [1] A. Bárcena, "COVID-19 Tendrá Graves Efectos Sobre La Economía Mundial E Impactará A Los Países De América Latina Y El Caribe", Comunicado de Prensa, Comisión Económica para América Latina y El Caribe, Cepal.org, 2020. <https://www.cepal.org/es/comunicados/covid-19-tendra-graves-efectos-la-economia-mundial-impactara-paises-america-latina>
- [2] N. Aquilano, R. Chase, y F. Jacobs, "Administración de operaciones, producción y cadena de suministros", México DF, México: McGraw-Hill Education, 2009.
- [3] F. Fillet, C. Fucci, y M. Pillot, "Sistema de administración de inventarios", mrp planificación de los requerimientos de materiales, 2015.
- [4] S. Nahmias, "Análisis de la producción y las operaciones", México DF, México: McGraw-Hill Education, 2007.
- [5] S. Ballesteros y A. Prieto, "Diseño de protocolo de ejecución de MRP para la reducción de inventarios obsoletos (Tesis de maestría)", Universidad Externado de Colombia, Colombia, 2017.
- [6] La Prensa, "Pérdidas millonarias en la cadena de suministro", 2020. <https://www.prensa.com/impresa/economia/perdidas-millonarias-en-la-cadena-de-suministro/>
- [7] F. Zhang, "High-Frequency Trading, Stock Volatility, and Price Discovery", Yale University School of Management, 1-9, 2010.
- [8] B. Bushee y C. Noe, "Corporate disclosure practices, institutional investors, and stock return volatility", Journal of Accounting Research 38, 171-202, 2000.
- [9] OEC, "OEC - The Observatory of Economic Complexity". Oec.World. 2020. <https://oec.world/>
- [10] OEC, "Germany (DEU) Exports, Imports, and Trade Partners". Oec.World. (2020). <https://oec.world/en/profile/country/deu>
- [11] OEC, "United States (USA) Exports, Imports, and Trade Partners". Oec.World. (2020). <https://oec.world/en/profile/country/usa>
- [12] OEC, "China (CHN) Exports, Imports, and Trade Partners". Oec.World. (2020). <https://oec.world/en/profile/country/chn>



- [13] Horngren, Sundem, Elliott, Philbrick, "Introduction to Financial Accounting", 9th edition. Upper Sadle River New Jersey, 07458: Pearson Education, 2002.
- [14] J. Yzar, C. Yzunza y E. Zermeño, "Cálculo de reorden cuando el tiempo de entrega y demanda están correlacionados", Revista Scielo, 2015. http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lad/garcia_m_f/capitulo2.pdf
- [15] B. McCollum y L. Cecere (2017), "APICS S&OP Planning: Advancing sales and operations planning", Illinois: Chicago, 2017. <https://www.apics.org/docs/default-source/industry-content/apics-sop-performance-report.pdf?sfvrsn=0>
- [16] J. Marco, "Demand Driven MRP como herramienta de Logística para la cadena de abastecimiento", Madrid: IMF Business School, 2019. <https://blogs.imf-formacion.com/blog/logistica/logistica/demand-driven-herramienta-logistica/>
- [17] R. Hernández, Instituto de Análisis Económico y Social, 2020. http://www.iaes.es/uploads/2/0/8/6/20860996/dt_06_20.pdf
- [18] J. Kilpatrick y L. Barter, "Gestión del riesgo y las interrupciones en la cadena de suministros", Deloitte., Volumen 1., 16, 2020.
- [19] Inditex, "Innovación en el servicio al cliente". 2015. http://static.inditex.com/annual_report_2015/nuestras-prioridades/innovacion-en-el-servicio-al-cliente.php
- [20] R. Orihuela y R. Hipwell, "Zara contaba con estrategia ante la pandemia...sin saberlo", El Financiero, 2020. <https://www.elfinanciero.com.mx/empresas/el-dueno-de-zara-ya-tenia-una-estrategia-ante-la-pandemia-del-covid-19-sin-saberlo>

Turismo post-COVID en México y el mundo




Post-COVID tourism in Mexico and the world

Olga Carolina Cruz-Jiménez¹, Daniel Montes-Ortiz²,
María Concepción Martínez-Rodríguez³

Cruz-Jiménez, O.C; Montes-Ortiz, D; Martínez-Rodríguez,
M.C. Turismo post-COVID en México y el mundo. *Tecnología
en Marcha*. Vol. 35, especial COVID-19. Mayo 2022.
Pág. 205-213.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.6191>



- 1 Instituto Politécnico Nacional. México.
Correo electrónico: ocruzj1300@alumno.ipn.mx
 <https://orcid.org/0000-0003-0672-4053>
- 2 Instituto Politécnico Nacional. México.
Correo electrónico: dmonteso1500@alumno.ipn.mx
 <https://orcid.org/0000-0002-1475-0406>
- 3 Instituto Politécnico Nacional. México.
Correo electrónico: mcmartinezr@ipn.mx
 <https://orcid.org/0000-0003-3094-5411>

Palabras clave

Turismo sustentable; capacidad de carga turística; política pública; pandemia; gestión.

Resumen

El constante incremento de turistas que se desplazan a nivel mundial ha hecho que los gobiernos de cada país trabajen de manera permanente y cada vez más específica en materia turística, garantizando una mejor gestión de la afluencia de visitantes en los lugares, esto con el objetivo de poder controlar el uso de recursos naturales y atender las necesidades de los habitantes, pues la inminente escasez de elementos vitales para la supervivencia es un tema cada vez más delicado y de urgencia a tratar. Como parte de los proyectos para poder erradicar dicho problema y con una pandemia de por medio, diversos organismos internacionales han brindado herramientas que deben ser adecuadas a los planes de desarrollo para una mejor política pública. Dentro de los puntos a observar está la sobrecarga de capacidad turística en los lugares de interés ya que, derivado del crecimiento acelerado de habitantes en el mundo y el aumento de viajes, el límite de personas que puede estar en un mismo espacio se ha visto excedido y con ello detona el aumento de problemas a nivel local en los destinos turísticos. Por los recientes acontecimientos del virus del COVID-19, la actividad turística fue de las más afectadas. Para poder garantizar el desarrollo y resurgimiento del turismo post-pandemia, se tiene que llegar a una buena planeación con base en las nuevas exigencias de los pasajeros y locales en cuanto a la bioseguridad y confianza que cada destino turístico brinde, además de apostar por un turismo sustentable.

Keywords

Sustainable tourism; tourist carrying capacity; public policy; pandemic; management.

Abstract

The constant increase in the number of tourists traveling around the world, has led governments in each country to work permanently and more specifically on tourism, guaranteeing better management in the influx of visitors at places, in order to control the use of natural resources, and attend the needs of inhabitants, as the imminent shortage of vital elements for survival is a subject even more delicate and urgency to deal with. As a part of the projects to eradicate this problem and in the middle of a pandemic several international organizations had provided lots of alternatives that must be taken into count in the development plans for a better public policy. In the points to deal with, we have tourism carrying overcapacity at interest places since derivate the quick increase of population in the world and the increase of travel, the limit of people that must be in the same space has been exceeded and with that the increase of problems at a local level un touristic destinations. Because of the current situation of COVID-19, tourism was one of the most affected. To guarantee the development and resurgence of post-pandemic tourism, it needs to lead to good planning based on the new passengers' and locals' requirements on the subject of biosecurity and trust in each touristic destination, in addition to bet for sustainable tourism.

Introducción

La actividad turística, al ser de los pilares más importantes en la economía del país y en el mundo ha ido en crecimiento y desarrollo acelerado, por lo que ha obligado a generar herramientas de control para que el impacto no sea tan agresivo en las diversas localidades y se llegue a un punto de equilibrio entre locales y los turistas, para ello se tiene la gestión municipal.

Dentro de dichas herramientas se encuentran las políticas públicas que ayudan a una mejor organización procurando siempre a los habitantes de las zonas. Como una de las principales preocupaciones de algunos municipios está la capacidad de carga turística que es “el número máximo de visitantes que puede contener un determinado espacio / recurso / destino turístico” [1], pues en algunos de ellos es tanta la afluencia de turistas que la infraestructura y la oferta de servicios es insuficiente.

Considerando lo anterior, es alarmante que se llegue a sobrecargar algún destino turístico, pues afecta de diversas maneras como son, además de las ya mencionadas, alterar el medio ambiente, generar un nivel de cero tolerancia de las poblaciones anfitrionas y, por último, pero no menos importante, la cuestión de la experiencia que se lleva el visitante del lugar.

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) cada década realiza el Censo de Población y Vivienda con el fin de recabar las características demográficas, socioeconómicas y culturales de todos los habitantes dentro del territorio mexicano.

De acuerdo con lo que nos dice el INEGI “los censos son esenciales para la implementación y evaluación de las políticas públicas, su información es útil para la toma de decisiones en diferentes sectores: autoridades de los tres órdenes de gobierno, población en general, académicos, organizaciones de la sociedad civil y del sector privado” [2].

Como base para cumplir con los objetivos del censo, se toman en consideración los compromisos internacionales como lo son los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), los Derechos Humanos, entre otros.

Tras la pandemia iniciada en el año 2020 ocasionada por el virus de COVID-19, México cesó toda actividad turística, restringiendo la accesibilidad y movilidad en áreas donde se concentra una mayor afluencia de turistas (nacionales e internacionales).

La problemática principal que enfrentará el turismo en los próximos años será el aplicar medidas de control de afluencia de turistas en los principales municipios turísticos como por ejemplo destinos de playa, comúnmente frecuentados por millones de personas en vacaciones de verano e invierno, como son el caso de Cancún o Acapulco en México, puesto que muchas personas estarán deseosas de finalmente descansar de las restricciones que surgieron desde el mes de marzo de 2020 debido a la pandemia de COVID-19 por el brote de una nueva enfermedad infecciosa SARS-CoV-2 originada en el continente asiático y la cual generó cantidades impensables de decesos y contagios alrededor del mundo, además de afectar de manera significativa muchas actividades económicas como el turismo, que tuvo pérdidas monetarias nunca antes vistas.

Materiales y métodos

Con el objetivo de analizar cómo aplicar de manera efectiva acciones para el control de la capacidad de carga e identificar cuáles cambios serían oportunos ante este nuevo estilo de vida pos-pandemia para garantizar la salud tanto de residentes como de viajeros en los municipios, se hace una investigación de carácter mixto con información e instrumentos de análisis de índole cuantitativo y cualitativo, además de tener un panorama con un enfoque histórico y así poder determinar las mejores soluciones a los problemas actuales y posibles en un corto plazo

mientras la pandemia perdure. Además, se hace un comparativo del turismo antes y durante la emergencia sanitaria del COVID-19 a escala global y en México puntualmente, para poder hacer una hipótesis de cómo llevar la actividad turística de manera ordenada y regulada por el sector gubernamental en los destinos.

Resultados

Actividad Turística en el Mundo (2020)

Desde el año 2009 el turismo internacional ha tenido un incremento anual del 4%, de acuerdo con las estadísticas del Barómetro de la OMT, además de que en 2019 representó el 7% del comercio mundial. Sin embargo, debido a la pandemia actual, tuvo repercusiones negativas en el turismo, pues era casi imposible poder estar viajando.

“El turismo mundial registró su peor año en 2020, con una caída de las llegadas internacionales del 74%. ... Los destinos de todo el mundo recibieron en 2020 mil millones de llegadas internacionales menos que el año anterior, debido a un desplome sin precedentes de la demanda y a las restricciones generalizadas de los viajes.” [3]

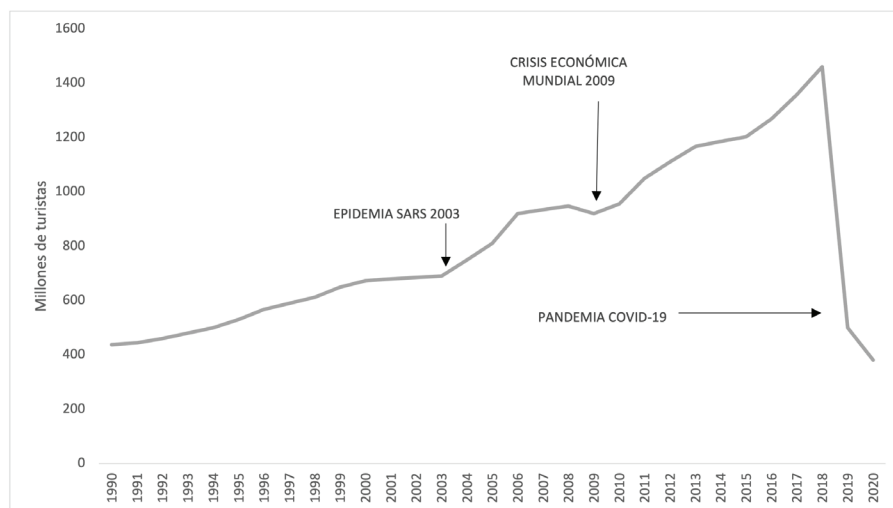


Figura 1. Turistas internacionales a nivel mundial 2020 (millones de turistas) Fuente: [4].

Claro está que no afectó por igual a todos los países, pues muchos cerraron cualquier forma de entrada, pero otros tantos no restringieron la entrada de internacionales. México, en su caso, obtuvo el 3er. lugar en llegadas de turistas internacionales, cuando el año anterior se encontraba en el 7mo. lugar. Hay que tomar en cuenta que esta no es una realidad continua, ya que este cambio se dio por las regulaciones que cada país decidió poner en marcha para cuidar de sus ciudadanos.

Dentro de los comentarios realizados por diversas autoridades internacionales, buscan que la actividad turística tenga una pronta recuperación trabajando en equipo y con una reanudación paulatina del tránsito de turistas, pero cumpliendo con los protocolos de seguridad, además de que pretenden una mayor oferta de productos naturales y culturales innovadores para el turista, donde se cumpla además con el cuidado del entorno.

Algo que cabe destacar, es que la confianza de los viajeros de salir de su lugar de residencia ha aumentado, pero un turismo a niveles que se veían en el año 2019 posiblemente sea una realidad hasta 2024, dejando así mucho por trabajar tanto en una gestión mundial como a nivel local para que el turismo se reactive como debe de ser.

Cuadro 1. Los 10 países que registraron mayor número de turistas internacionales en el 2020.

Lugar	País	2019	2020	Variación 20/19
1	Italia	64.5	27.5	-57.3%
2	Francia	89.6	25.2	-71.9%
3	México	45.0	25.1	-44.3%
4	Estados Unidos	79.3	22.2	-72.0%
5	Rusia	24.4	20.8	-14.8%
6	España	83.7	20.0	-76.1%
7	Polonia	21.2	17.7	-16.1%
8	Austria	31.9	17.2	-46.2%
9	Reino Unido	39.4	15.6	-60.5%
10	Alemania	39.6	14.6	-63.0%

Fuente: [5]

Actividad Turística en México (2020)

Como se sabe el turismo ha aumentado considerablemente en los últimos años en México, tanto que ha llegado a posicionarse en los primeros lugares de las actividades económicas que aportan al PIB Nacional.

Con base en estadísticas del INEGI y DATATUR en conjunto con la Secretaría de Turismo (SECTUR), cada cierto período brinda información estadística de varios aspectos que conforma el turismo (llegada de turistas, derrama económica, tendencia de actividades, etc.) que se reflejan en la Cuenta Satélite de Turismo de México y sirve de igual manera al Sistema de Cuentas Nacionales de México (SCN).

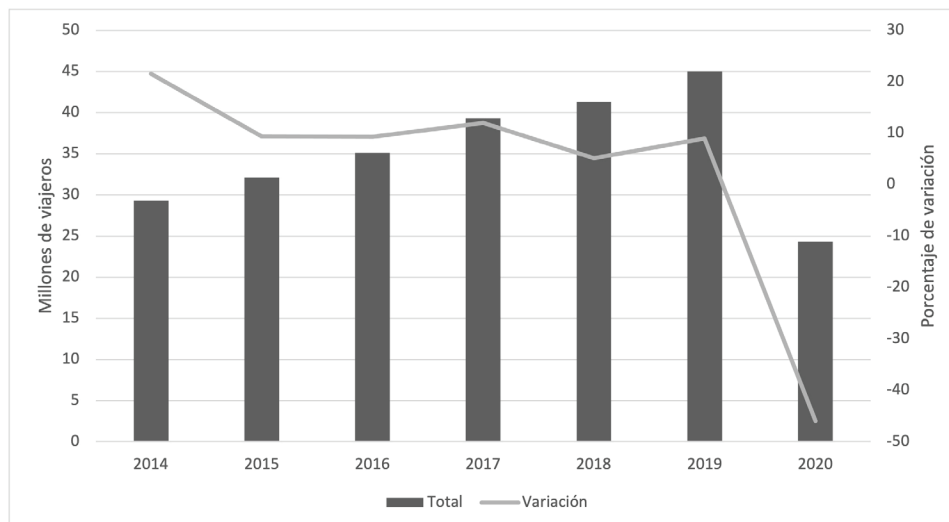


Figura 2. Llegada de turistas internacionales a México 2020 Fuente: [6].

Como se puede observar en el gráfico de la actividad turística en México desde 2014 a 2020, el turismo internacional dentro de México se vio severamente afectado por las restricciones que surgieron debido a la pandemia y principalmente en su lugar de residencia representado con una caída del 46% en comparación con el año anterior, sin embargo, como se menciona en el documento de los Resultados de la Actividad Turística (RAT), en el último trimestre del año, se tuvo una mejora.

Entretanto, mientras pasaba la pandemia, durante el año salieron muchos estudios que se hicieron enfocados en el turismo y varios expertos en el tema señalaron que lo primero que se podría reactivar en cualquier parte del mundo sería el turismo nacional, pues quien mejor que los locales el saber cómo va avanzando el tema de vacacionar en el país de residencia.

Las observaciones anteriores se sustentan a través de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares, igualmente organizada por el INEGI, donde una de las variables consideradas es el rubro de gastos turísticos por nacionales. A continuación, se presenta un gráfico que demuestra cuanto se ha gastado en el turismo interno en los últimos 10 años.

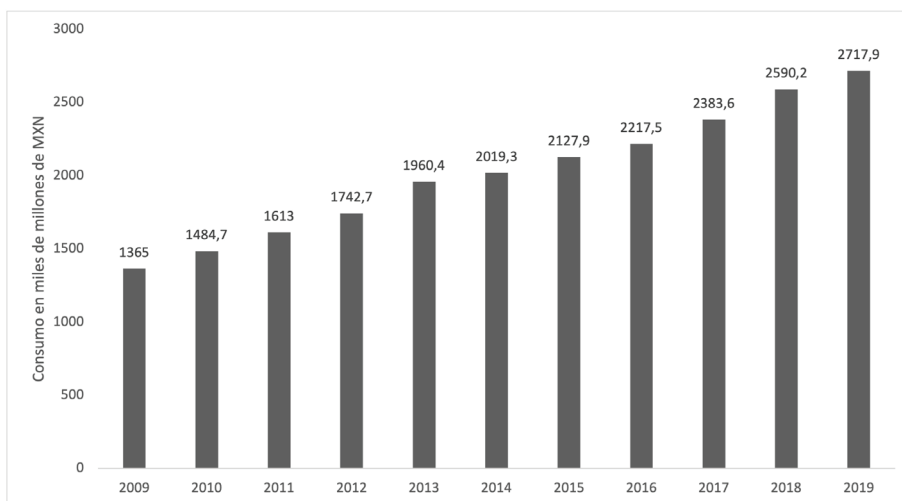


Figura 3. Consumo del turismo interno en México de 2009 a 2019 (miles de millones de pesos mexicanos) Fuente: [7].

Con el análisis de la gráfica anterior, se puede destacar que el deseo de los mexicanos por viajar incluso dentro del país ha incrementado. La virtud principal de que el turismo nacional sea predominante es que como mexicanos se conoce de mejor manera la numerosa oferta de actividades que se ofrecen y de esa manera ayudar a distribuir de mejor manera la demanda de servicios turísticos.

Algunos comparativos en un año previo a la pandemia (2019) y el año durante la pandemia (2020) de cómo se vio afectada la actividad turística basados en la ocupación hotelera en promedio del año, son los siguientes:

Cuadro 2. Cuadro comparativo de la ocupación hotelera en Acapulco 2019-2020.

Ocupación hotelera en Acapulco, Guerrero	
2019	2020
74.7%	41.0%

Fuente: Elaboración propia con datos recopilados del Fideicomiso para la Promoción Turística de Acapulco.

Cuadro 3. Cuadro comparativo de la ocupación hotelera en Cancún 2019-2020.

Ocupación hotelera en Cancún, Quintana Roo	
2019	2020
82.3%	36.8%

Fuente: Elaboración propia con datos recopilados de la Secretaría de Turismo del Estado de Quintana Roo (2021).

Con las estadísticas anteriores de los dos principales centros turísticos del país, se entiende que los destinos regularmente contaban con un alto porcentaje de ocupación, lo que se traduce a miles de personas de vacaciones al mismo tiempo en el mismo lugar y que, a causa de la pandemia, tuvo que tomar medidas drásticas en dichos lugares, reduciendo significativamente la cantidad de turistas que llegaban. Esto de igual manera influyó económicamente y ocasionó un impacto negativo, pues fueron pérdidas de millones de pesos pues son lugares cuya actividad económica principal es la actividad turística, aunque también es importante señalar que el entorno ambiental tuvo mejoras. Es un golpe muy fuerte del que no se han podido recuperar hasta la fecha, pero con constante trabajo y aplicación de estrategias pertinentes podrán recuperarse en un menor tiempo al estimado.

Conclusiones y/o recomendaciones

El COVID-19 trajo consigo una extinción de turismo como lo conocemos y ha formado un hito de tomar el punto de inflexión hacia prácticas más ambientales e inclusivas para un desarrollo socioeconómico nacional.

Los planes de recuperación económica turística son incipientes, si bien, se ha demostrado que una inclusión abarca un mayor número de personas llegando a nuevos estratos y tipos de turismo, incrementando el crecimiento y desarrollo de la zona receptiva, paralelamente, aumenta el consumo de recursos, contaminación, y deterioro de la capacidad de carga de la región.

El enfoque empresarial moderno, nos enseña que se tiene que maximizar las ganancias de igual manera que se optimicen los recursos para minimizar los costos de operación, lugar donde la sustentabilidad es una variable para considerar, pues tiene como objetivo satisfacer ambas partes del mercado, la oferta con disminución y eficiencia del uso de recursos y la demanda con la satisfacción de necesidades.

Por consiguiente, se puede decir que la sobrecarga de turistas en ciertas zonas afecta a la sociedad y al entorno natural, genera insuficiencia de servicios e infraestructura además de que conlleva a un consumo desmedido de los recursos naturales en las regiones donde se habitan que, de continuar con el mismo comportamiento depredador en las regiones turísticas, creará un desequilibrio ambiental.

Por eso la insistencia en un turismo sostenible, sin embargo, hay que destacar que estas prácticas sustentables no se deben confundir con la realización de 'Turismo rural' o 'Ecoturismo', cuyo segmento ya está dedicado a personas con un grado de concientización ambiental, o bien, se inician en la materia.

Las prácticas de sustentabilidad van dirigidas a un segmento más convencional de turismo (y con ello más depredador), aun así, con la implementación de estas medidas, no se garantiza una reducción significativa sino se abarca el lado de la demanda.

Desde el año 2020, el COVID ha hecho que el sector turístico aborde los problemas persistentes en la actividad que antes se pasaban por alto, desde cómo las personas llegan a los destinos hasta cómo se gestiona el turismo dentro de las ciudades, sin mencionar la forma en que se distribuyen sus beneficios y costos a las comunidades locales, la sobrecarga de turistas que, a pesar de ser una preocupación de mucho tiempo, poco se ha hecho por combatirlo.

Los gobiernos, al mismo tiempo que se interesan por regresar a la normalidad, también deberían reconsiderar si las estrategias implementadas para la gestión del turismo han dado los resultados que esperaban. Todavía falta mucho por hacer y no como tal en materia turística, sino de cumplir con el compromiso de darles primeramente una mejor calidad de vida a los residentes de los lugares más concurridos por los visitantes nacionales y extranjeros.

El turismo está atravesando por un importante obstáculo y depende de todos los que conforman el sector poner en marcha excelentes estrategias que vean por un turismo más amigable y con mayores beneficios para todos, pero sin dejar de lado la protección de la salud que es fundamental en estos momentos.

En definitiva, para lograr una recuperación con un desarrollo y crecimiento constante se necesitan de los 4 pilares antes mencionados:

- Gobierno con políticas turísticas sustentables e instituciones fuertes.
- Empresas comprometidas a un cambio sustentable, garantizando un espacio laboral adecuado para los empleados y sueldos más competitivos.
- Inclusión turística de los estratos con mayor marginalidad.
- Concientizar y crear a una demanda con enfoque ecológico

Finalmente se puede determinar que aplicando las medidas de bioseguridad que han propuesto desde el inicio de la pandemia organismos internacionales como la World Travel & Tourism Council (WTTC por sus siglas en inglés) y organismos nacionales como la Secretaría de Salud en conjunto con la SECTUR, además de procurar la salud de todos los involucrados en la actividad turística directa o indirectamente, se podrá garantizar y se buscará un turismo realmente sostenible que disminuya sus efectos negativos que repercuten en el cambio climático y que sean prácticas que se lleven establezcan de ahora en adelante, no únicamente un par de años después de terminada la situación del COVID-19. Para ello la toma de mejores decisiones por el sector gobierno, tanto en México como en el mundo, será imprescindible a la hora de reactivar el turismo, además de un cambio de enfoque por dejar de buscar que millones de personas se congreguen en un solo lugar, considerando que la infraestructura y su ocupación deberán acoplarse a la capacidad ideal para la seguridad sanitaria y que a su vez ayudará a gestionar el uso de los recursos.

Entre otras medidas aplicadas alrededor del mundo (confinamiento, vacunación, etc.) han sido de gran utilidad, sin embargo, llegará el momento en el que esto deje de ser suficiente y se tenga que buscar otras alternativas, por ello, sector público y privado deberán seguir trabajando incluso a marchas forzadas en planes que se vayan adecuando a las nuevas exigencias del turismo. Además, se deberá apostar por otras áreas de oportunidad como el turismo comunitario y turismo cultural, que son los que más ventajas tendrán en la actividad post-pandemia, aunado a la suma de esfuerzo de los actores del sistema turístico, gobierno, sector privado e incluso con instituciones educativas, pues al estar adquiriendo información constante y actualizada, podrán tener una mejor visualización de estrategias que mejoren las prácticas en un futuro cercano y lejano en el turismo.

Referencias

- [1] Universidad Complutense Madrid, «Capacidad de Carga Tuística,» [En línea]. Available: <https://www.ucm.es/capacidadcargaturistica/estado-del-arte>.
- [2] INEGI, «Censo de Población y Vivienda 2020,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>.
- [3] OMT, «2020: EL PEOR AÑO DE LA HISTORIA DEL TURISMO, CON MIL MILLONES MENOS DE LLEGADAS INTERNACIONALES,» 28 Enero 2021. [En línea]. Available: <https://www.unwto.org/es/news/2020-el-peor-ano-de-la-historia-del-turismo-con-mil-millones-menos-de-llegadas-internacionales>.
- [4] UNWTO, « y sector turístico 2020,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.unwto.org/es/covid-19-y-sector-turistico-2020?fbclid=IwAR3lwo4AwBHMHajdmvx69KnNH3hAFV4ePTYt56cjBwEA8W2x8er7FjaxmPs>.
- [5] Entorno Turístico, «10 países con más turistas internacionales en el 2020, año de la pandemia,» 30 Diciembre 2020. [En línea]. Available: <https://www.entornoturistico.com/10-paises-con-mas-turistas-internacionales-en-el-2020-ano-de-la-pandemia/>.
- [6] DATATUR, «Resultados de la Actividad Turística Diciembre 2020,» [En línea]. Available: [https://www.datatur.sectur.gob.mx/RAT/RAT-2020-12\(ES\).pdf](https://www.datatur.sectur.gob.mx/RAT/RAT-2020-12(ES).pdf).
- [7] Statista, «México: consumo del turismo doméstico 2009-2019,» Diciembre 2020. [En línea]. Available: <https://es.statista.com/estadisticas/1125073/ingresos-por-turismo-interno-mexico/>.

Estrategias empresariales frente a la Pandemia COVID-19, caso Costa Rica

Business strategies to confront the COVID-19 pandemic, Costa Rica

Raquel Lafuente-Chryssopoulos¹, Andrés Robles-Ramírez²,
Marco Vinicio Alvarado-Peña³, Jary Brenes-Bonilla⁴

Lafuente-Chryssopoulos, R; Robles-Ramírez, A; Alvarado-Peña, M.V; Brenes-Bonilla, J. Estrategias empresariales frente a la pandemia COVID-19, caso Costa Rica. *Tecnología en Marcha*. Vol. 35, especial COVID-19. Mayo 2022. Pág. 214-224.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.6192>

- 1 Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería en Producción Industrial. Costa Rica. Correo electrónico: rlafuente@itcr.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0002-1207-5646>
- 2 Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral. Costa Rica. Correo electrónico: anrobles@tec.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0002-5227-5685>
- 3 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería en Producción Industrial. Costa Rica. Correo electrónico: marco.alvarado@itcr.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0001-9667-6897>
- 4 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería en Producción Industrial. Costa Rica. Correo electrónico: jary.brenes@itcr.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0003-4394-3933>



Palabras claves

Innovación; investigación y desarrollo; COVID-19; estrategias; acciones innovadoras.

Resumen

La llegada de la Pandemia COVID-19 a nuestro país y la propagación del contagio en los ciudadanos, significó un impacto económico no solo en el área de salud, si no que en todos los ámbitos de desarrollo económico. Muchos de los cambios obligaron a las empresas a redefinir el rumbo que se tenía proyectado, enmarcándose en todas aquellas acciones que fueran necesarias para enfrentar una nueva realidad que va desde la generación de protocolos de salud, la priorización de proyecto que mitigarán el impacto del COVID-19 hasta la reducción de gastos considerados necesarios solo meses anteriores.

En este documento se pretende exponer en términos generales las estrategias que adoptaron empresas de los distintos sectores productivos de Costa Rica, sirviendo como punto de análisis y principalmente como ejemplo de desarrollo de innovaciones que fueron utilizadas con el único fin de lograr la sostenibilidad y la menor afectación posible.

La investigación final se desarrolla bajo dos esquemas, en primer lugar, un análisis de las acciones por cada uno de los países que participan en la investigación y en segundo lugar un análisis comparativo entre los países participantes.

De la investigación destaca la similitud en la adopción de actividades para enfrentar la pandemia sin importar el tamaño de la empresa, al sector al que pertenece o el enfoque comercial entre ellas.

Keywords

Innovation; research and development; COVID-19; strategies; innovation actions.

Abstract

The arrival of the COVID-19 Pandemic in our country and the contagious spread of the disease in our citizens, meant an economic impact to not only the health sector but the entire economic system and its development. A lot of these changes made businesses redefine their projected goals, focusing on all the actions needed to take action against the new reality which starts with health protocols, prioritizing COVID-19 impact mitigation projects and the reduction of costs considered necessary months before.

This document pretends to show in general terms the actions and strategies that different sectors of business in Costa Rica had to adopt, serving as an analysis factor and mainly as an example of the development of innovative actions utilized with the sole purpose of achieving sustainability and the least damage possible. The final investigation has two action frames, first an analysis of the actions taken by each of the countries that participated in the investigation and last, a comparative analysis of the beginner countries.

This investigation highlights the similarity in the adoption of activities to confront the pandemic regardless of the business size, the sector it belongs to or the commercial focus of it.

Introducción

La pandemia de enfermedad por coronavirus inició en China a finales de 2019, y se suscitó en el país a partir del 6 de marzo de 2020. Tal como lo indica el “Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo” PNUD Costa Rica, la pandemia de coronavirus COVID-19 es la crisis de salud global que define nuestro tiempo y el mayor desafío que hemos enfrentado desde la Segunda Guerra Mundial. Cada día, más personas pierden sus trabajos e ingresos, sin forma de saber cuándo volverá a la normalidad. Las pequeñas naciones insulares, que dependen del turismo, tienen hoteles vacíos y playas desiertas [1].

La Organización Internacional del Trabajo indicó a mediados del año 2020, que se podrían perder hasta 25 millones de empleos y el cierre de cientos de empresas iniciándose una carrera contra el tiempo para establecer en todos los ámbitos mencionados, estrategias innovadoras que permitan al menos generar algunos ingresos de subsistencia mientras embarga la esperanza de la recuperación económica.

En nuestro país los sectores más afectados sobre todo por las medidas necesarias para su contención del virus se reflejaron en su mayoría en el turismo, otros servicios como gastronómicos y de entretenimiento y el comercio con algunas excepciones, la fuerte contracción de la producción y las exportaciones de bienes perecederos principalmente y de servicios, y el aumento del desempleo que se produce por los eventos que viven dichos sectores se refleja en una economía con un bajo crecimiento, que además desde 2015 viene disminuyendo y que ha experimentado en los últimos años aumento del desempleo y la informalidad llegando a niveles históricamente muy altos [2].

Adicionalmente el Banco Mundial de acuerdo con la edición de junio de 2020 del informe “Perspectivas económicas mundiales del Banco”, señala que ésta sería la peor recesión desde la Segunda Guerra Mundial, y la primera vez desde 1870 en que tantas economías experimentarían una disminución del producto per cápita [3].

Antecedentes del estudio

La Asociación Latino-Iberoamericana de Gestión Tecnológica y de la Innovación (ALTEC) tomando en cuenta la acelerada afectación que presenta la Pandemia en todo el mundo, es que mediante sus representantes en Costa Rica (con funcionario del ITCR), Argentina, Brasil, Chile, Perú, Colombia y México en conjunto con la Fundación Premio Nacional de Tecnología e Innovación, A.C. de Tecnología e Innovación, A.C., de México, proponen la realización de una investigación que determine las acciones que adoptaron las empresas u organización de cada país para poder hacerle frente a la situación económica y de desarrollo de las empresas producto de la Pandemia del COVID-19.

La investigación final tiene dos marcos de acción, en primer lugar, un análisis de las acciones por cada uno de los países que participan en la investigación, que es el objetivo principal de este documento y, en segundo lugar, un análisis comparativo entre los países participantes con el fin de identificar similitudes y diferencias.

En este documento se expone en términos generales las acciones y estrategias de los distintos sectores en Costa Rica, sirviendo como ejemplo para las empresas y como análisis de acciones innovadoras producto de las necesidades, buscando promover la gestión tecnológica como campo del conocimiento y generador de valor, potenciando su utilización para la competitividad de las organizaciones y el desarrollo socioeconómico del país.

La encuesta se diseñó para ser difundida mediante Google Form, fue publicada a julio cerrando con un total de 226 respuestas en agosto del presente año. Del total de las 226 respuestas y luego de la depuración se contaron con 224 datos que se analizaron para el presente informe.

Análisis de los resultados

Como parte de los resultados que se extraen producto de la información proporcionada por las empresas se tiene:

Sector Industrial

Se puede observar que hay representación heterogénea entre los que contestaron la encuesta y que representan diversos sectores. Existe gran participación de las industrias manufactureras (23,6%) en relación con las demás, le sigue en segundo y tercer lugar respectivamente el área de *Servicios profesionales, científico y técnico*, así como *Construcción*. El hecho de que la industria manufacturera haya aportado información es un hecho relevante porque sigue siendo un sector mayoritario y de alta sensibilidad ya que sus actividades que podrían ser por medio de teletrabajo son menos impactantes en función de los giros de negocio de representan. La figura 1 ilustra la mezcla de participación en el presente estudio.

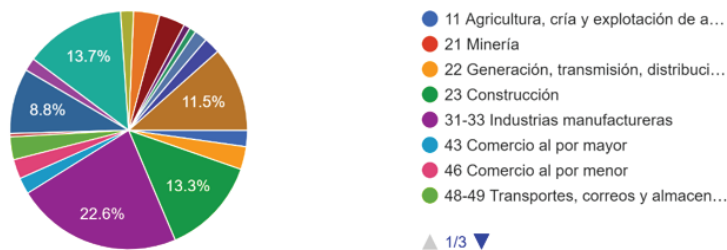


Figura 1. Análisis del sector al que pertenecen las empresas que respondieron.

Tamaño de la empresa u organización

El estudio también se enriquece a partir del tamaño de las empresas que participan independientemente del sector al que pertenezca ya que podrá revelar el tipo de acciones que se realizan en función de esta variable de tamaño. Es importante señalar que en su mayoría las grandes empresas aportan sus conocimientos y acciones para este estudio (a partir de 100 trabajadores o más) en una proporción de 54.4% que proviene de 126 empresas de 226 del total, empresas medianas (a partir de 35 trabajadores y menos de 100) con un 15.5% (35 empresas) ligeramente superior con un 15% para pequeñas y microempresas que representan 15%, es decir, 34 empresas para cada una de estas categorías.

Según el siguiente cuadro (cuadro 1) se puede ver que independientemente del tamaño de la empresa que ha aportado información, realizaron actividades comunes y que se deduce no demandan mayor inversión por las restricciones que justamente a nivel financiero y de presupuesto pueden experimentar las mismas.

Cuadro 1. Acciones realizadas por empresas según tamaño, para enfrentar los efectos del COVID-19.

Acciones	Porcentaje de participación
Hacer cambios al lugar de trabajo	8,33%
Limpiar más frecuentemente el lugar de trabajo	8,33%
Ofrecer licencias sin goce de sueldo	8,33%
Permitir a los trabajadores realizar sus actividades desde casa	8,33%
Prohibir el ingreso a visitantes al lugar de trabajo	8,33%
Proporcionar a los trabajadores equipo como mascarillas y desinfectante	8,33%
Restringir viajes	8,33%

Cómo se puede ver, son acciones que prácticamente en todos los sectores se han puesto en práctica por su baja complejidad y costo, a excepción de las licencias sin goce de salario que si provocan un efecto económico en la economía familiar de los colaboradores.

Enfoque comercial de la empresa u organización

De las empresas consultadas, se evidencia que en su mayoría cuentan con operaciones comerciales en varios países, con el 50.9% de participación, mismo que proviene de 115 empresas de las 224. De esto se puede inferir la relevancia de la información ya que podrían marcar diferencias según el tipo de país en el que tengan presencia comercial, además que con una estrategia comercial local e internacional las acciones articuladas requieren de una planificación amplia y estructurada para cuantificar los recursos adicionales que se requerirán para atender una emergencia como la que se presenta con el COVID-19.

Es importante señalar que, de las empresas consideradas grandes, las principales acciones que han tomado para enfrentar la pandemia son: abrir nuevos turnos de trabajo para manejo del aforo según sus instalaciones, activar canales comerciales electrónicos para ventas, activar protocolos de seguridad de la información en canales electrónicos, adquirir plataformas de comunicación para reuniones, ajustar horarios y obviamente cancelar viajes. De esto último, aunque no hubiera una preparación clara para la virtualidad se concluye que se da un salto a los negocios por medio de la mediación virtual.

Nivel de riesgo que representa la pandemia por COVID-19

La pandemia por COVID-19 ha dejado de manifiesto que trae riesgos inherentes a sus características en el primer orden en la salud pública y consecuentemente en las operaciones de los sectores productivos y comerciales. Las empresas para gestionar el riesgo de forma adecuada deben como primer paso identificar el riesgo y estimar su impacto. De la información recopilada se obtiene que un 38.5% de las empresas califican de alto el nivel de riesgo al que están expuestos por la situación ocasionada por la pandemia COVID-19. En el nivel 2 (nivel medio de riesgo) están 74 empresas y representa un 32.7% que si se suma con el nivel 3 (nivel alto de riesgo) se alcanza un 71.2% lo cual deja claro el impacto que pueden estar experimentado las empresas dada la situación pandémica. Esta estadística llevaría a que los empresarios y demás partes interesadas en los procesos productivos analicen el grado de preparación con el que se cuenta para enfrentar una situación como la actual en términos de producción, comercio y economía. Lo anterior se refleja en la figura 2.

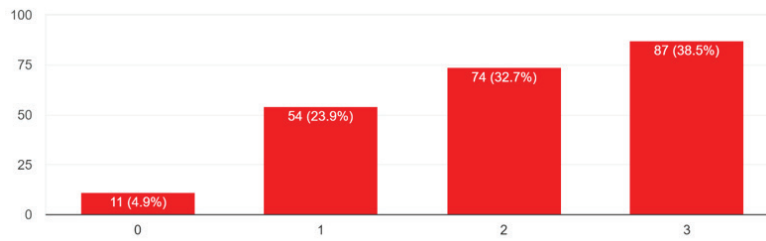


Figura 2. Nivel de riesgo que presenta la pandemia COVID-19 para la ilustración de la empresa u organización.

Tres principales riesgos que implica la epidemia por COVID-19

Respecto a los tres principales riesgos que las empresas identifican de un grupo importante de riesgos mencionados se destacan, ver figura 3:

- **Riesgo de sostenibilidad financiera**, Riesgo por barreras a la comercialización de bienes/servicios, Riesgo de sincronización inadecuada para actividades de investigación y desarrollo (135 empresas/59.7%)
- **Riesgo de bajo poder adquisitivo de los clientes**, Riesgo de acceso a insumos y servicios complementarios, Riesgo por barreras a la distribución de bienes/servicios (116 empresas/51.3%)
- **Riesgo de salud a la seguridad laboral**, Riesgo de sincronización inadecuada para actividades de investigación y desarrollo (89 empresas/39.4%)

Es importante recalcar el alineamiento que naturalmente identifican las empresas con respecto a los riesgos ya que cobra sentido que la mayor preocupación sea la salud financiera de las empresas y es que no puede haber salud financiera si no hay poder adquisitivo como resultado del desempleo o disminución de las jornadas laborales y de la inestabilidad laboral que supone un mercado contraído por el confinamiento y el cambio de prioridades de los consumidores respecto a qué dirigir sus recursos económicos.

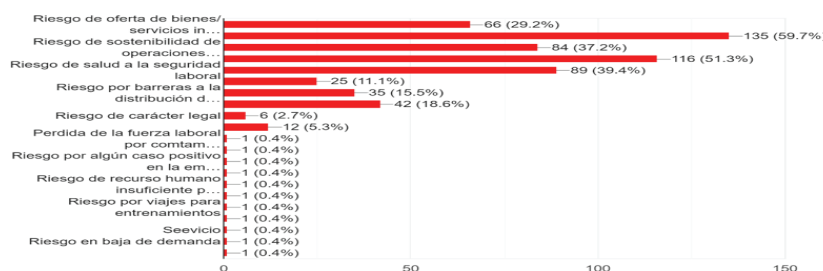


Figura 3. Tres principales riesgos de la pandemia COVID-19.

Plan de acción generado ante la pandemia COVID-19

Al consultar si la organización a la que pertenecen los encuestados ha generado un plan de acción para los meses siguientes; el 96% de los consultados indicó que efectivamente su organización ha generado este tipo de planes y solamente un 4% indicó que no se habían definido al momento de la consulta.

Liderazgo en el plan de acción definido ante el COVID-19

Del total de los encuestados, el 55.3 % indicó que este tipo de planes de acción generados para atender la emergencia sanitaria ha sido liderado por la Dirección General; el 27.6 % manifestó que ha sido liderado colaboradores conformado por personal de su organización; mientras que el 12.9 % detalló que ha sido el Consejo Directivo o la Administración. Quedando un 4.2%, que asoció el liderazgo del plan de acción a los Departamentos de Seguridad y Salud en el Trabajo, o bien con asesores externos a la gerencia; tal como se puede observar en la figura 4



Figura 4. Quién lidera el plan de acción para atender la emergencia.

Objetivo general del plan de acción

Al consultar ¿cuál es el objetivo general de este plan de acción?, los encuestados mayoritariamente agruparon sus respuestas a aspectos como protección y seguridad de los trabajadores, aspecto que obtuvo el mayor porcentaje con 163 respuestas asociadas, para un 75.1%; seguido por la sobrevivencia financiera del negocio y la continuidad del mismo, con 146 respuestas que equivalen a un 67.3% y en tercer lugar el aprovechamiento de oportunidades que se presentan en esta situación; con 68 respuestas en esta línea, para un 31.3%.

Acciones específicas que se han puesto en marcha para el proceso de elaboración del bien o servicio

Acciones ha puesto en marcha la empresa u organización en su proceso de elaboración del bien o servicio para mitigar los efectos generados por la situación generada por el virus COVID-19

Sobre este aspecto en particular, los encuestados identificaron como la principal acción que se ha puesto en marcha para mitigar la situación por el COVID-19 es el permitir que los trabajadores puedan realizar labores teletrabajables con una respuesta de 182 encuestados, lo que implica un porcentaje del 80.5 %, seguido por la limpieza más frecuente del lugar de trabajo o cambio en el reforzamiento de protocolos de limpieza (177 respuestas) con un 78.3%; y en tercer lugar el proporcionar información de salud con 172 respuestas en esta línea para un 76.1%. Adicionalmente, se tuvieron resultados interesantes en cuanto acciones como proporcionar a los trabajadores equipo de protección personal (169 respuestas, 74.8%), el monitoreo de la salud de los trabajadores antes del ingreso a trabajar (147 respuestas, 65%) y la comunicación interna más frecuente con los empleados (143 respuestas, 63.3%), todos estos aspectos asociados a los requisitos solicitados por el Ministerio de Salud en los protocolos que cada organización debía preparar y presentar ante esta entidad para ser revisados y aprobados y de esta manera poder continuar con las operaciones durante la pandemia.

Procesos de innovación para atender aspectos de seguridad y salud ocupacional en el trabajo durante la pandemia COVID-19

Sobre este aspecto, ver figura 5, un 43.1% indicó que en su organización se desarrollaron procesos de innovación en cuanto a los protocolos para la reactivación de su organización, tanto en clientes como en colaboradores, seguido por un 28.4% que respondió que en su organización se enfocó en la normativa para la incorporación de colaboradores en el trabajo, quedando en tercer lugar el desarrollo de protocolos para los trabajadores de las empresas con un 15.2% y finalmente con un 13.3% la definición de procesos de evaluación de riesgos en labores teletrabajables. Un aspecto por destacar es que también formó parte de los requerimientos solicitados por el Ministerio de Salud.

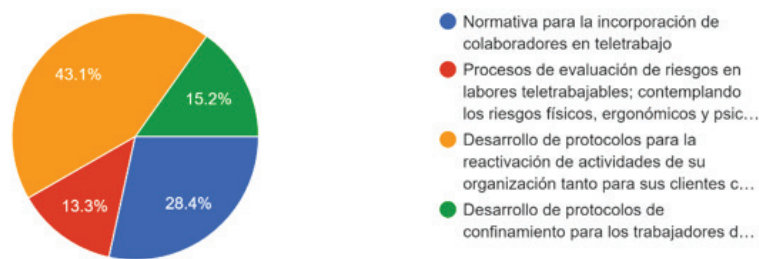


Figura 5. Procesos de innovación para atender aspectos de seguridad y salud ocupacional.

Acciones específicas de la empresa u organización frente a la pandemia COVID-19 en el área de comercialización

En relación con las acciones específicas del área de comercialización, destaca el permitir a los trabajadores realizar sus actividades desde su casa 66.4%, proporcionar equipo de protección y desinfección 63.3% y proporcionar información de salud como las tres acciones principales 59.3% del total de las respuestas. Importante también hay que destacar que, más del 50% de las empresas aplicaron medidas con relación a la limpieza de manera más frecuente en las áreas de trabajo 57.5%, monitorean la salud de los trabajadores 51.8% y como parte de las medidas de contención la cancelación de viajes fuera del país con un 50.9%

Acciones específicas de la empresa u organización frente a la pandemia COVID-19 con respecto a los trabajadores

Las tres acciones más importantes, fueron: proporcionar información de salud como la medida más importante con un 78,8% de las empresas, un 74.3 % de las empresas también adaptaron sus puestos de trabajo para que éste pudiera realizarse desde la casa y un 73.5% de las empresas que no podían mandar a todos sus trabajadores al hogar, concentraron sus esfuerzos en implementar medidas de limpieza para mantener el área de trabajo lo más limpia posible. Algunas otras medidas que se destacaron está el monitorear la salud de los trabajadores, con un 68.1%, realizar cambios en el lugar de trabajo para atender las medidas con un 45.6, permitir horarios flexibles de trabajo con un 44.2% y ajustar la jornada laboral con un 43.8%.

Acciones específicas de la empresa u organización frente a la pandemia COVID-19 con respecto a acciones financieras

La principal medida de contención tomada por las empresas en la gestión financiera que atendieron la encuesta consistió en cancelar los viajes programados por el año con un 56.2%, seguido por la restricción de estos con un 41.6%, disminuir la actividad de la empresa con

un 31% y cancelar las capacitaciones 28.8% entre otras. Lo anterior indica que las medidas de contención en el sector financiero fueron tomadas con el fin de no afectar las actividades principales de la empresa y resguardando a sus trabajadores dentro de lo posible.

Acciones puestas en marcha sobre proyectos internos de investigación desarrollo e innovación (I+D+i)

Como se puede observar en la figura 6, la principal acción relacionada ante los proyectos de I+D+i consistió en redireccionar las iniciativas que se tenían planteados con el fin de atender las nuevas necesidades y poder hacerles frente a las nuevas necesidades. Importante mencionar el 26.1% de las empresas decidieron continuar con los proyectos tal como se habían plateado y un 13.3% tuvo que reducir la cantidad de proyectos con el fin de priorizar ante la nueva realidad de la organización.

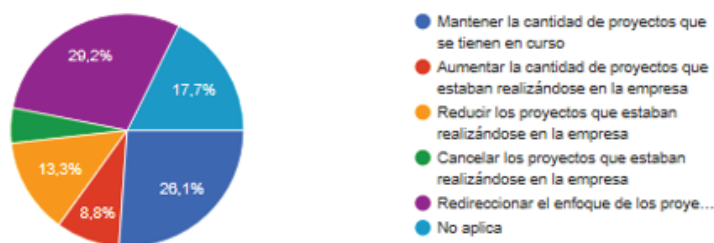


Figura 6. Acciones en relación con los proyectos internos de I+D.

Acciones que se han puesto en marcha sobre proyectos con terceros

Con respecto a los proyectos con terceros el comportamiento se refleja de manera semejante a los proyectos de I+D+i. En este caso como se puede observar en la figura 7, un 23% de las empresas decidieron mantener los proyectos que ya habían iniciado y que estaban en curso, un 17.3% concentró sus esfuerzos en reducirlos y un 16.4% en redireccionar el enfoque de los proyectos. Lo anterior permite suponer que las empresas mantendrían solamente los proyectos que estratégicamente se ajustan a las nuevas condiciones que se deben de enfrentar principalmente en relación con el presupuesto. Cabe destacar que del total de encuestas el 28.3% de las empresas no cuentan con proyectos con terceros el cuál fue el % más alto de las respuestas lo que indica que aun nuestros mercados mantienen concertadas sus innovaciones de manera individual.



Figura 7. Acciones puestas en marcha con proyectos a terceros.

Acciones específicas relacionadas con el desarrollo de proyectos.

Las empresas han enfrentado grandes retos y así como muchas han visto su empresa caer, algunas otras han encontrado oportunidades de negocio que las han hecho cambiar, adaptarse y por supuesto crecer. Es en este contexto en que es necesario evaluar el efecto de la pandemia en un área transversal que afecta las tres dimensiones de rentabilidad, a saber: Los Proyectos y la Investigación.

Los efectos de la pandemia en las organizaciones desde su operación del día a día hasta el ámbito de la innovación han sido amplios, algunos de los cuales tuvieron que ser acelerados y otros casos más bien detenidos. Sin duda alguna, es común pensar que existe algún tipo de relación entre la promoción de proyectos en épocas de pandemia y el tipo de empresa. No obstante, si lo delimitamos a proyectos de investigación no es necesariamente cierto, dado que muchas de la entidad han seguido acciones similares, siendo lo relevante la delimitación de proyectos desarrollados a lo interno o por externos a la organización.

Cuadro 2. Resumen de proyectos derivados.

Proyectos derivados	% Presencia
Digitalización de las operaciones	40,71%
Reorganización del plan financiero	38,05%
Reformulación del plan estratégico	38,73%
Lanzamiento de nuevos productos o servicios	32,74%
Digitalización de las actividades de comercialización	28,76%
Cambio del modelo de negocio	22,57%
Automatización de procesos	22,12%
Incursión en nuevos mercados con el mismo producto/servicio	20,35%
Reorganización de la cadena de suministro	15,93%
Integración con terceros	13,72%
Cambio de modelo de negocio	12,39%
Sinergías en transporte local e internacional	7,52%
Ninguna	5,75%
Cambio de proyecto	0,88%
Mantenimiento preventivo y correctivo	0,44%
Esperar para tener idea de que hacer	0,44%
Proyectos de obra pública para dotar de agua potable y saneamiento	0,44%
Nuevos procesos	0,44%
Continúan igual	0,44%
Ajustes de tarifas	0,44%
Proceso de innovación constante	0,44%
Terminado	0,44%
Proyectos de infraestructura penitenciaria	0,44%
Prevalencia de actividades SO y limpieza	0,44%

En los resultados anteriores, muestra la clara tendencia de las empresas de redireccionar esfuerzos, lo que se demuestra al indicar 66 empresas de 226 encuestas (29,2%) esa respuesta. De igual firma se nota una tendencia a mantener la línea de proyectos del 26,11%,

es decir, se presenta el efecto de seguir desarrollando proyectos ya formulados y replantear otros para lograr alineamiento con la situación actual. Finalmente es necesario mencionar que solo un 10,17% mencionó la cancelación de proyectos.

Como consecuencia de los impactos en proyectos, se mencionó la necesidad de ampliar la línea de investigación. Esta corresponde a las líneas de acción que se han llevado en términos de proyectos, donde es notable la necesidad que han identificado las empresas de invertir en temas relacionados con la automatización y digitalización, así como los cambios en estrategia de producto y servicio. La información en mención puede ser consultada en el cuadro 2.

El análisis de efectos como consecuencia de la pandemia requiere la definición de cuáles serán los efectos y la combinación de variables que podrían estar causando efecto. Esta definición de variables que conocemos como ítems de categorización es relevante para poder tener una mayor sensibilidad de los efectos y el foco de impacto. Ante ello, elementos como el tamaño de la empresa, el sector y el liderazgo de los planes de acción podría tener relevancia, lo que hace más amplia las posibilidades de desarrollar una ampliación en la profundidad del estudio

Conclusiones

Al ser el presente estudio de carácter exploratorio ya que el mundo no se había visto envuelto en una crisis de tal magnitud, este primer acercamiento se visualiza desde la descripción de algunos entornos de empresas en las cuales ante la necesidad de reacción tuvieron que tomar decisiones de negocio importantes para enrumbarse primero a la sobrevivencia y luego hacia la continuidad de sus negocios sin importar el tamaño de empresa, sector, tipo de negocio o caracterización comercial.

Un punto de partida en el entendimiento de las acciones que de primera línea se tuvieron que tomar, en obediencia al instinto de sobrevivencia que todos tenemos, gracias a la información suministrada por las empresas participantes que responsablemente respondieron a esta convocatoria. Ahora se pueden trazar rutas de investigación bajo una estrategia de segmentación y con ello ahondar en problemáticas, proyectos de mejora y adopción de nuevas y mejores prácticas con un enfoque sistémico y la colaboración pues si algo queda claro ante la crisis es que la unión hace la fuerza. Especial agradecimiento a quienes desde su autoconciencia aportan para el bien común.

Referencias

- [1] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. COVID-19: la pandemia “La humanidad necesita liderazgo y solidaridad para vencer a COVID-19, octubre, 2021. <https://www.cr.undp.org/content/costarica/es/home/coronavirus.html>
- [2] Rodríguez, Miguel Angel. “La afectación económica del Covid-19”. La República, abril, 06, 2020, 2. <https://www.larepublica.net/noticia/la-afectacion-economica-del-covid-19>
- [3] Banco Mundial. La COVID-19 (coronavirus) hunde a la economía mundial en la peor recesión desde la Segunda Guerra Mundial. Junio 2020, <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2020/06/08/covid-19-to-plunge-global-economy-into-worst-recession-since-world-war-ii>

Impulso de la industria 4.0 en épocas de COVID-19: caso de las empresas tecnológicas costarricenses




Boosting industry 4.0 in times of COVID-19: case of costa rican tech companies

Gabriel Silva-Atencio¹, Mauricio Umaña-Ramírez²,
Marian Paola Valverde-Porras³

Silva-Atencio, G; Umaña-Ramírez, M; Valverde-Porras, M.P.
Impulso de la industria 4.0 En épocas de COVID-19: caso de las empresas tecnológicas costarricenses. *Tecnología en Marcha*. Vol. 35, especial COVID-19. Mayo 2022. Pág. 225-235.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.6004>



- 1 Jefe de cátedra en la carrera de Ingeniería Informática. Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología. Costa Rica.
Correo electrónico: gsilvaa468@ulacit.ed.cr
 <https://orcid.org/0000-0002-4881-181X>
- 2 Ingeniero Industrial, Doctor en Competitividad Empresarial y Desarrollo Económico. Universidad Católica de El Salvador. El Salvador.
Correo electrónico: mauricio.umana@catolica.edu.sv
 <https://orcid.org/0000-0002-0733-5183>
- 3 Estudiante de Ingeniería Informática y Associate Software Engineer. Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología, SchoolMint. Costa Rica.
Correo electrónico: mvalverdep037@ulacit.ed.cr
 <https://orcid.org/0000-0002-5338-8059>

Palabras clave

Industria 4.0; competitividad; COVID-19; procesos organizacionales; inteligencia de negocios.

Resumen

Las organizaciones tecnológicas costarricenses deben aprovechar las oportunidades que brinda el desarrollo de la cuarta revolución industrial, tomando en cuenta los desafíos que existen en Latinoamérica y el impacto de elementos aceleradores. La presente investigación es de tipo cualitativa en la cual se exploran diversas fuentes de información y se analizan para lograr tener una perspectiva general sobre la Industria 4.0. Los resultados indican que Costa Rica tiene un rol de líder en la región y posee el apoyo de las diversas áreas del país, para continuar en la dirección correcta e impulsar la industria nacional. Se concluye que la pandemia generada por el COVID-19 a pesar de crear una gran crisis y ser un actual desafío en diferentes sectores, debe ser tomada como una oportunidad de crecimiento de las empresas del sector de las tecnologías de la información y de la comunicación.

Keywords

Industry 4.0; competitiveness; COVID-19; organizational processes; business intelligence.

Abstract

Costa Rican technological organizations must take advantage of the development opportunities of the fourth industrial revolution, taking into consideration the challenges that exist in Latin America and the impact of the accelerating elements. This research has a qualitative approach in which sources of information are explored and analyzed to achieve a general perspective on the Industry 4.0. The results indicate that Costa Rica has a leading role in the region and has the support of various areas of the country to continue in the right direction and promote the national industry. It is concluded that the COVID-19 pandemic, despite creating a great crisis and being a current challenge in different sectors, should be taken as a growth opportunity for companies in the information and communication technologies.

Introducción

A lo largo del tiempo, el desarrollo de las industrias ha cambiado drásticamente, con revoluciones y movimientos que han marcado un antes y un después. En la actualidad, nos encontramos en el mercado globalizado, dinámico e impredecible, en el cual se debe permanecer en constante vanguardia para sobrevivir y adaptarse a los retos que se presentan. La tecnología tanto física como digital se encuentran en constante crecimiento, y se ha marcado una nueva fase en las industrias y economías donde la combinación de la digitalización, la conectividad y los datos son los pilares para el crecimiento [1].

Además, la pandemia causada por el COVID-19, que ha afectado globalmente a todos los países y sectores, ha tenido un gran impacto en las industrias, de las cuales aproximadamente un 92% de las mismas, en la región de América Latina y el Caribe se consideran que se encuentran en una crisis significativa y que, de no tomar acciones y políticas adecuadas, se verían al borde de la quiebra en un futuro cercano [2]. Por esta razón la tecnología es un factor clave para buscar soluciones ante tal crisis y conceptos como la Industria 4.0 se vuelven fundamentales para el desarrollo de las organizaciones.

La Industria 4.0 o también llamada la Cuarta Revolución Industrial es un concepto que nace en Europa, la cual hace referencia a una transformación tecnológica y digital en los procesos de las industrias para así buscar una adaptación más eficiente y autónoma. Se caracteriza por la conectividad de todos sus elementos, los cuales dan información en tiempo real y es almacenada para que posteriormente sea procesada y analizada para la toma de decisiones automatizada [3].

La tendencia de la Industria 4.0 está basada en otros conceptos tecnológicos que son usados en forma conjunta, entre los cuáles se puede mencionar, el internet de las cosas, el análisis de datos, Big Data, ciberseguridad, computación en la nube, redes inalámbricas, sistemas incrustados, sensores, dispositivos móviles, robots autónomos, simulación, la integración vertical y horizontal, entre otros [4]. Estos conceptos son ampliamente usados en diversos campos, pero muchas veces de forma aislada, por esta razón la cuarta revolución une todas estas tecnologías para realizar un mejor uso de los recursos y así potenciar los procesos realizados.

La presente investigación pretende dar a conocer y analizar la importancia de la Industria 4.0 en la actualidad y de cómo la interacción entre lo digital y lo físico es un punto clave para obtener una mejor productividad y una optimización de los recursos en los diferentes procesos que se realizan. Además de cómo las empresas del área de las tecnologías de información y comunicación (TIC) pueden ayudar al desarrollo integral de este concepto en Costa Rica.

A su vez también se analiza el estado actual del país en la integración e implementación de los conceptos de la cuarta revolución en las organizaciones y de cómo la situación global que se está viviendo con la pandemia ha ayudado a que los procesos de transformación se aceleren y tomen más relevancia cada día.

Revisión de la Literatura

El concepto de revolución industrial nació en el siglo XIX y se refería al periodo de desarrollo industrial que se estaba teniendo en el Reino Unido, el cual causó diversos cambios en la estructura organizativa social y en la economía del país [5]. Esto mismo ha ocurrido en la época actual, Deloitte indica que la cuarta revolución industrial representa como la tecnología digital y física se conectan para transformar la economía y la vida diaria de las personas [6], mientras que Muhuri et al. [7] indican que no solamente se refiere a la industria como tal, sino a toda la transformación e integración digital, en donde la conectividad y la comunicación entre los diferentes elementos es lo vital para que realmente se pueda implementar y usar de forma adecuada.

En varios aportes del Foro Económico Mundial se explica cómo la cuarta revolución es un nuevo movimiento que crece en forma exponencial, debido a que está afectando a todas las áreas productivas en los diferentes procesos, además se indica que esta revolución involucra a la transformación de sociedades y no solo de las economías, en la cual todos los elementos se encuentran interconectados generando de alguna u otra manera datos que más adelante son utilizados para la mejora de algún aspecto y que en caso de no tomarle importancia o adaptarse al cambio de la revolución, se desaparece del mercado [8].

La visión empresarial ha cambiado con el tiempo y la Industria 4.0 es considerada como un proceso de innovación para los modelos de negocio, ofreciendo estrategias y herramientas que permitan permanecer en el mercado de hoy en día [9]. Al inicio se creía que solo el área de tipo industria, era la única que se transformaba, sin embargo, hoy en día observamos a todos los sectores inmersos en este concepto. La Confederación Empresarial de Portugal, indica que

la Industria 4.0 va a dar nuevos modelos de negocio, ayudará a responder preguntas acerca impactos sociales y ofrecerá conocimiento sobre el entorno, que a su vez estos datos deben tener presente la seguridad y la protección [10].

Según Rodríguez [11], la transición de las organizaciones a estos conceptos se debe a que ha propiciado un acceso generalizado a la tecnología. Entre los que se destacan está la disminución de costos, donde hoy en día se ha comprendido que con pequeñas inversiones se pueden obtener grandes herramientas que dan un gran valor, generan clientes y entendimiento del mercado. Esto genera nuevas oportunidades de negocios debido a la oferta y venta de servicios bajo demanda o la creación de empresas que ofrezcan servicios tecnológicos, como por ejemplo: el desarrollo de aplicaciones, sistemas de manufactura y trazabilidad, fabricación de robots, sensores, entre otros.

La Industria 4.0 contiene una serie de conceptos y tecnologías inmersas en sí, las cuales existen desde hace un tiempo atrás pero no habían sido usadas de forma conjunta con otras, por lo cual no se había obtenido los resultados que se ofrecen con la integración de estos. Algunas de estas tecnologías son a su vez llamadas emergentes y disruptivas. La tecnología disruptiva evoluciona e ingresa rápidamente, reemplazando a sus antecesores, aportando más valor, por esta razón se vuelven ampliamente utilizadas y obtienen una mayor importancia en el mercado. Las tecnologías emergentes son las que se encuentran con poca madurez o fueron introducidas recientemente y están comenzando su trayectoria, la mayoría de las veces no satisfacen la necesidad del mercado, por lo que quedan rezagadas. Estas con el tiempo se adaptan y van mejorando llega a convertirse en una tecnología disruptiva, este proceso en los últimos años se ha acelerado de una gran manera, por lo cual han surgido tecnologías emergentes que a su vez son disruptivas [12].

Los beneficios de la industria 4.0 son realmente incontables ya que a nivel de industria se obtiene una mejor productividad, productos realizados con mayor calidad, servicios personalizados creados con menos esfuerzo que antes, reducción de tiempo, costo y energía, disminución de errores ya que los procesos se van realizando de forma automatizada y se encuentra en una mejora continua, todo esto se traduce en brindarnos herramientas para mejorar la calidad de vida [13].

Un aspecto considerado como una oportunidad y un desafío a la vez es la automatización de la economía y la implementación de la Industria 4.0, ya que va a generar la desaparición de empleos, en donde las máquinas y procesos van a reemplazar muchos seres humanos y es parte de la transformación que se ha realizado en cada revolución, sin embargo, como la revolución se está realizando de una forma masiva y en todos los sectores se cree que no solo genera pérdida de empleo, si no que abre campos para que se creen nuevos empleos y profesiones para los cuáles se deben preparar los empleados [14].

Entre las oportunidades y desafíos de hoy en día podemos encontrar el COVID-19. La Organización Mundial de la Salud la ha catalogado como el agente causante de una epidemia a nivel mundial, por las características de éste [15]. La transmisión se considera exponencial ya que el contagio se ha dado de gran forma. La pandemia ha causado un cierre de economías e industrias en gran parte del mundo y ha generado el interés de ciertos temas, la Industria 4.0 es uno de ellos, ya que es una herramienta potencial para que las organizaciones puedan adaptarse al mercado y a la nueva realidad.

La cuarta revolución industrial puede colaborar a que la pandemia de COVID-19 sea tratada de una mejor forma con ayuda de tecnologías y sensores, uno de estos ejemplos es el nacimiento del concepto del Internet de las cosas médico (IoMT), por la cual se obtienen datos sumamente importantes que darían información precisa y necesaria para tener un control y seguimiento efectivo de la enfermedad en pacientes o en ciudades enteras [16]. Otro ejemplo, sucede en

industrias médicas, en las cuáles se ha aumentado la demanda de equipo médico. Por esta razón, se han visto obligadas a realizar el análisis y un cambio forzoso al uso de tecnologías de la Industria 4.0, con el simple hecho de mejorar sus procesos y poder ofrecer tiempo de producción mayores y una calidad superior [17].

En Latinoamérica existe una industrialización que ha sido bastante golpeada por la pandemia, ya que ha dado a conocer y relucir las grandes debilidades en temas de productividad y más aún en tecnológicos [2]. Por esta razón, si no se toma ningún tipo de medida, algunas industrias pueden desaparecer del mercado. Iniciativas que involucren a la Industria 4.0 son vitales para ofrecer elementos en las organizaciones y estas permanezcan en el entorno.

En uno de los artículos publicado por el Banco Interamericano de Desarrollo con la idea de dar ayuda en respuesta de COVID-19, menciona que la ciencia y tecnología son esenciales en tiempos de crisis, que a su vez deben verse como oportunidades que ayuden a impulsar nuevos modelos de negocios. Además, indica que en la región de Latinoamérica se debe realizar un esfuerzo mayor para que las industrias sobrevivan, ya que en comparación con Europa estas se encuentran más maduras y hacen uso de mejores prácticas en los procedimientos [18].

En Costa Rica, el gobierno a través del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT) define la Industria 4.0 como los cambios disruptivos de la producción y distribución de productos que se realiza con las nuevas tecnologías, esto por medio de una digitalización inteligente y una coordinación de todos los sectores y unidades productivas causando nuevas formas de generar valor en las empresas [19].

Como bien lo menciona la Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica (Procomer), el mundo actual se encuentra viviendo una transformación vertiginosa, en la cual las TICs cambian de forma radical la manera que se produce, se consume, se comercializa y se trabaja [20], la Industria 4.0 permanece cambiando y desarrollándose en el mercado dinámico que vivimos, ofreciendo herramientas para poder sobrevivir al mismo.

Además, Procomer afirma que en Costa Rica la Cuarta Revolución Industrial es un proceso de transformación que impacta a diferentes áreas de la vida humana, tanto el sector productivo, socioeconómico, laboral y cultural, donde todo se basa y está orientado al uso de las tecnologías [21].

En Costa Rica es un concepto nuevo, pero que desde el 2016 se han realizado iniciativas por medio de la participación en congresos, impartición de cursos sobre las tecnologías, impulsos del sector privado y en el último año con un mayor apoyo del gobierno, donde se han creado planes y convenios con diferentes entes, como por ejemplo la integración al Centro de la Cuarta Revolución Industrial (C4IR), el cual es un espacio afiliado al Foro Económico Mundial en donde se comparten protocolos, marcos regulatorios y políticas que ayuden al uso de las tecnologías de la Industria 4.0 [22].

La cuarta revolución industrial es una gran oportunidad para las economías y las organizaciones tecnológicas del país, en la cual puedan ofrecer servicios que sean acordes a éstas y a su vez además de innovar en el mercado, colaboren a otras empresas a mejorar la productividad y la calidad de los procesos y los productos [14].

Sin lugar a duda la tecnología, las máquinas y demás elementos de la Industria 4.0 están en el mundo para cambiar nuestras vidas y ayudarnos con diferentes procesos y como lo dijo la leyenda ajedrecista Garry Kasparov en una conferencia sobre su encuentro perdido con una computadora realizado en 1997, “No le temas a las máquinas, trabaja con ellas” [23].

Metodología

La presente investigación es de enfoque cualitativo exploratorio en la cual la intención es proporcionar el estado actual del sector tecnológico de Costa Rica en temas de la Industria 4.0. Los objetivos incluyen determinar la importancia de la Industria 4.0 en una organización, el desarrollo del concepto en nuestro país, conocer los aspectos de una empresa tecnológica en el entorno de la cuarta revolución y el impacto que ha causado la pandemia de COVID-19 en las Industrias 4.0.

Se realizó una revisión documental, buscando información mediante el uso de internet y el uso de recursos de base de datos de referencia, revistas y propuestas publicadas a nivel nacional, bases de universidades públicas, noticias y entrevistas o conferencias de expertos que han tenido experiencias en el país. Además, la búsqueda de iniciativas y planes que existen por parte del gobierno o las diferentes entidades que impulsan el uso de la tecnología para así facilitar el conocimiento y la aplicación en las organizaciones nacionales.

Una vez estructurada la información se realiza una conceptualización de los beneficios que se logran con el uso de estas tecnologías en diversos procesos de las organizaciones y el aprovechamiento que conlleva a la creación de ventajas competitivas y mantenerse en el mercado dinámico de hoy en día. Además, el análisis de la perspectiva de la situación actual y de experiencias en otros países, enfocándose en América Latina y el uso de conceptos relacionados con la Industria 4.0 en sus actividades y de esta manera evidenciar cómo se encuentra Costa Rica.

Posteriormente, se analiza los datos relacionados de la cuarta revolución industrial en tiempos de COVID-19, dando énfasis en cómo se ha logrado obtener ventajas de la pandemia en el conocimiento de estos conceptos y la importancia de implementación en los procesos que se realizan, así como la necesidad que ha surgido en torno al uso de la tecnología para el bienestar integral de la organización.

Con los estudios realizados y sus respectivos análisis, se dan a conocer los resultados encontrados de la perspectiva nacional con la Industria 4.0, y la influencia que se logra al tenerlo en los diferentes tipos de industria.

Resultados

La Industria 4.0 ofrece una serie de herramientas para lograr el crecimiento en una industria o en un sector. Según el informe presentado por [24], son tres áreas que se ven impactadas, la productividad en la cual la calidad se incrementa se utiliza de forma más eficiente los recursos disponibles, tanto humanos, económicos, ambientales, y esto conlleva que el tiempo de producción se reduzca.

El segundo sector afectado es la integración de los componentes, donde incluyen todas las etapas y elementos, por ejemplo, el diseño de los procesos y productos, la materia prima, la producción, el marketing, la venta de estos y los servicios ofrecidos después de esta como el mantenimiento y la reparación. La tercera área impactada es la gestión empresarial en la que se logran crear nuevas relaciones entre diferentes áreas que antes no ocurrían, tal es el caso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), el cual se vuelve un aliado vital para los demás departamentos.

La Industria 4.0 y la digitalización no es el futuro de las organizaciones, es la actualidad, por lo que, si no se realiza una inmersión a ésta, van a desaparecer del mercado. La importancia a nivel económico es sumamente relevante, el cual otorga un alto crecimiento, [8] indica que se deben realizar inversiones y transformaciones para no quedar rezagado, sino convertirse en un pionero del tema.

Otra de las transformaciones que van a suceder son los empleos, ya que como se indica en [8] y [3], las máquinas van a reemplazar funcionalidades manuales que actualmente son realizadas por operarios, además de funciones de personal administrativo o de mantenimiento, los cuáles también son asumidos. Por esta razón, se debe tener presente la generación de nuevas especialidades y competencias en los colaboradores para que estos pasen a optimizar el proceso y a la creación de herramientas que impulsen la integración.

Según estudios realizados por el Foro Económico Mundial, mediante el estudio de factores para el desarrollo de la cuarta revolución, las naciones de Latinoamérica se encuentran muy rezagadas, México se encuentra en la posición 22 a nivel global en temas de estructura de la producción siendo catalogado como líder, sin embargo, cuenta al igual que los países de la región con amplias brechas entre los diferentes sectores, lo cual dificulta la implementación de las Industrias 4.0 [25].

Según el ranking, Costa Rica se encuentra en la posición 47, teniendo de la región solamente a Brasil delante en la casilla 41, y por debajo se localiza Argentina de número 50. La economía de Brasil es sumamente extensa en comparación a nuestro país, sin embargo, en temas de estructura e implantación de tecnologías en la industria se encuentran a un nivel similar.

El detalle de las puntuaciones del ranking realizado por el Foro Económico Mundial, evidencian que el puntaje de Costa Rica es alto en la región gracias al capital humano, las energías renovables y la estructura institucional que existe en el país, sin embargo, en el aspecto de tecnología e innovación se encuentra con 3.9 puntos de 10 posibles, colocándolo en la posición 66 a nivel mundial de este factor.

El gobierno de Costa Rica ha creado planes con el apoyo del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT), en los cuáles ha quedado plasmada la importancia de los cambios disruptivos de la cuarta revolución industrial y de las sociedades de conocimiento. En estas estrategias se destacan como fortalezas a nivel país el alto grado de alfabetización y de capacitación humana, los precios competitivos de la tecnología y el liderazgo que se tiene en América Central.

Entre los proyectos que se desarrollan como parte de las iniciativas mencionadas, se destaca la Transformación Empresarial 4.0, el cual tiene de objetivo dar los mecanismos necesarios para lograr la implementación de la Industria 4.0 en las empresas del país. Esto se logra a través del desarrollo de capacidades y de dar una orientación hacia la cultura digital, además, se impulsa el uso de tecnologías en la industria, el sector agro, el turismo y los emprendimientos de base digital [19].

Entes públicos también han tomado la batuta en el desarrollo del tema tanto en beneficio de sus organizaciones como para el país, por ejemplo, el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) organizó en el año 2019 un foro de la revolución industrial 4.0 y la formación profesional en Costa Rica, la cual contó con participación del gobierno y especialistas internacionales, y posterior a esto se creó un proyecto de Ley con el que se pretende lograr un fortalecimiento integral de los profesionales en temas de la Industria 4.0 (Ley para el fortalecimiento de la formación profesional para la empleabilidad, la inclusión social y la productividad, 2020).

Organizaciones como el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) ha dado a conocer la Estrategia 4.0, el cual es un plan a nivel del ente con la idea de ofrecer los servicios necesarios para la cuarta revolución industrial en el país [26].

Las empresas tecnológicas pueden ofrecer soluciones y productos en busca de acercar a las demás áreas al uso de tecnologías, ofreciendo una mayor conectividad, digitalización de los procesos y proporcionando los servicios que conllevan al uso de la Industria 4.0. Las organizaciones TIC son un componente clave para que diferentes industrias incrementen su productividad, ya que toman un rol de facilitador.

En el estudio realizado por Procomer en Costa Rica, solo un 12% de las empresas del sector TIC han desarrollado servicios de tecnologías de la Industria 4.0, en su gran mayoría son organizaciones PYME y ofrecen principalmente servicios de computación en la nube, Big Data, internet de las cosas e inteligencia artificial. El 89% de los servicios son realizados para empresas grandes y la totalidad son realizados dentro del país, por lo que no se realiza ninguna exportación de estos servicios de empresas nacionales [21].

Además, el estudio de Procomer da una serie de recomendaciones para las organizaciones tecnológicas, entre éstas se encuentra la diversificación de modelos de negocio en los cuales se aplique las tecnologías disruptivas en prototipos y la importancia de crear modelos de cooperación con diferentes empresas, por lo cual la creación de una plataforma que permita identificar potenciales socios dispuestos a realizar colaboraciones ayudaría a dar un gran impulso.

La pandemia de COVID-19 ha generado un impacto global en la cual las empresas se han visto obligadas a tomar medidas sanitarias impuestas por los gobiernos, muchas de estas se detuvieron y han desaparecido del mercado, sin embargo, otras se adaptaron o ya se encontraban con la suficiente tecnología por lo que lograron seguir sus funciones remotamente [27]. En la región de Latinoamérica los números de contagiados y mortalidades siguen en alza pero se ha dado una apertura de la Industria para que la economía se recupere [28].

Cuadro 1. Proyección de crecimiento del producto interno bruto (%) para el año 2020.

Pais	Diciembre 2019	Marzo 2020	Julio 2020
<i>Costa Rica</i>	1.9	-3.6	-5.5
<i>Nicaragua</i>	-1.4	-5.9	-8.3
<i>Panamá</i>	3.5	-2	-6.5
<i>El Salvador</i>	2.3	-3	-8.6
<i>Guatemala</i>	3.2	-1.3	-4.1
<i>México</i>	1.3	-6.5	-9.0
<i>Colombia</i>	3.5	-2.6	-5.6
<i>Brasil</i>	1.7	-5.2	-9.2
<i>Argentina</i>	-1.3	-6.5	-10.5

Fuente: *Elaboración propia de acuerdo con las proyecciones realizadas por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) con los impactos de COVID-19 en Latinoamérica.*

En el cuadro 1 se muestra una comparación de la proyección del crecimiento producto interno bruto de países de Latinoamérica, realizada por la CEPAL en diversos meses, en donde se puede observar que conforme la pandemia se ha ido extendiendo, se ha caído porcentualmente la proyección del PIB de todos los países causando una afectación y contracción en la economía [2].

La pandemia ha acelerado el proceso de las transiciones hacia la Industria 4.0, por ejemplo, el uso de espacios virtuales, las cadenas de negocio se han simplificado y se ha incrementado la cooperación. Tal es el caso de la industria médica, que ha seguido produciendo lo necesario para enfrentar la enfermedad. Se ha visto una gran brecha en regiones e industrias más desarrolladas y maduras, donde la producción no se ha detenido y se ha logrado incrementar la misma ya que las máquinas ocupan la mínima intervención humana [29].

Además, sectores como la manufactura, la alimentación y el de energía han seguido funcionando, pero dependiendo de la capacidad y uso de la tecnología que tenían anteriormente en sus procesos se han visto más o menos afectados. Industrias de educación, el turismo y el entrenamiento son las que han sufrido un mayor impacto. Sin embargo, todas las áreas han dejado claro los retos socioeconómicos que se necesitan, y que conllevan estrategias de transformación que se deben diseñar e implementar.

La crisis de COVID-19 ha forzado que las tecnologías de la cuarta revolución industrial sirvan de herramientas potenciales para la reinserción en el mercado y la agilización de procesos, además también de colaborar con el control de la pandemia. Por lo que las organizaciones TIC se encuentran bajo una gran oportunidad de desarrollar y ofrecer servicios que impulsen de nuevo la economía en el país.

Conclusiones y/o recomendaciones

El análisis presentado nos hace comprender la importancia que tienen los temas inmersos en la Industria 4.0 como la automatización, digitalización y la colaboración en los procesos que se realizan en la actualidad, en cómo se deben utilizar para lograr obtener las ventajas que nos ofrecen. Además, según fue analizado nos damos cuenta de que la cuarta revolución industrial y las tecnologías disruptivas están cambiando no solamente a las organizaciones, sino también en la vida cotidiana de las personas. Por esta razón, se necesitan una serie de cambios y el desarrollo de nuevas competencias para crecer de forma integral y lograr una adaptación de las tecnologías con la industria.

La implementación de los temas tratados en las industrias son un gran impulso para que puedan desarrollar productos y servicios con un menor costo y de mayor calidad, estas ventajas son para todo tipo de empresas, ya sean grandes, medianas o pequeñas, todas estas pueden usar las tecnologías de la Industria 4.0 para obtener sus beneficios.

Las empresas del área de TIC son realmente la base para que las organizaciones de los demás sectores puedan hacer uso de las tecnologías tratadas, sin embargo, se deben realizar cambios y así realmente ofrecer los servicios que se necesitan internamente y luego pensar en la exportación de estos servicios.

Todos los cambios que están ocurriendo con los temas analizados en la investigación; como bien sabemos son amenazas, pero a su vez deben ser tomados como oportunidades para revolucionar y crecer en todos los aspectos.

Referencias

- [1] Basco, A, Beliz, G, Coatz, D, y Garnero, P. 2018. «Industria 4.0: Fabricando el Futuro». Banco Interamericano de Desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0001229>
- [2] CEPAL, N. U. 2020. «Sectores y empresas frente al COVID-19: emergencia y reactivación». <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/45734>
- [3] Blanco, R, Fontodrona J, y Poveda, C. 2017. «La industria 4.0: El estado de la cuestión». Economía Industrial, (406), 151-164. Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6343649>



- [4] M. Meneses. 2020. «Industria 4.0. Transformación digital, un cambio en el que participamos todos», *Investiga TEC*, 11-13. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/investiga_tec/articloe/view/5000
- [5] O. Cala López. 2019. «El debate ético en torno a la cuarta revolución industrial». Madrid: Universidad Pontificia Comillas. <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/27785>
- [6] Deloitte Insights, 2018. «The Fourth Industrial Revolution is here—are you ready? ». www2.deloitte.com. https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tr/Documents/manufacturing/Industry4-0_Are-you-ready_Report.pdf
- [7] Muhuri, P. Shukla, A. y Abraham, A. 2019. «Industry 4.0: A bibliometric analysis and detailed overview», *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 78, 218-235. [10.1016/j.engappai.2018.11.007](https://doi.org/10.1016/j.engappai.2018.11.007)
- [8] Schwab, K. 2016. «La Cuarta Revolución Industrial», *Foro económico Mundial*. [http://40.70.207.114/documentosV2/La%20cuarta%20revolucion%20industrialKlaus%20Schwab%20\(1\).pdf](http://40.70.207.114/documentosV2/La%20cuarta%20revolucion%20industrialKlaus%20Schwab%20(1).pdf)
- [9] Ynzunza, C. Izar, J. y Bocarando, J. 2017. «El entorno de la industria 4.0: Implicaciones y perspectivas futuras», *ConCiencia Tecnológica*, (54 (julio-diciembre)), 33-45. *Dialnet*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6405835>
- [10] Confederação Empresarial de Portugal. 2017. «O conceito de reindustrialização, indústria 4.0 e política industrial para o século XXI: O caso Português». Lisboa
- [11] Rodríguez, M. 2017. «La sociedad conectada y la Industria 4.0. La Gestión De La Cadena De Suministro En La Era De La Industria 4.0», 5-9.
- [12] E. Fernández y S. Valle, «Tecnología disruptiva: la derrota de las empresas establecidas», *Innovar*, vol. 28, n.º 70, pp. 9-22, oct. 2018.
- [13] Nunes Filho, J. 2017. «Indústria 4.0 já chegou! Hoje», 47- 61.
- [14] C. A. Arboleda Jaramillo, C. Ramos Ramos, A. L. Zuleta García, y J. S. Arboleda Quiceno, «La cuarta revolución industrial y las oportunidades para las empresas», *ReUNAC*, vol. 13, n.º 24, pp. 48-57, jul. 2020.
- [15] Quesada, C. Fung, M, y Medina, N. 2020. «Coronavirus COVID-19: presentación clínica, diagnóstico y tratamiento», *Universidad Ciencias De La Salud*.
- [16] Udgata S.K., Suryadevara N.K. 2021. «COVID-19, Sensors, and Internet of Medical Things (IoMT)», In: *Internet of Things and Sensor Network for COVID-19*. SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7654-6_3
- [17] Kumar, M, Raut, D, Narwane, D y Narkhede, D. 2020. «Applications of industry 4.0 to overcome the COVID-19 operational challenges. *Diabetes y Metabolic Syndrome: Clinical Research y Reviews*», 14(5), 1283-1289. [10.1016/j.dsx.2020.07.010](https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.07.010).
- [18] Angelelli, P., Hennessey, M., Henriquez, P., Benavente, J., Radaelli, V., Sasso, S., Anta, R., Crespi, G., Navarro, J. y Vargas, F., 2020. «Respuestas al COVID-19 desde la ciencia, la innovación y el desarrollo productivo». Banco Interamericano de Desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0002347>
- [19] Gobierno de Costa Rica. 2018. «Estrategia de Transformación Digital hacia la Costa Rica del Bicentenario 4.0», San José
- [20] Chinchilla Navarro, N., 2019. «Formación STEM y la industria 4.0: pilares fundamentales para la educación». *Hoy en el TEC*. <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2019/12/09/formacion-stem-industria-40-pilares-fundamentales-educacion>
- [21] Apuy, E., 2019. «Perfil de la oferta costarricense especializada en tecnologías 4.0». *Procomer*. <http://sistemas.procomer.go.cr/DocsSEM/20A998F7-39C0-4B39-99AC-083233A2367A.pdf>
- [22] MICITT. 2019. «MICITT y el Centro de la Cuarta Revolución Industrial de Colombia trabajarán juntos hacia la Cuarta Revolución Industrial», <https://www.micitt.go.cr/noticias/micitt-y-elcentro-la-cuarta-revolucion-industrial-colombiatriabajaran-juntos-la-cuarta-rev>.
- [23] Solminihaç, H. 2019. «Revolución industrial 4.0: reconversión y oportunidad», *Centro Latinoamericano de Políticas Económicas y Sociales*.
- [24] Confederação Nacional da Indústria. 2018. «Indústria 4.0 e digitalização da economia». Brasília: CNI.
- [25] World Economic Forum. 2018. «Readiness for the Future of Production Report 2018», Geneva.
- [26] Grupo ICE. 2019. «Estrategia 4.0»
- [27] Pérez, E. L. 2020. «La industria 4.0 y las nuevas formas de trabajar: una perspectiva desde el caso mexicano en tiempos del COVID 19», *Lan Harremanak - Revista de Relaciones Laborales*, (43). doi: 10.1387/lan-harremanak.21737.

- [28] Moller, S., 2020. «Intervenciones sociosanitarias y uso de las tecnologías de la industria 4.0 para enfrentar la enfermedad por coronavirus (COVID-19) en América Latina y el Caribe», Ideas. <https://ideas.repec.org/p/ecr/col041/45868.html>
- [29] Velic, Amar, Jaggessar, Alka, Senevirathne, Amal, Mathew, Asha, Paritala, Phani Kumari, Islam, Majedul, Panicker, Arpana Gopi, Prasad, Karthika, Yarlagadda, Teja, Spann, Kirsten, Hasan, Jafar, & Yarlagadda, Prasad. 2020. «Adaptations and lessons from COVID-19: A perspective on how some industries will be impacted», Advanced Materials Letters, 11(7), Article number: 20071533.




Factores determinantes del crecimiento empresarial en MIPYMES afectadas por el COVID-19

Determining factors of the business growth in MSMEs affected by COVID-19

Manfred Murrell-Blanco¹, Alexandra Mora-Cruz², Agustín Gomez-Melendez³

Murrell-Blanco, M; Mora-Cruz, A; Gomez-Melendez, A. Factores determinantes del crecimiento empresarial en MIPYMES afectadas por el COVID-19. *Tecnología en Marcha*. Vol. 35, especial COVID-19. Mayo 2022. Pág. 236-246.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.6050>

- 1 Académico de la Universidad Nacional. Costa Rica.
Correo electrónico: manfred.murrell.blanco@una.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0002-7229-1981>
- 2 Académica del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.
Correo electrónico: almora@itcr.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0001-5157-5232>
- 3 Académico de la Universidad de Costa Rica. Costa Rica.
Correo electrónico: agustin.gomez@ucr.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0002-7383-3754>



Palabras clave

Ventas; contratación de personal; COVID-19; MIPYMES; tamaño de las empresas.

Resumen

La crisis sanitaria provocada por el virus de la familia de los Coronavirus, SARS-CoV-2 y su enfermedad denominada COVID-19, ha afectado de manera significativa las empresas tanto a nivel nacional como internacional, lo que ha desencadenado una serie de consecuencias negativas en factores críticos de éxito como las ventas y la contratación de personal, debido a las medidas sanitarias impuestas como factores para mitigar la propagación del COVID-19. El propósito de esta investigación fue analizar la incidencia de variables como el género del empresario, la edad y el tamaño de la empresa, así como el apoyo de los proveedores en la actividad económica de MIPYMES costarricenses en el contexto de la crisis sanitaria y económica. Para la elaboración de este estudio se utilizó una base de datos recolectada por el Ministerio de Economía de Industria y Comercio (MEIC), la cual corresponde a una muestra de 2 718 MIPYMES del parque empresarial. Para el análisis de los datos se utilizó un Modelo de Regresión Logística, lo que permitió examinar las relaciones estadísticas significativas de las variables estudiadas. Los resultados respaldan que existe una relación significativa entre el tamaño de la empresa con respecto al nivel de ventas y contratación de personal. Por el contrario, señalan que no existe una relación significativa entre el género de las personas dueñas o administradoras y la edad de las MIPYMES, con respecto a las dos variables dependientes.

Keywords

Sales; staffing; COVID-19; MSMEs; company size.

Abstract

The health crisis caused the SARS-CoV-2 and his disease the COVID-19 has significantly affected companies both nationally and internationally, triggering a series of negative consequences on critical success factors such as sales and hire. The purpose of this research was to analyze the incidence of variables such as the employer gender, age and size of the company, and the support of suppliers in the economic activity of Costa Rican MSMEs in the context of the health and economic crisis. To prepare this study, a database collected by the Ministry of the Economics of Industry and Commerce (MEIC) was used, corresponding to a sample of 2718 MSMEs from the business park. A Logistic Regression Model was used for data analysis, which allowed us to examine the significant statistical relationships of the variables studied. The results support a significant relationship between the company's size concerning the level of sales and the hiring of personnel. On the other hand, they point out that there is no significant relationship between the gender of the owners or administrators and the age of the MSMEs to the two dependent variables.

Introducción

El impacto de la pandemia causada por la COVID-19, no sólo ha traído consecuencias sanitarias, sino que también ha contribuido con el deterioro de la economía a nivel mundial [1] [2] [3]. Al respecto, De Masis y Rondi [4], Dvorak *et al* [5]; y Liu *et al* [6] mencionan que los efectos económicos ocasionados por la proliferación del coronavirus (COVID-19) se caracterizan por la pérdida de empleos y la reducción en el comercio de productos y servicios.

Según Cowling *et al* [7] y Juergensen *et al* [8] las consecuencias para las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES) han sido mayores, dejando fuera del mercado a muchos de estos negocios, los cuales muestran limitaciones de recurso humano, financiero y técnico. García y Guzmán [9], señalan que este tipo de organizaciones representan un sector fundamental para la generación de empleo, innovación y crecimiento económico.

Por otra parte, Korsgaard *et al* [1] aseguran que, aunque una pandemia por definición implica una propagación global, los efectos han sido locales debido a las restricciones de movilidad impuestos a la población como medida para frenar su propagación. En consecuencia, las restricciones impuestas inducen cambios en las rutinas de trabajo, contratación de personal, dinámicas de venta, atención al cliente y relaciones con los proveedores [4]. Por lo tanto, el contexto nacional es relevante para evaluar la incidencia de los factores determinantes en el crecimiento empresarial: género de la persona dueña o administradora, tamaño y edad de la empresa, y apoyo de proveedores, sobre la actividad económica de MIPYMES afectadas por el COVID-19.

Sobre este tema Al-Fadly [10] indica que son necesarias varias acciones de gobierno para apoyar a las empresas sobrevivientes y de paso revivir los negocios perdidos a través de paquetes de estímulos, moratorias, préstamos y exenciones de intereses. Además, Brown *et al* [11], argumentan que las estrategias de apoyo deben centrarse en los efectos inmediatos que la crisis del COVID-19 tiene sobre las pequeñas y medianas empresas, en términos de su capacidad para mantener los niveles de contratación de personal, evitar problemas de flujo de efectivo y prevenir quiebras generalizadas.

En el caso específico de Costa Rica, Robles [12] menciona que el gobierno cuenta con poca capacidad económica para ofrecer ayudas y crear una política fiscal expansiva para los sectores más afectados. En este sentido, mediante este estudio se hace un aporte de conocimiento para la toma de decisiones, dando respuesta a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la incidencia de los factores determinantes del crecimiento empresarial en la actividad económica de las MIPYMES costarricenses afectadas por la crisis sanitaria y económica provocada por la COVID-19? En consecuencia, el objetivo principal fue calcular mediante un modelo de regresión logístico la probabilidad de que variables como el género de la persona dueña o responsable del negocio, así como el tamaño y la edad de las empresas tengan un impacto en las ventas y en la contratación del personal durante la pandemia.

Hipótesis de investigación

La gestión de empresas con respecto al género del empresario es según Powell y Eddleston [13] diferente entre hombres y mujeres, siendo un elemento diferenciador la forma de liderar. Sin embargo, no existe consenso en los estudios realizados hasta el momento que clarifiquen si las empresas lideradas por un género determinado tienen mayor estabilidad económica [14]. Tomando en cuenta los argumentos anteriores se plantea la primera hipótesis doble de investigación:

H1a: Las ventas en la pandemia se reducen según el género del empresario.

H1b: La contratación de personal en la pandemia se reduce según el género del empresario.

La edad de la empresa refleja la eficiencia en el desarrollo de su actividad, según la Teoría del Aprendizaje, es el factor que más condiciona el crecimiento y la supervivencia de esta, además, la probabilidad de desaparición de la empresa decrece con la edad [15]. Tomando en cuenta el contexto actual que enfrentan las MIPYMES se presenta la segunda hipótesis doble de investigación:

H2a: Las ventas en la pandemia se reducen si la edad de la empresa es de reciente creación.

H2b: La contratación de personal en la pandemia se reduce si la empresa es de reciente creación.

Estudios realizados para justificar la relación entre la estabilidad económica y el tamaño de las empresas indican que, a mayor tamaño, mayores son las oportunidades técnicas y de mercado lo que les permite acceder a mayores beneficios [15]. A continuación se muestra la tercera doble hipótesis de este estudio:

H3a: Las ventas en la pandemia se reducen conforme disminuye el tamaño de las empresas.

H3b: La contratación de personal en la pandemia se reduce conforme disminuye el tamaño de las empresas.

Las relaciones con los proveedores pueden proporcionar una ventaja competitiva [16]. Este aspecto puede ser de dos tipos: un simple intercambio comercial o de socios estratégicos donde se buscan relaciones comerciales colaborativas [17] [18]. Lo anterior, proporcionaría un beneficio para la MIPYME al lograr mediante esa relación estratégica un acuerdo entre las partes ante una crisis económica. Lo anterior permite plantear la cuarta hipótesis doble:

H4a: Las ventas en la pandemia se reducen sin el apoyo de proveedores

H4b: La contratación de personal en la pandemia se reduce sin el apoyo de proveedores

Metodología

Recolección de datos

Los datos utilizados en este estudio provienen de una encuesta elaborada por el Ministerio de Economía Industria y Comercio en Costa Rica (MEIC), institución responsable de la formulación de la política económica del gobierno y la planificación nacional en los campos de su competencia, así como ser el ente rector en materia de iniciativa privada, desarrollo empresarial y fomento de la cultura empresarial para los sectores de industria, comercio y servicios, incluido el sector de las pequeñas y medianas empresas. Los datos fueron recolectados en abril del 2020 con el fin de evaluar la afectación de las MIPYMES con respecto a la crisis sanitaria y económica provocada por la pandemia sanitaria provocada por la COVID-19.

La población de estudio está constituida por MIPYMES activas en el Sistema de Información Empresarial Costarricense (SIEC), que a marzo de 2020 estaba conformado por 21 155 empresas. El instrumento fue enviado a toda la población de estudio siendo respondido por 2 718 MIPYMES cuya unidad informante fue registrada como la persona representante de la empresa. Se utilizó un cuestionario estructurado y autoadministrado mediante un enlace en línea enviado por correo electrónico. Las MIPYMES que respondieron pertenecen a las áreas de Servicio (43%), Comercio (39%), Industria (8%), Turismo (8%) y Agroindustria (2%) y en las diferentes provincias del país.

La tabulación y codificación de los datos fue realizada por medio de una hoja de cálculo y analizada por medio del software STATA 16.1.

Definición de las variables

VARIABLES DEPENDIENTES: este estudio se enfocó en la relación de la crisis sanitaria del COVID-19 con respecto a la actividad económica de las MIPYMES de Costa Rica. Las variables dependientes utilizadas para probar las hipótesis se basan en el impacto que ha tenido la crisis en las ventas de las MIPYMES, así como en la contratación de personal. Se identificó a las empresas que mantuvieron su actividad económica al momento de ser encuestadas (en pleno desarrollo de la pandemia) y también se identificó a las que redujeron sus indicadores de ventas y contratación de personal. En ambos casos se consideraron variables dicotómicas donde: uno representaba que las empresas mantuvieron sus indicadores y cero que hubo una reducción de estos.

VARIABLES INDEPENDIENTES: se identificaron un grupo de variables independientes, como factores determinantes de la estabilidad económica: género de la persona empresaria, la edad y el tamaño de la empresa. Para las tres se utilizaron variables dicotómicas (variables dummy), indicando con el número uno que el género del empresario era femenino, para la edad de la empresa se asignó el uno a las que tenían más de 5 años de creadas, en el caso del tamaño el uno representaba a las empresas con más de 11 empleados, el cero se utilizó para los casos contrarios en las tres variables: género masculino, menos de 5 años de creadas y empresas con menos de 11 empleados. En cuanto al apoyo de proveedores el cero significó la ausencia de apoyo.

VARIABLES CONTROL: las variables seleccionadas fueron la actividad económica y las provincias del país. Además, se utilizó una variable dicotómica de control vinculada a los sectores: Servicio, Comercio, Turismo, Industria y Agroindustria. Para codificarla se asignó a todas las MIPYMES del área de servicio el número uno y al resto de las áreas un cero. La segunda variable dicotómica de control estuvo representada por las siete provincias del país, donde se identificaron a las empresas que pertenecían a San José (la capital) con uno y el cero a las seis restantes.

Método de análisis

Para comprobar las hipótesis sobre los factores que influyen en la actividad económica de las MIPYMES se escogió el Modelo de Regresión Logística como herramienta de análisis. Para comprobar si las variables independientes seleccionadas tenían efecto sobre la actividad económica se utilizaron dos modelos totales. En la ecuación (1) se muestra el impacto en ventas y en la ecuación (2) el impacto en contratación de personal:

$$\begin{aligned}
 \text{Impacto en ventas}_{i=} & \alpha_0 + \beta_1 \text{Género}_i + \beta_2 \text{Edad empresa}_i \\
 & + \beta_{12} \text{Género}_i \times \text{Edad empresa}_i + \beta_3 \text{Tamaño empresa}_i \\
 & + \beta_{23} \text{Edad empresa}_i \times \text{Tamaño empresa}_i + \beta_4 \text{Apoyo proveedores}_i \\
 & + \beta_5 \text{Variables control}_i + \varepsilon_i
 \end{aligned} \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Impacto contratación}_{i=} & \alpha_0 + \beta_1 \text{Género}_i + \beta_2 \text{Edad empresa}_i \\
 & + \beta_{12} \text{Género}_i \times \text{Edad empresa}_i + \beta_3 \text{Tamaño empresa}_i \\
 & + \beta_{23} \text{Edad empresa}_i \times \text{Tamaño empresa}_i + \beta_4 \text{Apoyo proveedores}_i \\
 & + \beta_5 \text{Variables control}_i + \varepsilon_i
 \end{aligned} \tag{2}$$

Resultados y discusión

Las investigaciones desarrolladas sobre el impacto del COVID-19 señalan que la mitad de todas las pequeñas empresas han cesado temporalmente sus actividades comerciales debido a los cierres impuestos por los gobiernos y hasta el 60% de las pymes corren el riesgo de quedarse sin reservas de efectivo [11] [7].

El cuadro 1 muestra los hallazgos cuando la variable dependiente comprende el impacto en las ventas (ecuación 1) . Se estimaron cinco modelos para interpretar los resultados de los efectos marginales obtenidos, así como los respectivos coeficientes generados con la regresión logística (cuadro A.1 en el apéndice).

Para el modelo uno (sin interacciones entre variables) se observó que la probabilidad de mantener las ventas mensuales decrece en aproximadamente 0,84 puntos porcentuales cuando el género de la persona dueña o responsable de la empresa es mujer o cuando los proveedores ofrecen algún tipo de sistema de pagos como ayuda para enfrentar la crisis, lo que no sustenta la H4a sobre que las ventas en la pandemia se reducen sin el apoyo de proveedores. En este sentido, Papadopoulos *et al* [19], menciona que las mujeres en el mercado laboral se ven más afectadas que los hombres, ya que es más probable que trabajen fuera del hogar, reduzcan sus horas de trabajo y se queden desempleadas lo que exacerbará esta situación y, aunque informes anteriores sugieren que los hombres tienen más probabilidades de sufrir sus efectos, las mujeres de todo el mundo tendrán que pagar el peaje social y económico. Con respecto al efecto marginal del tamaño de la empresa se observó que la probabilidad de mantener las ventas aumenta en 1 punto porcentual si la empresa es pequeña o mediana.

Los modelos dos, tres y cuatro (contenían las interacciones entre género y las variables: tamaño de la empresa, edad de la empresa y apoyo de proveedores, respectivamente). En estos casos, no se observó significancia por lo que se concluye que el hecho de que el dueño o responsable de la empresa sea hombre o mujer no es relevante a nivel del impacto en ventas.

El modelo cinco (con todas las interacciones juntas) mostró significancia positiva al 10% para el efecto marginal del tamaño de la empresa, lo que implica que la probabilidad de mantener las ventas aumenta en 1,2 puntos porcentuales si la empresa es pequeña o mediana. Este resultado es consistente para los cinco modelos presentados del cuadro 1.

Los resultados del análisis empírico basado en la ecuación 2, se muestran en el cuadro 2 donde la variable dependiente comprende el impacto en el empleo (contratación). Se estimaron cinco modelos para interpretar los resultados de los efectos marginales obtenidos, así como los respectivos coeficientes generados con la regresión logística (cuadro A.2 en el apéndice).

Para el modelo uno (sin interacciones entre variables) se observó que la probabilidad de mantener el empleo decae en 11,35 puntos porcentuales cuando la empresa es pequeña o mediana o los proveedores ofrecen algún tipo de sistema de pagos como ayuda para enfrentar la crisis. En este caso no se sustentaron la H3b: La contratación de personal en la pandemia se reduce conforme disminuye el tamaño de las empresas y H4b: La contratación de personal en la pandemia se reduce sin el apoyo de proveedores. Con respecto al efecto marginal de la variable control se observó que la probabilidad de mantener la planilla aumenta en 3,45 puntos porcentuales si la empresa se encontraba en la capital del país.

Cuadro 1. Regresión logística: Efectos marginales (variable dependiente: impacto en ventas).

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
Género	-0,0084* (0,0046)	-0,0068 (0,0067)	-0,0077 (0,0082)	-0,0088* (0,0049)	-0,0067 (0,0103)
Tamaño de la empresa	0,0105** (0,0051)	0,0119* (0,0066)	0,0105* (0,0051)	0,0106** (0,0051)	0,0119* (0,0065)
Edad de la empresa	0,0035 (0,0045)	0,0035 (0,0044)	0,0039 (0,0056)	0,0035 (0,0046)	0,0038 (0,0056)
Apoyo de proveedores	-0,0085* (0,0051)	-0,0085* (0,0051)	-0,0086* (0,0051)	-0,0092 (0,0061)	-0,0093 (0,0061)
Actividad económica (variable control)	-0,0143 (0,0100)	-0,0143 (0,0101)	-0,0144 (0,0101)	-0,0145 (0,0101)	-0,0143 (0,0101)
Provincia - Capital	0,0070 (0,0048)	0,0070 (0,0048)	0,0070 (0,0047)	0,0070 (0,0048)	0,0070 (0,0048)
Género x Tamaño de la empresa		-0,0034 (0,0086)			-0,0034 (0,0084)
Género x Edad de la empresa			-0,0012 (0,0101)		-0,0008 (0,0101)
Género x Apoyo de proveedores				0,0031 (0,0174)	0,0032 (0,0175)
Log likelihood	-252,2055	-252,1383	-252,1985	-252,1875	-252,1158
Wald test Chi2	19,19***	19,91***	19,74***	19,71***	21,15**
Pseudo R2	0,0343	0,0345	0,0343	0,0344	0,0346
Correctly classified (Y=1)	0,6226	0,5472	0,5660	0,6415	0,5472
Correctly classified (Y=0)	0,6090	0,6642	0,6544	0,6083	0,6747
Correctly classified (total casos)	0,6093	0,6619	0,6527	0,6089	0,6722
Número de casos	2718	2718	2718	2718	2718

Nota: Para cada efecto marginal el valor en paréntesis es el error standard robusto ajustado por heterocedasticidad, *, **, *** = significancia al 10%, 5%, y 1%, respectivamente.

Los modelos dos, tres y cuatro (contienen las interacciones entre género y las variables: tamaño de la empresa, edad de la empresa y apoyo de proveedores, respectivamente). En estos casos, no se observó significancia por lo que se concluye que el hecho de que el dueño o responsable de la empresa sea hombre o mujer no fue relevante a nivel de la contratación. El modelo cinco (con todas las interacciones juntas) mostró significancia negativa al 1% para el efecto marginal del tamaño de la empresa, lo que implica que la probabilidad de mantener el personal contratado aumenta en aproximadamente de 9 a 11 puntos porcentuales si la empresa es pequeña o mediana. Este resultado es consistente para los cinco modelos presentados del cuadro 2.

En este sentido, Dvorak *et al* [5] indican que las pérdidas de empleo causadas por la pandemia de COVID-19 van a tardar en concretarse, y es probable que el número de desempleados aumente más del doble para 2022. Según estos estudios, los empleadores están recortando y evitando los aumentos salariales o en su defecto despidiendo a más trabajadores, lo que prolongaría la recuperación del mercado laboral más allá del tiempo esperado.

Cuadro 2. Regresión logística: Efectos marginales (variable dependiente: impacto en empleo).

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
Género	-0,0075 (0,0196)	0,0079 (0,0241)	-0,0080 (0,0308)	-0,0097 (0,0218)	0,0018 (0,0344)
Tamaño de la empresa	-0,1135*** (0,0200)	-0,0946*** (0,0265)	-0,1135*** (0,0200)	-0,1136*** (0,0200)	-0,0942*** (0,0267)
Edad de la empresa	0,0195 (0,0200)	0,0190 (0,0200)	0,0191 (0,0272)	0,0195 (0,0200)	0,0159 (0,0272)
Apoyo de proveedores	-0,0456* (0,0243)	-0,0454* (0,0242)	-0,0456* (0,0243)	-0,0505 (0,0325)	-0,0506 (0,0322)
Actividad económica (variable control)	0,0298 (0,0326)	0,0309 (0,0325)	0,0298 (0,0326)	0,0298 (0,0326)	0,0309 (0,0325)
Provincia - Capital	0,0345* (0,0194)	0,0338* (0,0194)	0,0339* (0,0194)	0,0337* (0,0194)	0,0336* (0,0194)
Género x Tamaño de la empresa		-0,0449 (0,0407)			-0,0458 (0,0410)
Género x Edad de la empresa			0,0009 (0,0399)		0,0068 (0,0402)
Género x Apoyo de proveedores				0,0115 (0,0493)	0,0122 (0,0493)
Log likelihood	-1863,8551	-1863,2526	-1863,8549	-1863,8281	-1863,2094
Wald test Chi2	38,96***	40,18***	38,96***	38,93***	40,21***
Pseudo R2	0,0105	0,0108	0,0105	0,0105	0,0108
Correctly classified (Y=1)	0,6335	0,6298	0,6335	0,6320	0,6298
Correctly classified (Y=0)	0,4736	0,4844	0,4736	0,4830	0,4844
Correctly classified (total casos)	0,5522	0,5559	0,5522	0,5563	0,5559
Número de casos	2718	2718	2718	2718	2718

Nota: Para cada efecto marginal el valor en paréntesis es el error standard robusto ajustado por heterocedasticidad. *, **, *** = significancia al 10%, 5%, y 1%, respectivamente.

Conclusiones

En términos generales, los resultados que se obtienen en el modelo total 1, muestran que el sesgo de género es muy débil y que la edad de la empresa tampoco influye en el impacto de las ventas generado por la pandemia, por tanto, la H1a: Las ventas en la pandemia se reducen según el género del empresario y H2a: Las ventas en la pandemia se reducen si la edad de la empresa es de reciente creación, no son sustentadas por los datos empíricos obtenidos en el

modelo utilizado. Por otro lado, los resultados también muestran que el tamaño de la empresa si influye en el impacto en ventas, donde las microempresas se ven más afectadas que las pequeñas y medianas empresas lo que sustenta la H3a: Las ventas en la pandemia se reducen conforme disminuye el tamaño de las empresas.

Al igual que en el primer modelo total, en el segundo no hay sesgo en cuestión de género y edad de la empresa por lo que no se respalda la H1b: La contratación de personal en la pandemia se reduce según el género del empresario y H2b: La contratación de personal en la pandemia se reduce si la empresa es de reciente creación. Los resultados del cuadro 2 mostraron que el cambio en la probabilidad de que se diera un impacto en la contratación (manteniendo la planilla durante el 2020) se relaciona con el tamaño de la empresa, no así con la edad de esta.

Agradecimientos

Al Dr. Esteban Lafuente por los valiosos aportes y recomendaciones para la mejora de la propuesta original de investigación de la que se desprende este artículo. Al Ministerio de Economía, Industria y Comercio de Costa Rica por facilitar la información para la realización de este estudio. Al Programa de Doctorado en Dirección de Empresas del TEC por suministrar la licencia del software STATA 16.1 para el análisis de los datos.

Referencias

- [1] S. Korsgaard, R. Hund, D. Townsend, y M. Bruun, «COVID-19 and the importance of space in entrepreneurship research and policy», *Int. S. Bus. J.*, vol 38, n.º 8, pp 697-710, 2020, doi: 10.1177/0266242620963942
- [2] P. Chowdhury, S. Kumar, y S. Kaiser, «COVID-19 pandemic related supply chain studies: A systematic review», *Transp. Res. Part E*, 2021, doi: 10.1016/j.tre.2021.102271
- [3] A. Janiak, C. Machado, y J. Turén, «Covid-19 contagion, economic activity and business reopening protocols», *J. Econ. Behav. Org.*, vol 182, pp 264-284, 2021, doi: 10.1016/j.jebo.2020.12.016
- [4] A. De Masis y E. Rondi, «Covid-19 and the Future of Family Business Research», *J. Man. Stud.*, vol 57, n.º 8, pp 1727 – 1731, 2020, doi:10.1111/joms.12632
- [5] M. Dvorak, P. Rovny, V. Grebennikova, y M. Faminskaya, «Economic impacts of Covid-19 on the labor market and human capita», *Terra Econ.*, vol 18, n.º 4, pp 78–96, 2020, doi: 10.18522/2073-6606-2020-18-4-78-96
- [6] Y. Liu, J. Min Lee, y C. Lee, «The challenges and opportunities of a global health crisis: the management and business implications of Covid-19 from an Asian perspective», *Asian Bus. Man.*, vol 19, pp 277-297, 2020, doi: 10.1057/s41291-020-00119-x
- [7] M. Cowling, R. Brown, y A. Rocha, «Did you save some cash for a rainy Covid-19 day? The crisis and SMEs», *Int. S. Bus. J.*, vol 38, n.º 7, pp 593-604, 2020.
- [8] J. Juergensen, J. Guimón y R. Narula, «European SMEs amidst the Covid-19 crisis: assessing impact and policy responses», *J. Ind. Bus.Econ.*, vol 47, pp 499 – 510, 2020.
- [9] G. García y L. Guzmán, «Facing post Covid-19 era, what is really important for Ecuadorian SMEs?», *Int. J. Eng. Bus. Man.*, vol 12, pp 1-9, 2020, doi: 10.1177/1847979020971944
- [10] A. Al-Fadly, «Impact of Covid-19 on SMEs and Employment», *Entrep. Sust.Issues*, vol 2, n.º 2, pp. 629-648, 2020, doi: 10.9770/jesi.2020.8.2(38)
- [11] R. Brown, A. Rocha, y M. Cowling, «Financing entrepreneurship in times of crisis: Exploring the impact of Covid-19 on the market for entrepreneurial finance in the United Kingdom», *Int. S. Bus. J.*, vol 38, n.º 5, pp 380-390, 2020, doi: 10.1177/0266242620937464
- [12] E. Robles, «El caso de Costa Rica: ¿qué sigue para el sistema económico luego de la pandemia?», G. Mayorga López, Entrevistador, Abril 2020.
- [13] G.N. Powell y K.A. Eddleston, «Workfamily enrichment and entrepreneurial success: do female entrepreneurs benefit most?», *Acad. Man.*, vol 32, n.º 3, pp 747-760, 2011.
- [14] I. Brusca-Alijarde, M. Labrador Barrafón, M.P. Blasco-Burriel, y L. Esteban-Salvador, «Impacto del género y la responsabilidad social en la rentabilidad empresarial cuando se controlan los recursos estructurales e intangibles», *Persp. Emp.*, vol 4, n.º 2, pp 59-72, 2017, doi: 10.16967/rpe. v4n2a6

- [15] A. Rodríguez, «Factores determinantes del crecimiento empresarial», Rev. Esp. Finan. Cont, vol 29, n.º 103, pp 257-262, 2000, Retrieved April 1, 2021, from <http://www.jstor.org/stable/42781376>
- [16] K. Chen y R. Li, «Suppliers capability and price analysis chart», Int. J. Prod. Econ, vol 98, n.º 3, pp 301-315, 2005.
- [17] C. Araz y I. Ozkarahan, «Supplier evaluation and management system for strategic sourcing based on a new multicriteria sorting procedure», Int. J. Prod. Econ, vol 1, pp. 585-606, 2017.
- [18] K. Choy, W. Lee, y H. Lau, «A knowledge-based supplier intelligence retrieval system for outsource manufacturing», Knowledge-Based Sys, vol 19, pp 1-17, 2005.
- [19] V. Papadopoulos, L. Li, y M. Samplaski, «Why does COVID-19 kill more elderly men than women? Is there a role for testosterone?», Andrology (early view paper), 2020, doi: 10.1111/andr.12868

Apéndice

Cuadro A1. Regresión logística: Coeficientes (variable dependiente: impacto en ventas).

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
Género	-0,5291* (0,3018)	-0,4230 (0,4130)	-0,4783 (0,5184)	-0,5496* (0,3186)	-0,4132 (0,6499)
Tamaño de la empresa	0,5881** (0,2691)	0,4326 (0,5037)	0,5872** (0,2692)	0,5868** (0,2683)	0,4329 (0,4901)
Edad de la empresa	0,2208 (0,2955)	0,2190 (0,2961)	0,1703 (0,5201)	0,2206 (0,2956)	0,1866 (0,5123)
Apoyo de proveedores	-0,6215 (0,4396)	-0,6196 (0,4388)	-0,6214 (0,4393)	-0,4997 (0,7577)	-0,4932 (0,7549)
Actividad económica (variable control)	-0,6686* (0,3612)	-0,6628* (0,3638)	-0,6687* (0,3612)	-0,6689* (0,3612)	-0,6628* (0,3636)
Provincia - Capital	0,4205 (0,2787)	0,4190 (0,2786)	0,4207 (0,2794)	0,4169 (0,2788)	0,4184 (0,2797)
Género x Tamaño de la empresa		0,2232 (0,6114)			0,2214 (0,5902)
Género x Edad de la empresa			0,0768 (0,6445)		0,0493 (0,6286)
Género x Apoyo de proveedores				-0,1778 (0,9221)	-0,1845 (0,9199)
Intersección	-3,6538*** (0,4800)	-3,6924*** (0,5023)	-3,6723*** (0,5270)	-3,6467*** (0,4783)	-3,6987*** (0,5518)
Log likelihood	-252,2055	-252,1383	-252,1985	-252,1875	-252,1158
Wald test Chi2	19,19***	19,91***	19,74***	19,71***	21,15**
Pseudo R2	0,0343	0,0345	0,0343	0,0344	0,0346
Correctly classified (Y=1)	0,6226	0,5472	0,5660	0,6415	0,5472
Correctly classified (Y=0)	0,6090	0,6642	0,6544	0,6083	0,6747
Correctly classified (total casos)	0,6093	0,6619	0,6527	0,6089	0,6722
Número de casos	2718	2718	2718	2718	2718

Nota: Para cada efecto marginal el valor en paréntesis es el error standard robusto ajustado por heterocedasticidad. *, **, *** = significancia al 10%, 5%, y 1%, respectivamente.

Cuadro A2. Regresión logística: Coeficientes (variable dependiente: impacto en empleo).

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
Género	-0,0301 (0,0784)	0,0318 (0,0967)	-0,0321 (0,1235)	-0,0388 (0,0872)	0,0073 (0,1378)
Tamaño de la empresa	-0,4573*** (0,0815)	-0,5604*** (0,1245)	-0,4572*** (0,0816)	-0,4575*** (0,0816)	-0,5623*** (0,1247)
Edad de la empresa	0,0780 (0,0801)	0,0765 (0,0802)	0,0798 (0,1173)	0,0781 (0,0801)	0,0912 (0,1181)
Apoyo de proveedores	-0,1831* (0,0980)	-0,1824* (0,0979)	-0,1831* (0,0980)	-0,1571 (0,1473)	-0,1547 (0,1479)
Actividad económica (variable control)	0,1197 (0,1311)	0,1241 (0,1311)	0,1197 (0,1311)	0,1196 (0,1311)	0,1241 (0,1311)
Provincia - Capital	0,1381* (0,0778)	0,1380* (0,0778)	0,1380* (0,0778)	0,1352* (0,0778)	0,1348* (0,0778)
Género x Tamaño de la empresa		0,1803 (0,1640)			0,1839 (0,1651)
Género x Edad de la empresa			-0,0032 (0,1596)		-0,0272 (0,1608)
Género x Apoyo de proveedores				-0,0458 (0,1971)	-0,0486 (0,1972)
Intersección	-0,0379 (0,1439)	-0,0691 (0,1467)	-0,0369 (0,1515)	-0,0338 (0,1448)	-0,0573 (0,1542)
Log likelihood	-1863,8551	-1863,2526	-1863,8549	-1863,8281	-1863,2094
Wald test Chi2	38,96***	40,18***	38,96***	38,93***	40,21***
Pseudo R2	0,0105	0,0108	0,0105	0,0105	0,0108
Correctly classified (Y=1)	0,6335	0,6298	0,6335	0,6320	0,6298
Correctly classified (Y=0)	0,4736	0,4844	0,4736	0,4830	0,4844
Correctly classified (total casos)	0,5522	0,5559	0,5522	0,5563	0,5559
Número de casos	2718	2718	2718	2718	2718

Nota: Para cada efecto marginal el valor en paréntesis es el error standard robusto ajustado por heterocedasticidad. *, **, *** = significancia al 10%, 5%, y 1%, respectivamente.

Impacto del COVID-19 sobre los costos en la cadena de abastecimiento en los sectores alimenticio, salud, educación, retail y textil

COVID-19's impact on costs in the supply chain in the food industry, health, education, retail and textile sectors

Arianna Coto-Quirós¹, Jose Nayib Farah-Quirós²,
Katheryn Solano-Marín³, Sebastián Méndez-Hidalgo⁴,
Felipe Monge-Camacho⁵, Sussan Rodríguez-Solera⁶

Coto-Quirós, A; Farah-Quirós, J.N; Solano-Marín, K; Méndez-Hidalgo, S; Monge-Camacho, F; Rodríguez-Solera, S. Impacto del COVID-19 sobre los costos en la cadena de abastecimiento en los sectores alimenticio, salud, educación, retail y textil. *Tecnología en Marcha*. Vol. 35, especial COVID-19. Mayo 2022. Pág. 247-259.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.6193>



- 1 Estudiante de Ingeniería en Producción Industrial. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: aricoto12@gmail.com
- 2 Estudiante de Ingeniería en Producción Industrial. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: nayibfarah@estudiantec.cr
- 3 Estudiante de Ingeniería en Producción Industrial. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: alesolamar@estudiantec.cr
- 4 Estudiante de Ingeniería en Producción Industrial. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: sebasmenendez0998@gmail.com
- 5 Estudiante de Ingeniería en Producción Industrial. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: felipe98@estudiantec.cr
- 6 Estudiante de Ingeniería en Producción Industrial. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: sussanvrs@estudiantec.cr

Palabras clave

COVID-19; cadena de abastecimiento; educación; textil; alimenticio; salud; retail; pandemia.

Resumen

El virus del SARS-Cov-2 ha producido la pandemia que ha puesto en posición crítica muchos aspectos de la vida normal que se conoce, por medio de esta investigación se busca exponer las principales consecuencias de la pandemia sobre los costos en la cadena de suministro en distintas industrias.

La investigación se basó en la búsqueda de información relacionada con los efectos, los cuales se analizaron en una investigación documental de carácter cualitativo. Se investigó dicho impacto en los sectores de salud, alimenticio, retail, textil y educación.

Para el sector alimenticio, el impacto en la mayoría de las regiones a nivel mundial no fue tan negativo. El sector salud está considerando replantear la distribución de sus productos de manera sostenible. Para el sector de educación la deserción aumentó y los estudiantes estuvieron limitados con los recursos necesarios para la educación virtual.

Por otro lado, para los sectores de retail y textil, se ve un incremento en las compras en línea. Se determinó que, a grandes rasgos en diferentes sectores, el COVID-19 afectó tanto de manera positiva como negativa, y en todas las ocasiones se tuvieron que tomar acciones y soluciones.

Keywords

COVID-19; supply chain; education; textile; food industry; health; retail; pandemic.

Abstract

SARS-Cov-2 virus has caused a pandemic that has placed a critical position as life as we knew it, this investigation seeks to expose the main consequences of the pandemic over the costs in the supply chain in different industries.

The investigation was based on the research of information related to the effects which were analyzed on documentary research of a qualitative nature. This impact was investigated on the industries of health, food, retail, textile and education.

For the food industry, the impact on most of the world regions was not so negative. The health industry is considering the replantation of the distribution of the products in a sustainable way. For the education industry the desertion increased, and the students were limited with the necessary resources for the virtual education.

On the other hand, for the retail and textile industries, the online shopping has increased. In was determined broadly, in different sectors, that the COVID-19 has affected positively and negatively, and in all the situations people had to take decisions and look for solutions.

Introducción

Según Ramírez en diciembre del 2019, se detectó el COVID-19, el cual es una enfermedad producida por el coronavirus SARS-Cov-2, que es un tipo de coronavirus específico que afecta normalmente a los animales. Este virus, se contagió a seres humanos y se expandió rápidamente por todo el mundo, causando así una situación de pandemia mundial que ha obligado a los países a tomar medidas preventivas excepcionales [1]. En este sentido las

empresas de todos los países han tenido que adaptarse y reinventarse incluso, pues se han visto afectados directamente en la cadena de suministro y los costos de producción. Este problema tiene su origen en la imprevista contención del comercio global durante los confinamientos, caracterizado por el cierre de industrias, puertos, aeropuertos y fronteras, que impidieron el trasiego de mercancías para abastecer los distintos mercados [2].

Según [3] en el primer trimestre del 2020 las medidas establecidas por China para contener la expansión del virus, que incluyó el cierre de fábricas, carreteras y puertos, impactaron rápidamente en el aprovisionamiento mundial de todo tipo de bienes. Por ejemplo, ya en febrero del 2020 el transporte marítimo entre China y los puertos de California -corredor clave de suministro global- había caído en más de un tercio y las importaciones en cerca del 45% respecto al mismo período del año anterior.

Entonces, ¿cuál es el problema que se desencadenó a partir de esto? Se generó una crisis logística mundial dado a que al reabrir el comercio se experimentó una sobredemanda de productos principalmente de Asia y una alta necesidad de materia prima e insumos para atenderla, que terminaron colapsando la oferta existente de contenedores para movilizarla

[2] lo cual es determinante pues actualmente se estima que un 80% del comercio mundial se trasiega por vía marítima.

Esta limitación logística ha resultado en un aumento en los costos de operación, debido a un aumento de los tiempos de trasiego de mercancías y también las tarifas de los fletes marítimos que resiente, además los altos precios de los hidrocarburos. Tanto aumentaron estos costos, que las compañías que han tenido que tomar la decisión de trasladarle a los clientes un porcentaje de incremento en la estructura de costos operativos, lo cual se transforma finalmente en pérdidas sin recuperación pronta [2].

Para comprender mejor la problemática de la cadena de abastecimiento y sus costos, una buena opción es el panorama en términos de cifras. Según [2], en el periodo prepandemia el precio promedio de un flete entre Asia y Latinoamérica fue de \$2500 mientras que el costo ponderado de un flete en la actualidad es de \$12000. El promedio del alza del valor de los viajes marítimos fue de un 380%, y un 50% de las empresas sufrió un aumento en los costos de operación.

Esta investigación tiene como objetivo analizar y hacer un contraste pre y post pandemia debido al COVID-19 del impacto que ha tenido esta sobre los costos en la cadena de abastecimiento de los sectores alimenticio, salud, educación, retail y textil.

Materiales y métodos

La investigación está basada en el método descriptivo, con respecto a la situación mundial debido al COVID-19, tomando como partida algunos datos del 2019 hasta el 2021. La investigación posee las características descriptivas, según [4], “La investigación descriptiva es un tipo de investigación que se encarga de describir la población, situación o fenómeno alrededor del cual se centra su estudio. Procura brindar información del qué, cómo, cuándo y dónde, ..., sin darle prioridad al “por qué”. [4] La investigación utiliza fuentes electrónicas con el fin de justificar la información expuesta en el presente documento. Utiliza información cualitativa y cuantitativa de cómo el COVID-19 ha provocado consecuencias sobre los costos de la cadena de abastecimiento en los sectores alimenticio, salud, educación, retail y textil.

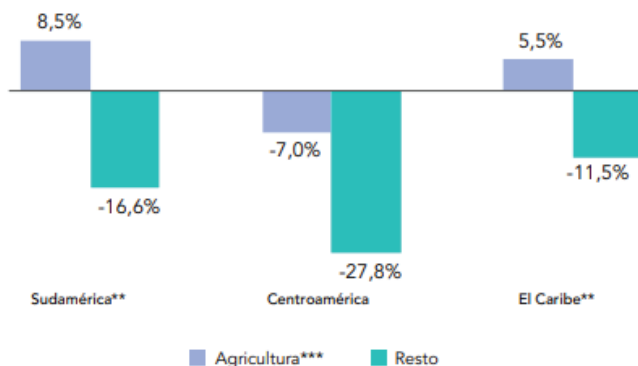
Resultados

Sector alimenticio

Con la pandemia provocada por el virus COVID-19 uno de los más afectados en la cadena de suministro fue el sector alimenticio. En lo que a este sector se refiere las redes transporte y la distribución de alimentos se han visto muy afectados tanto positiva como negativamente dadas las restricciones de confinamiento o movimiento.

Las exportaciones han tenido un gran impacto frente a la crisis, pues quedó en evidencia que el valor de los productos exportados en términos generales, es decir, la mayoría de los productos cayó un 8,6% en el 2020 respecto al año 2019 [4]. Sin embargo, no todo es un panorama desalentador pues a pesar de esto, el sector alimentario se pudo mantener en pie al menos a nivel regional (Centroamérica) creciendo el valor de los productos exportados a un 8,3% lo cual representa una marcada diferencia de este sector con el resto de los productos comercializados por la región. ¿Por qué se da este fenómeno? Esto es porque aún en pandemia, los alimentos son bienes de primera necesidad y además la demanda de los principales destinos no varió significativamente. [4]

Ahora, en los países analizados de Sudamérica y el Caribe se registra un aumento en el comercio de bienes provenientes del sector alimentario, mientras que el resto de los sectores registraron una caída en el valor de sus exportaciones de un 16,6% y 11,5%, respectivamente. A continuación, se muestra una figura donde se expone la variación que hubo en el valor de las exportaciones de la comercialización de productos agrícolas y el resto de los productos exportados.



* Los países considerados para Sudamérica son: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Paraguay, Perú y Uruguay. En Centroamérica: Costa Rica, El Salvador y México. En el Caribe: Barbados, Belice, Jamaica y Puerto Rico.

Figura 1. Variación en el valor de las exportaciones, enero y agosto de 2020 versus el mismo periodo del 2019 (%) por subregión. Fuente: [4].

Como se puede observar en la figura 1, aunque la caída del valor de los productos agrícolas ha sido menor que la del resto de productos exportados hay subsectores del sector alimentario que se vieron muy afectados por la crisis del COVID-19.

Una vez reabierto el comercio se enfrenta una nueva problemática, la cual es la sobredemanda de productos alimenticios dada los escasos desencadenada por el confinamiento, lo cual genera un alza en los precios desmesurado.

Otro punto por analizar respecto al impacto en el sector alimentario debido a la crisis es la afectación en los costos de mano de obra, ya que, esto significa que entre mayores sean los costes se representa una menor tasa de empleo. Como ha sucedido también en otros sectores

de la actividad económica, las empresas de alimentación y bebidas han tenido que afrontar un aumento de sus costes, incluidos los laborales, a raíz de la aplicación de distintas medidas de seguridad extraordinarias (EPIs, test serológicos, trabajo a distancia, recorte de la actividad comercial y de marketing...) para evitar contagios, mientras que, a la vez, se producía un notable descenso de sus ingresos desde el inicio de la crisis del COVID- 19 tanto en volumen (menores unidades comercializadas), como en valor (menor precio de venta por unidad) [6].

Al menos en España según [6] el cese de actividad o cierre de empresas (casi 1.800 menos en comparación con febrero del 2020) provocó también una disminución de la fuerza laboral en unos 7.250 trabajadores empleados hasta octubre, aunque, si se suman los que están en situación de ERTE (2,6% del sector agroalimentario y un 4% en el subsector de bebidas), la caída del nivel del empleo sería de unos 13.900 trabajadores.

Sector Salud

Debido a la pandemia a causa del COVID-19, el sector salud (industria médica) se ha incrementado en todos los sentidos, como ejemplo la producción de dispositivos médicos, fármacos y demás utensilios para la higiene personal, así como las exportaciones de las mismas. Entre el año 2019 y 2020 se ha visto un incremento significativo, en el cuál China, Estados Unidos y Alemania figuran como los países con mayores exportaciones [7].

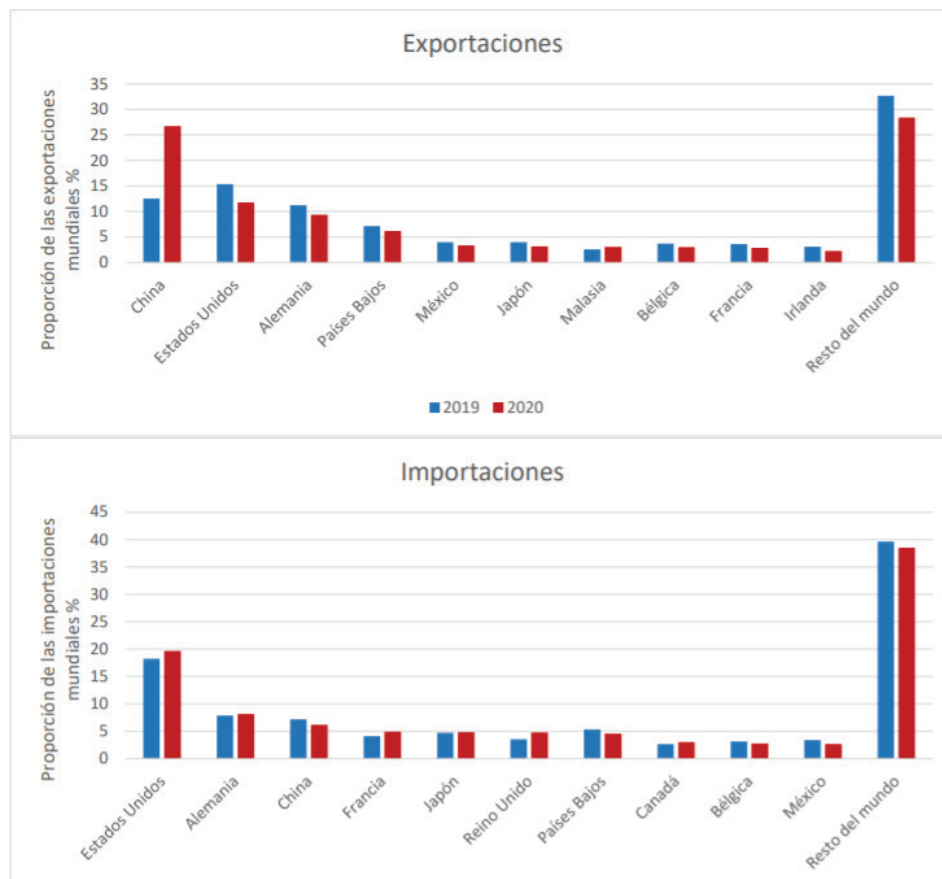


Figura 2. Comparación de la proporción de las exportaciones e importaciones de productos esenciales para la COVID-19, 2019 y 2020 (proporción del comercio mundial en porcentaje). Fuente: [7]

Estas gráficas valoran la interdependencia entre los países a raíz de la globalización y muestra las cadenas de suministros más marcadas e importantes a nivel mundial, siendo China, Estados Unidos y Alemania los orígenes de las materias primas y artículos de consumo en el sector salud a nivel mundial, lo que supone un control de los demás países de lo que pueda suceder en esos países para evitar escasez y aumento de costos en la logística.

Por otro lado, la producción de equipo de protección personal (EPP) a lo interno de cada país también se ha incrementado y las políticas de los países, así como de las organizaciones que velan por la salud mundial, han solicitado por un intervalo de tiempo que cada país asegure la producción interna de los EPP y la distribución a sus habitantes antes que exportarlos, tal es el caso de la *Ley de Producción de Defensa* en Estados Unidos, según [8] la ley dicta que las órdenes clasificadas como prioridad de salud humanitaria no se clasifican como mayor oferta para exportación, si no que deben otorgar prioridad al gobierno federal como principal comprador de las órdenes de producción. Esto debido a la escasez de las materias primas a nivel mundial para elaborar los dispositivos, fármacos y demás utensilios de higiene. Este tipo de leyes promovieron una fortaleza en la cadena de suministro interna y defender los costos de esta, evitando escasez y aumento de costos por solicitud de materia prima de urgencia.

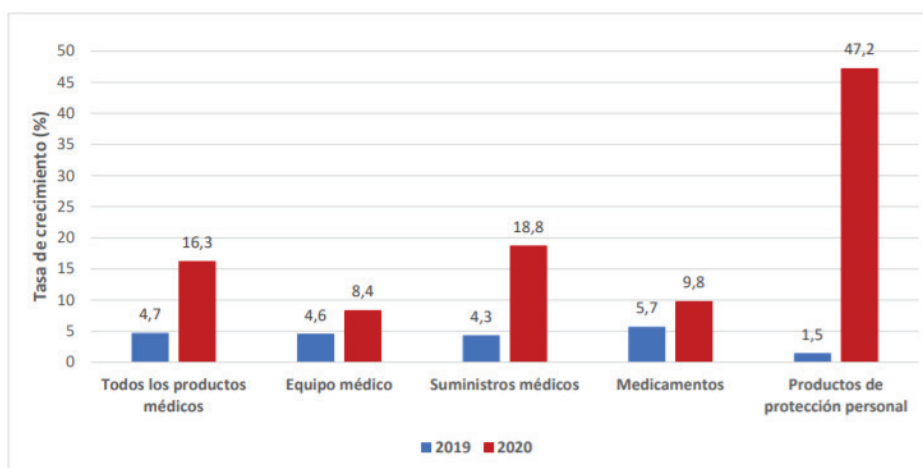


Figura 3. Crecimiento anual del comercio de productos médicos, pro-grupos de productos, 2019 y 2020. Fuente: [7]

Otro factor que benefició la cadena de suministros y los costos fue que industrias de otros sectores como la industria automovilística en Reino Unido, donde Rolls-Royce y McLaren se unieron junto con otras empresas a la llamada del gobierno para la manufactura de ventiladores médicos [9]. Estas empresas con proveedores diferentes a los utilizados usualmente por la industria médica gestionaron con gran velocidad y eficacia un despliegue exitoso de la cadena de suministro, esperando cumplir con la demanda de los equipos y estabilizar la cadena de abastecimiento sin aumentar significativamente los costos, debido a que el mercado mundial sufría un paro.

Este aumento de demanda incrementó la contratación de personal y la necesidad de mejorar el sistema de la cadena de suministro a nivel mundial y reconsiderar el uso de ciertas metodologías propias de logística y cadena de abastecimiento. Metodologías como las prácticas de Just in Time (JIT) han dejado en evidencia que ante situaciones como la actual pandemia pueden ser perjudiciales, debido al corte en el suministro de materiales y subproductos, estos métodos de trabajo pueden incluso ser más costosos ante interrupciones como la actual que mantener un inventario de seguridad, el que le permite mantener en una porción la producción de la empresa. Además, de manejar los fenómenos como consecuencias de comportamientos de pánico de la población en general, como la compra desmedida de artículos de EPP [10].

Según [10], se debería lograr una distribución justa de las vacunas para evitar el aumento de las tasas globales de transmisión. Situación que, con un mundo tan conectado, inevitablemente será perjudicial al mundo entero, la economía mundial y con ello los costes de traslado de los productos sanitarios.

Como consecuencia, el sector salud ha experimentado con creces la necesidad de automatizar y crear cadenas de suministros sostenibles y adaptables a los posibles cambios. También se ve en la necesidad de aumentar los canales de comunicación entre mercados y disminuir la cantidad de intermediarios, así como mantener los costos de transporte controlados y medidos, para evitar un incremento exponencial que evite que los países con menores ingresos se le dificulte competir por la búsqueda de productos de bien social y salud. La intervención de organizaciones como la ONU, OMS y la OPS, fueron claves en tratar de equiparar los costos y aumentar la posibilidad de obtención de vacunas en los países más afectados y con menor poder adquisitivo.

Sector Educación

El sector de educación se ha visto seriamente afectado a causa del coronavirus y su emergencia sanitaria global. Miles de estudiantes a nivel mundial, especialmente en el año 2020 fueron obligados a detener sus cursos lectivos y aprendizaje por la emergencia que se estaba viviendo. Esto provocó una gran deserción escolar en todos los niveles educativos. Según [11], existen proyecciones de que aproximadamente 24 millones de estudiantes globalmente, podrían abandonar las clases debido al impacto económico por la crisis sanitaria.

Debido a la discontinuidad de los cursos lectivos y las medidas tomadas, como lo es la virtualidad, ha provocado que la educación de los niños, adolescentes y adultos se haya visto afectada y no ha sido la misma que cuando su modalidad era presencial; esto debido a la poca planeación que hubo en un corto periodo de tiempo de las clases virtuales.

Basado en [12], el MEP recopiló datos hasta julio del año 2020, donde se muestra que la cantidad de hogares que no tiene acceso a Internet ascendió a 244 mil; esto pues muchos hogares no pudieron seguir pagando el servicio de internet por el impacto económico que ha generado la pandemia por COVID-19, lo cual perjudica a la educación virtual que los estudiantes comenzaron a recibir. Además, se reporta que la cantidad aproximada de familias en condiciones de pobreza extrema son 270 mil; de los cuales su mayoría no cuentan con los recursos necesarios para poder recibir una educación remota, como lo es una computadora, el espacio adecuado, equipo ergonómico, internet, materiales y demás.

A nivel global, datos de la UNICEF [13] indican que 1 de cada 3 escolares no tuvieron acceso a la enseñanza a distancia durante el cierre de las escuelas. En materia educativa se entiende que la cadena de abastecimiento corresponde a esta línea de acción recíproca entre el estudiante y el profesor en el intercambio de información en la creación y desarrollo de destrezas para la evolución cognitiva, entonces es importante conocer que el MEP ha destacado que el aprendizaje a distancia no es sinónimo de educación virtual, sino que la virtualidad es una más de las herramientas a las que la educación a distancia puede recurrir [14]. Es necesario conocer que el MEP ha brindado cuentas para la plataforma de Microsoft Teams a la población estudiantil, donde al 2020 solo el 43% de los mismos habían accedido, por lo que es importante conocer los riesgos en tema educación del restante 57% de estudiantes.

El primer problema que se presenta en consecuencia del COVID-19 es la dificultad de aprender lo mismo que lo aprendido por los estudiantes antes de la pandemia. Con ayuda del Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes (PISA), los países integrantes de la OCDE han

realizado pruebas de capacidad con una evaluación de entre 200 y 800 puntos, donde el estudiante en Costa Rica ha puntuado en promedio 430 puntos, por lo cual el MEP realizó simulaciones de este indicador en diferentes escenarios [14].

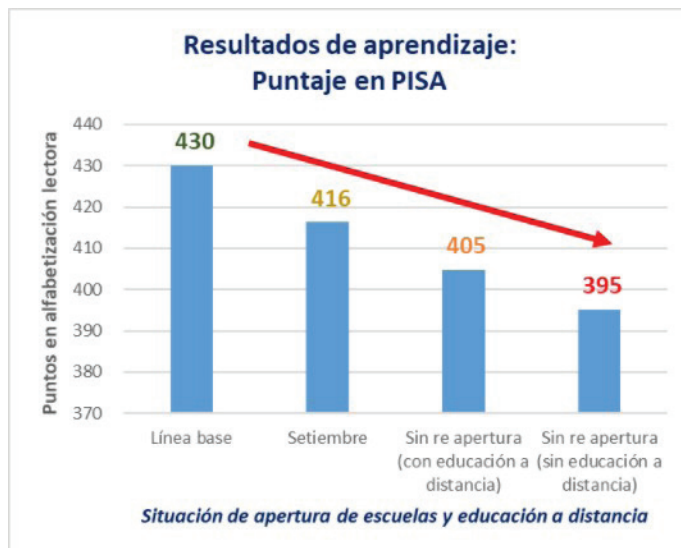


Figura 4. Resultados de aprendizaje: puntaje en PISA. Fuente: [14]

Al observar los resultados anteriores, se puede identificar como de acuerdo con cada escenario la capacidad medida por el indicador, es menor, dirigiendo el foco al problema de lograr desarrollar las capacidades del estudiante.

Según [15], se estima que un estudiante puede recibir en promedio 14 años de escolaridad en Costa Rica, de los que al 2020 se tiene una esperanza de culminar 12,5 años, después del estudio realizado por el Banco Mundial, ajustando y parametrizando este dato con los demás países de la región, quedan en 8,6 años y con el efecto de la pandemia este indicador puede llegar a valores de 7,3 años en el peor de los escenarios (mismos anteriores).

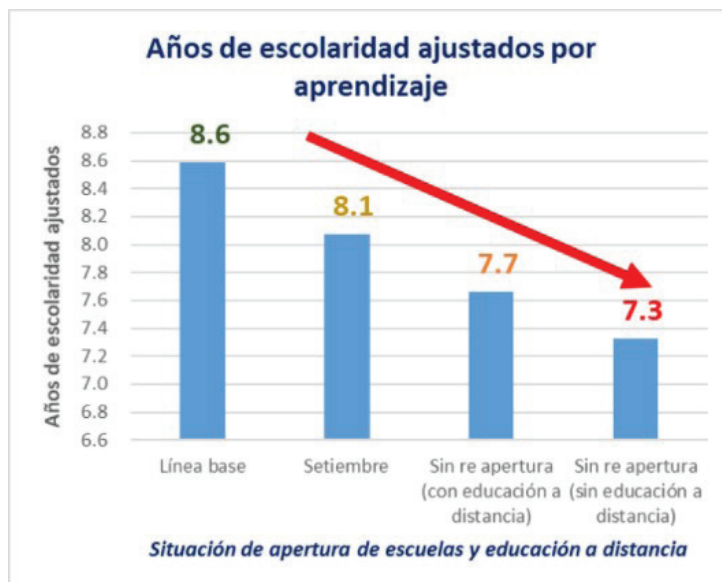


Figura 5. Años de escolaridad ajustados por aprendizaje. Fuente: [15].

Al entender la información anterior, se puede contrastar cómo la cadena de suministro en la educación también es un problema que afecta a todas las personas en algún modo, actualmente se está frente a un panorama donde el producto final del proceso de escolaridad se ve comprometido en calidad, ¿esto cómo afecta al país?, bueno la respuesta posee muchos factores por los que podemos analizar el problema, en este caso, el costo, tanto de desarrollo como monetario y es que el precio que paga la sociedad por el retraso en la formación de los escolares es alto, puede costar varios años recuperar la calidad del estudiante costarricense en materia de educación, lo que conlleva a personas con capacidades de análisis menores, generando que el recurso humano de calidad por el cual empresas extranjeras escogen el país como sede para sus operaciones se vea comprometido, generando incluso consecuencias en la inversión extranjera y la generación de empleos que es tan importante.

Por otro lado, a nivel monetario muchas familias debieron ajustarse a buscar los medios para tratar de garantizar que los estudiantes tuvieran acceso a internet para poder continuar de la mejor forma posible la educación. La pandemia causó que muchos trabajadores perdieran sus empleos, poniendo en jaque las capacidades económicas de cada familia, perjudicada también por los problemas en términos de la cadena de abastecimiento de comercios, que debido a los inconvenientes sufrieron pérdidas monetarias, forzándolos a tomar medidas correctivas para mantener a flote el negocio.

Sector Retail

Para nadie es un secreto que la industria de retail se encuentra en medio de una transformación a causa de los cambios en la tecnología, las preferencias de los consumidores, los enfoques de marketing y las estrategias de cadenas de suministro. Sin embargo, nadie se esperaba la incorporación de un factor como lo es la pandemia del COVID-19. El impacto de la pandemia ha generado en la industria de retail que las estrategias de las empresas se adecuen a las nuevas expectativas de los clientes y la forma de trabajar. Según [16], el sector del retail debe realizar planes de contingencia y evolucionar su transformación tecnológica para mantener los márgenes operativos, a juicio de la empresa tecnológica.

Por lo tanto, las empresas de esta área deben de actualizar los procesos de compra, como lo dicta Delgado [17], el impacto directo de la pandemia ha sido el despegue de las operaciones e-commerce a causa del confinamiento. Según Michaud Ralph [18], las empresas del sector se ven abocadas a ganar eficiencia en los procesos de compra, tanto on-line como off-line, con el objetivo de estar preparados para responder a los cambios y necesidades a medida que vaya evolucionando la pandemia.

Por lo que [17], el mayor uso de lo digital requerirá que el sector aumente su inversión en las capacidades de omnicanalidad. Como se menciona en [18], los consumidores seguirán experimentando con canales más nuevos, como los dispositivos móviles y los supermercados en línea. Antes de la pandemia, solo alrededor del 9% de los consumidores compraba productos de consumo exclusivamente en línea. Ahora, el 35% adquiere alimentos en línea y el 63% de esos consumidores está comprando más alimentos en línea que antes del distanciamiento social.

Además, hay que tomar en cuenta que ya porque las compras online han aumentado, no se puede dejar atrás las compras en tiendas físicas. Según [18], el 49% de los compradores dijo que sus compras en la tienda habían aumentado o permanecido igual desde la aparición de COVID-19. Pese a que los canales digitales van en ascenso. La interacción humana sigue siendo muy importante.

El confinamiento empuja al consumidor a utilizar los canales online para realizar compras online. Con base a [19], un reciente estudio de IAB, asociación de publicidad y marketing digital, España cuenta con 22,5 millones de compradores online, un 72% de la población internauta de entre 16 y 70 años. La inmensa mayoría combina la compra física con el canal digital, pero es significativo que un 23% de los encuestados compra bienes y servicios exclusivamente online, lo que supone un incremento de siete puntos porcentuales respecto al año previo.

Según [19], el confinamiento ha modificado hábitos de compra, según muestra este estudio. Una de cada dos personas entrevistadas aumentó la frecuencia de las ciber compras, y un 45% ha empezado a comprar online productos físicos, algo que no hacía antes de la pandemia. Muchos compradores han utilizado por primera vez los supermercados online para llenar sus despensas. Kantar estima que un millón de hogares utilizan este canal, que ha duplicado su cuota hasta el 3,6%, el doble que hace un año. En las peores semanas de la pandemia se dispararon los pedidos de alimentación -uno de los ámbitos de menor penetración del e-commerce y otros bienes de primera necesidad. A continuación, en la figura No.6, se muestra el impacto del COVID-19 en las compras online:

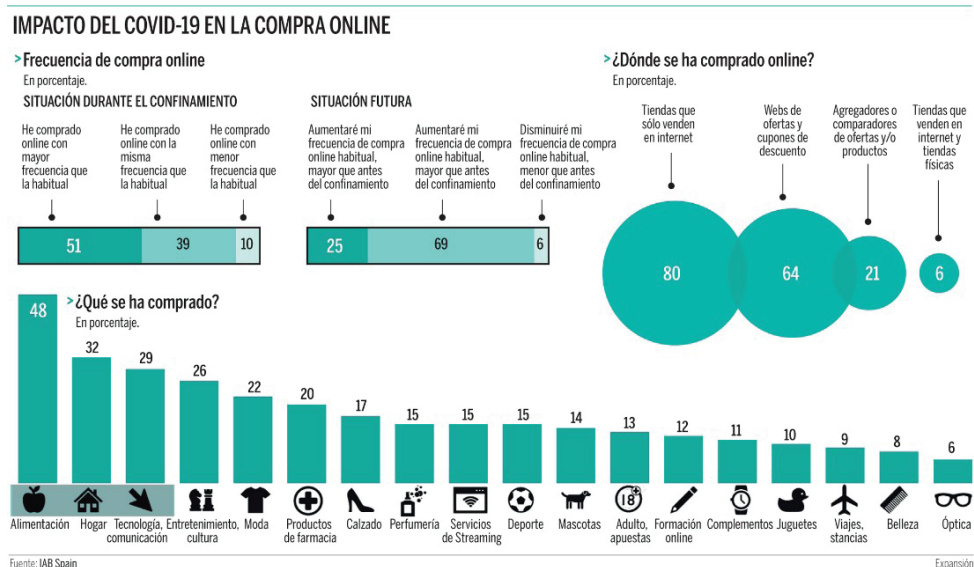


Figura No. 6. Impacto del COVID-19 en la compra online. Fuente [19].

Por lo tanto, hay muchos aspectos que deben ser modificados, la tecnología y la digitalización se deben trabajar para lograr una cadena de suministro más flexible, sostenible y capaz de asumir los retos de la pandemia y no solo este factor, como se menciona anteriormente, también el avance tecnológico tiene una incidencia significativa en la cadena de suministros como por ejemplo la inteligencia artificial y la desaparición de los procesos manuales. Todos estos aspectos generan costos en la cadena de suministros. Por consiguiente, se requiere un grado de capacidad económica y de adaptación a un mundo cambiante, no solo por el crecimiento continuado que está experimentando el mundo online, sino también por situaciones que se viven.

Sector Textil

El sector textil ha sido de las áreas más expuestas al impacto de la cadena de suministros debido al COVID-19. En el año 2020 muchas empresas dedicadas a la confección de ropa y demás textiles se vieron en la obligación de cerrar sus empresas y detener la producción, ya

que, había medidas de confinamiento. Esto trajo con ello una serie de despidos y aumento de desempleo, según [20] en el 2020, el 38% de los empleados de las fábricas textiles perdieron su trabajo.

Por las medidas que muchos países alrededor del mundo tomaron, provocó que, por el cierre físico de las tiendas, las ventas en línea aumentarían, sin embargo, no fue lo suficiente para compensar las caídas de las ventas que las tiendas y empresas tuvieron. Según [20], las empresas del sector tienen entre 140000 y 160000 millones de euros en ropa sin poder vender.

Muchos de los suministros provenían del continente asiático, especialmente de China, sin embargo, la exportación de estos productos se ha visto seriamente afectada en la logística de transporte y sus costos. El transporte más común es el marítimo, además de ser más económico en comparación con otros medios de transporte, según [21] las empresas tuvieron un atrasado de hasta 6 semanas para recibir los suministros, lo cual provocó que no se pudiera satisfacer la demanda del sector. Con el fin de buscar alternativas, algunas empresas como GAP y Levi's optaron por el transporte aéreo, ya que, es más rápido y con esto mitigarían los tiempos de entrega, pero es sumamente más caro que el transporte marítimo; esta inversión provocó un impacto en los costos de dichas empresas.

Aunque el impacto de la pandemia se ha ido mitigando y las prácticas han ido volviendo poco a poco a la normalidad, según [21], recuperar las cifras del 2019, según los escenarios, será posible hasta finales del 2022 o 2023. La industria textil experimentará cambios como tener una producción más cercana, suministros más flexibles, además, tener colecciones más cortas, básicas, duraderas y sostenibles, menos sujetas a las temporadas.

Conclusiones y/o recomendaciones

La pandemia ha causado gran impacto en los costos de distintos sectores en relación con cadena de abastecimiento, algunos de estos han sufrido un mayor impacto negativo como el sector educación y el textil, y otros más bien han tenido incrementos en su movimiento económico, como el sector salud y alimenticio. Este último al ser un bien de primera necesidad ha hecho que el sector no se haya visto tan afectado.

Para sectores como el textil, salud y alimenticio hubo un impacto por la sobredemanda, el confinamiento y el aumento de desempleo. Esto conllevó consecuencias en los costos de cada empresa de dichas industrias. En el sector textil un 38% de trabajadores perdieron sus trabajos. Además, los costos de transporte para exportar los productos de dichas industrias se vieron afectados al tener que optar por el transporte aéreo y atrasos de tiempos de entrega de suministros que se exportaban por transporte marítimo de hasta 6 semanas de retraso.

El área de educación ha sido una de las más afectadas, donde 244 mil hogares no tienen acceso a internet, lo que limitó la educación para muchos estudiantes. Esto trae problemas de aprendizaje y futuras afectaciones para el país desde la preparación de los profesionales hasta la inversión extranjera o la capacidad de generar empleos, por lo que es importante focalizar los esfuerzos en los costos de la cadena de suministro de la educación. La virtualidad es una herramienta más de la educación remota, a la cual el solo 43% han tenido acceso a Microsoft Teams brindado por el MEP y 1 de cada 3 estudiantes no ha tenido acceso a la educación remota.

Las compras online han tenido un aumento significativo a causa de la pandemia, muchas personas ahora realizan las compras de alimentos, productos textiles y demás por medio de estas plataformas. Ahora el 35% de la población adquiere alimentos en línea y el 63% de esos consumidores está comprando más alimentos en línea que antes de la pandemia. Esto ha llevado a modificar aspectos de tecnología y digitalización para tener una cadena de suministro

más flexible y sostenible, que pueda afrontar de una mejor manera los cambios que siempre se están dando en el mercado, más aún un cambio tan grande y significativo como lo ha sido la pandemia.

Las industrias que fueron estudiadas en su mayoría hubo impactos tanto positivos como negativos por el coronavirus, sin embargo, todas tuvieron que tomar acción para hacerle frente a los cambios a los que se vieron obligados a responder. Para cualquier sector, se recomienda tomar una situación como lo es lo de la pandemia por COVID-19 como una oportunidad de mejora. Muchas empresas han tenido que replantear sus estrategias logísticas y demás partes de sus cadenas de suministros. Analizar y manejar de una manera más consciente sus costos e ingresos, con el fin de estar preparados para cualquier otro tipo de crisis mundial. Sin duda alguna, la vida de los seres humanos, las empresas y sociedad cambió por la pandemia, pero de una situación difícil se pueden obtener muchas cosas buenas.

Referencias

- [1] Ramírez Soriano, A. (2021). Manual para actuar frente a la COVID-19. Barcelona, España, Marge Books. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/itcr/172474?page=10>.
- [2] Crisis logística mundial por COVID-19 golpea cadena de suministro y costos de producción. Larepublica.net. (2021). Recuperado el 30 octubre 2021, de <https://www.larepublica.net/noticia/crisis-logistica-mundial-por-covid-19-golpea-cadena-de-suministro-y-costos-de-produccion>.
- [3] Calatayud, A., Maya, F., & Mejía, V. (2020). Cadenas de suministro en la era post-COVID: mejor logística para capitalizar los beneficios del nearshoring y la reconfiguración global - Moviliblog. Moviliblog. Recuperado el 30 Octubre 2021, de <https://blogs.iadb.org/transporte/es/cadenas-de-suministro-en-la-era-post-covid-mejor-logistica-para-capitalizar-los-beneficios-del-nearshoring-y-la-reconfiguracion-global/>.
- [4] T. M. Jervis, «Investigación descriptiva: características, técnicas, ejemplos,» Lifeder, 27 agosto 2020. [En línea]. Available: <https://www.lifeder.com/investigacion-descriptiva/>. [Último acceso: 11 noviembre 2021].
- [5] Repositorio.cepal.org. (2021). Recuperado el 5 noviembre 2021, de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46547/cb1433_es.pdf.
- [6] Migueláñez, R. Impacto Covid-19 en el sector alimentario. <http://www.euroganaderia.eu>. Recuperado el 11 noviembre 2021, de http://www.euroganaderia.eu/ganaderia/reportajes-y-entrevistas-portada/impacto-covid-19-en-el-sector-alimentario_8410_11_11394_0_1_in.html.
- [7] Organización Mundial del Comercio, «El comercio de productos médicos en el contexto de la lucha contra la COVID-19: evolución en 2020.,» 30 junio 2021. [En línea]. Available: https://www.wto.org/spanish/tratop_s/covid19_s/medical_goods_update_jun21_s.pdf
- [8] FEMA, «Aplicación de la Ley de Producción de Defensa,» 14 Abril 2020. [En línea]. Available: <https://www.fema.gov/es/press-release/20210318/applying-defense-production-act>
- [9] Accenture, «Designed, Supplied, Delivered: Coordinating production of medical ventilators for the UK.,» junio 2020. [En línea]. Available: <https://www.accenture.com/cl-es/case-studies/aerospace-defense/coronavirus-medical-supply-chain-redesign-rolls-royce>.
- [10] L. Breen, «Cómo mejorar las cadenas de suministro de vacunas y equipos médicos,» 28 junio 2021. [En línea]. Available: <https://theconversation.com/como-mejorar-las-cadenas-de-suministro-de-vacunas-y-equipos-medicos-163134>.
- [11] El impacto del Covid-19 en la educación podría desperdiciar un gran potencial humano y revertir décadas de progreso. (2020). Naciones Unidas (ONU). Recuperado el 2 de noviembre del 2021 de, <https://news.un.org/es/story/2020/08/1478302>
- [12] Cordero, M. (2021). MEP: En Costa Rica, 270mil estudiantes en condición de pobreza no tienen acceso a internet. Seminario Universidad. Recuperado el 2 de noviembre del 2021 de, <https://semanariouniversidad.com/pais/mep-en-costa-rica-270-mil-estudiantes-en-condicion-de-pobreza-no-tienen-acceso-a-internet/>
- [13] UNICEF. (s. f.). #ReabramosLasEscuelas. Recuperado 5 de noviembre de 2021, de https://www.unicef.org/es/coronavirus/reabrir-escuelas?gclid=Cj0KCQjwrJOMBhCZARIsAGEd4VHmzeZ7s9P8qDxei0Qb3ehtjRxzEF8nU4anKvXWScTtW7GOnHE68wSQaAmA5EALw_wcB

- [14] Fernández, A. (2020, agosto 2). Efectos de la COVID-19 sobre el sistema educativo costarricense (I Parte). Delfino.cr. Recuperado 5 de noviembre de 2021, de https://delfino.cr/2020/08/efectos-de-la-covid-19-sobre-el-sistema-educativo-costarricense-i-parte#_ednref7
- [15] Fernández, A. (2020, agosto 17). Efectos de la COVID-19 sobre el sistema educativo costarricense (II Parte). Delfino.cr. Recuperado 5 de noviembre de 2021, de <https://delfino.cr/2020/08/efectos-de-la-covid-19-sobre-el-sistema-educativo-costarricense-ii-parte>
- [16] Asociación de Fabricantes y Distribuidores. (2021, setiembre 8). ¿Como está afectando el COVID-19 al sector retail?. Recuperado de AECOC:
<https://www.aecoc.es/innovation-hub-noticias/como-esta-afectando-el-covid-19-al-sector-retail/>
- [17] Generix Group: Experto en soluciones para la cadena de suministro. (2020, abril 3). El Covid-19 y sus impactos en la cadena de suministro. Recuperado de Generix Group: <https://www.generixgroup.com/es/blog/covid-19-impacto-cadena-suministro>
- [18] P. Miranda, "Cómo la pandemia transformó a las empresas de retail y consumo", Revista GERENCIA, vol. 12, pp. 18-19, diciembre 2020. Recuperado de PwC: <https://www.pwc.com/cl/es/prensa/prensa/2020/Como-la-pandemia-transformo-a-las-empresas-de-retail-y-consumo.html>
- [19] Economía Digital (2020, agosto 20). La explosión del comercio electrónico. Recuperado de Economía Digital Expansión:
<https://www.expansion.com/economia-digital/2020/08/20/5f3d852f468aeb11628b45c3.html>
- [20] Salvatierra, J. (2012). Crisis en la industria textil: un 2021 con la moda de hace un año. El País. Recuperado el 2 de noviembre del 2021 de, <https://elpais.com/economia/2021-02-28/crisis-en-la-industria-textil-un-2021-con-la-moda-de-hace-un-ano.html>
- [21] Gallego, M. (2020). Los efectos del Covid-19 en el sector textil español. CincoDías. Recuperado el 2 de noviembre del 2021 de https://cincodias.elpais.com/cincodias/2020/06/11/opinion/1591877178_549052.html


La economía social solidaria como agente de activación económica en tiempos de pandemia del COVID-19

The social solidarity economy as agent of economic activation in times of the COVID-19 pandemic

Henry Alberto Binns-Hernández¹

Hernández-Zamora, M.F. La economía social solidaria como agente de activación económica en tiempos de pandemia del COVID-19. *Tecnología en Marcha*. Vol. 35, especial COVID-19. Mayo 2022. Pág. 260-271.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.6022>

1 Docente-Investigador. Escuela de Administración de Empresas, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: hbinns@itcr.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0001-7166-8276>



Palabras clave

Economías emergentes; economía social solidaria; economía colaborativa; pandemia del COVID-19; emprendimientos; generación de empleo; activación económica.

Resumen

El propósito de las economías emergentes como la social solidaria y la colaborativa, buscan a través de los emprendimientos, alcanzar un enfoque social, proporcionando diferentes fuentes de empleo, comercialización de los bienes y servicios a un precio justo, eliminando la intermediación en la cadena de producción; permitiendo generar valor y ventajas competitivas de las cuales no se contaban en el pasado.

Los modelos de las economías de los países están en constante cambio y adaptación a las nuevas necesidades de las diferentes poblaciones, es aquí en donde emergen una serie de economías, cuyo fin persiguen un espíritu solidario en pro del beneficio primeramente de las personas y posterior del lucro. Las iniciativas de economía colaborativas y la economía social solidaria, son dos de las nuevas y emergentes modelos de economías que están adoptando los países, con el objetivo de llegar a poblaciones vulnerables y algunas veces confinadas al olvido por agentes de Gobierno.

El repunte de los índices de pobreza y desempleo en los países a nivel del mundo agravado por el COVID-19, se traduce en un incremento en el índice de delincuencia, así como cierres de empresas. Es aquí en donde el incentivo por parte de las autoridades de gobierno mediante financiamiento y los actores participantes juegan un papel importante en la generación de nuevos modelos de negocios que desemboquen en nuevos emprendimientos asociados a la reinversión y encadenamientos en las economías nacionales que sirvan de agentes de activación económica.

Keywords

Emerging economies; solidarity social economy; sharing economy; COVID-19 pandemic; entrepreneurship; employment generation; economic activation.

Abstract

The purpose of emerging economies such as social solidarity and collaborative, seek through entrepreneurship, to achieve a social focus, providing different sources of employment, marketing of goods and services at a fair price, eliminating intermediation in the chain of production; allowing to generate value and competitive advantages of which were not counted in the past.

The models of the economies of the countries are in constant change and adaptation to the new needs of the different populations, it is here where a series of economies emerge, whose aim pursues a spirit of solidarity in favor of the benefit first of the people and later of the profit. The collaborative economy initiatives and the social solidarity economy are two of the new and emerging models of economies that countries are adopting, with the aim of reaching vulnerable populations and sometimes confined to oblivion by government agents.

The rebound in poverty and unemployment rates in countries around the world, aggravated by COVID-19, will translate into an increase in the crime rate, as well as business closures. It is here where the incentive by the government authorities through financing and the participating

actors play an important role in the generation of new business models that lead to new ventures associated with reinvention and linkages in national economies that serve as agents of economic activation.

Introducción

Las economías tradicionales de los países están en constante evolución a las nuevas necesidades de las diferentes poblaciones, es aquí en donde emergen una serie de economías, cuyo fin persiguen un espíritu solidario en pro del beneficio primeramente de las personas y posterior del lucro.

Las iniciativas de economía colaborativas y la economía social solidaria -en adelante como ESS-, son dos de las nuevas y emergentes modelos de economías que están adoptando los países, con el objetivo de llegar a poblaciones vulnerables y algunas veces confinadas al olvido por agentes de Gobierno

Las economías emergentes como la social solidaria y la colaborativa, buscan a través de los emprendimientos, alcanzar un enfoque social, proporcionando diferentes fuentes de empleo, comercialización de los bienes y servicios a un precio justo, eliminando la intermediación en la cadena de producción; permitiendo generar valor y ventajas competitivas de las cuales no se contaban en el pasado

Es debido a la pandemia, que se entrará a analizar el impacto que esta puede generar a las economías en materia de desempleo y pobreza a nivel país y en todo el mundo. Para ello, se consideró en su totalidad la composición de las economías social solidaria y las iniciativas colaborativas como instrumentos para combatir el impacto negativo.

Como parte de la investigación, se trabajará sobre la composición integral de las economías emergentes en donde se profundizará en la gran evolución y en los aspectos positivos que han generado el emprendimiento a través de estas nuevas alternativas de economías.

Es importante tener presente las tecnologías de información y comunicación, como herramientas que aportan beneficios a todo tipo de modelo de negocios, y su constante crecimiento en materia del comercio electrónico. Debido a lo anterior, es que se busca un vínculo estrecho entre las generaciones de nuevos emprendimientos bajo un enfoque social que se verán complementados con nuevas formas de comercializar gracias a las nuevas tecnologías.

Materiales y métodos

En este apartado, estaremos desarrollando todo lo asociado a la metodología de trabajo y la obtención de resultados; para ello, se estará definiendo toda la estructura de metodología a seguir para el alcance de la investigación, en la cual, y partiendo de una población base se estará investigando el impacto de la pandemia del COVID-19 en el desempleo de Costa Rica, con el fin de poder correlacionarlo con las iniciativas social solidaria y colaborativas, como agente de activación económica.

Tipo y diseño de investigación

El artículo se enfoca en una investigación de tipo Descriptiva, para lo cual se desarrolla a través de un diseño de recolección de datos de naturaleza cualitativo.

Estrategias metodológicas

Debido al diseño del presente artículo, la metodología que se utiliza corresponde a una investigación de campo, ya que se realiza a partir de la búsqueda de información en diversas fuentes de material bibliográfico y se le dará un enfoque práctico para la elaboración de la propuesta de impacto que aporte a la activación económica costarricense en tiempos de pandemia.

Durante la investigación, se utiliza en el proceso formal una metodología hipotética- descriptiva en donde se describan los hechos como se observan y a la vez se validen de acuerdo a la solución del problema planteado, alcanzando un grado de abstracción aplicado y de acción; obteniendo con ello, datos de naturaleza cualitativos que permita al final de la investigación orientar la misma hacia la toma de decisiones dentro de las organizaciones pertenecientes a los sectores involucrados.

Para la etapa de recolección de información, la búsqueda se hará por medio de diversas fuentes, tales como: periódicos de circulación nacional, revistas, libros, fuentes iconográficas como vídeos y fuentes digitales en línea, por ejemplo: biblioteca digital, bases de datos e internet, paginas oficiales de instituciones de gobierno.

Muestra

El subconjunto de la población el cual está sujeto de investigación en el abordaje empírico del proyecto, son las personas con edad y capacidad de ejercer un empleo y que actualmente se encuentran desempleados, al igual, que todas aquellas iniciativas económicas que trabajan bajo un enfoque social solidario y colaborativo.

Para dicha investigación se utiliza un muestreo no probabilístico conocido como muestreo por conveniencia, el cual es una técnica de muestreo no probabilístico y no aleatorio, utilizada para crear muestras de acuerdo a la facilidad de acceso, la disponibilidad de las personas de formar parte de la muestra, en un intervalo de tiempo dado o cualquier otra especificación práctica de un elemento particular.

Para lo cual elige a los miembros solo por su proximidad y no considera si realmente estos representan muestra representativa de toda la población o no. Con la utilización de esta técnica, se pueden observar hábitos, opiniones, y puntos de vista de manera más fácil a través de un sondeo.

Se utiliza dicha técnica de muestreo, ya que la investigación se sitúa en una gran población para ser evaluada, ya que, en la mayoría de los casos, es casi imposible realizar pruebas a toda una población. Es una técnica de muestreo que se utiliza de manera más común, ya que es extremadamente rápida, sencilla, económica y, además, los miembros suelen estar accesibles para ser parte de la muestra.

Es importante destacar que esta técnica se utiliza cuando no existen criterios que deban considerarse para que una persona pueda ser parte de la muestra. Cada elemento de la población puede ser un participante y es elegible para ser parte de la muestra. Estos participantes comúnmente dependen de la proximidad al investigador.

Hipótesis de trabajo

Ante la principal problemática de la falta de empleo, altos índices de pobreza y delincuencia en Costa Rica, es que nace la hipótesis de trabajo en la cual se considera que la principal causa del desempleo en épocas de pandemia del COVID-19, se debe a la falta de capacidad estatal en materia de planificación estrategia enfocado a la atracción y generación de fuentes de empleo, así como la tardía introducción de las economías social solidarias y economías colaborativas

como parte de los pilares de la economía nacional, ya que, al no contar con dichos insumos, la entrada de la pandemia viene a contraer las economías tradicionales paralizando el flujo circular económico, ocasionado cierres masivos de empresas que no están preparadas para eventualidades de este tipo.

Resultados

Los modelos de las economías de los países están en constante cambio y adaptación a las nuevas necesidades de las diferentes poblaciones, es aquí en donde emergen una serie de economías, cuyo fin persiguen un espíritu solidario en pro del beneficio primeramente de las personas y posterior del lucro. Las iniciativas de economía colaborativas y la economía social solidaria -en adelante como ESS-, son dos de las nuevas y emergentes modelos de economías que están adoptando los países, con el objetivo de llegar a poblaciones vulnerables y algunas veces confinadas al olvido por agentes de Gobierno.

De acuerdo a Laura Collin Harguindeguy, antropóloga mexicana, refiere a la ESS como: una economía asociativa, esto es, donde sus participantes, tanto productores como consumidores, se asocian para satisfacerse unos a otros, hecho que supone una relación diferente a la de la producción por contrato, orientada por el afán de maximizar la ganancia (...) el objetivo de la producción social y solidaria es la satisfacción de necesidades. Es una economía en solidaridad con los seres humanos, con la naturaleza y con la cultura [1].

Es de importancia resaltar como elementos que destacan en el resurgimiento de la ESS en el contexto contemporáneo, y la transformación de las economías; es en donde se logra dar el paso de la economía social tradicional o histórica que se centraba en las cooperativas, mutuales y asociaciones; a una nueva economía social o economía solidaria, enfocada a la productividad, el intercambio, las finanzas y las personas.

Esto se logra, gracias a una dimensión de trayectorias empíricas, que da cuenta de una forma diferente de hacer economía, que une finalidad social de reproducción de la vida con dinámicas organizacionales de gestión asociativa y democrática; en la búsqueda de la integración de un espacio compartido, tanto las experiencias de la Economía Social más histórica como las iniciativas de la nueva economía social.

En las nuevas economías solidarias se hace referencia a diversas iniciativas emergentes, en las cuales se destacan las actividades sustantivas de los negocios y se ejemplifican a continuación:

- Las distintas formas de empresas o cooperativas sociales,
- Las empresas recuperadas por sus trabajadores/as,
- Las redes asociativas de emprendimientos de la economía popular,
- La agricultura familiar en el marco de estrategias asociativas,
- Los mercados solidarios y ferias de ESS,
- Las redes de comercio justo,
- Las experiencias de monedas sociales,
- Los programas de microcrédito y finanzas solidarias,
- Las iniciativas asociativas de hábitat.

Dentro de los elementos a destacar sobre el debate de la Economía Social Solidaria a través de las perspectivas de Europa y América Latina, se puede mencionar que las empresas sociales o cooperativas sociales se expandieron en distintos países europeos y de América Latina como

respuesta a la crisis de la sociedad salarial y las problemáticas del Estado social para atender a nuevas necesidades emergentes, específicamente en las áreas de integración socio-laboral y provisión de nuevos servicios colectivos y/o asistenciales.

Es aquí donde denota la importancia de vincular este tipo de economías emergentes con la necesidad que se atraviesa provocada por la pandemia generada por el COVID-19, en donde en países en vía de desarrollo como lo es Costa Rica y debido a las medidas sanitarias impuestas por el gobierno de dicho país, ha disparado abruptamente los niveles de desempleo a nivel nacional en donde se pasa de estar en el primer trimestre 2020 en un 12,5% al cierre del segundo trimestre en un 24% (etapa crítica de la entrada en pandemia), para posteriormente tener una leve mejoría al cierre del primer trimestre del 2021 [2].

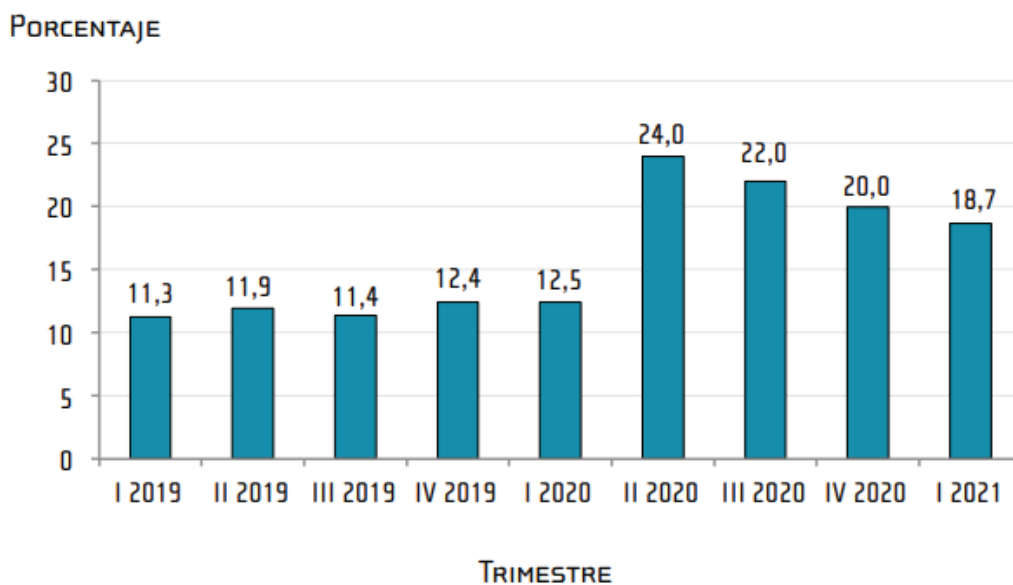


Figura 1. Costa Rica. Tasa de desempleo, I Trimestre 2019 – I Trimestre 2021.
 Fuente: INEC-Costa Rica. Encuesta Continua de Empleo (ECE), 2021 [2].

Esto evidencia un incremento significativo de poco más del 90% en comparación a los datos presentados antes del COVID-19, que se puede interpretar y traducir a su vez en un incremento en el índice de pobreza y de delincuencia nacional, así como cierres de empresas. Es aquí en donde el incentivo por parte de las autoridades de gobierno y los actores participantes, juegan un papel importante en la generación de nuevos modelos de negocios que desemboquen en nuevos emprendimientos asociados a la reinversión, resiliencia y que proporcionen encadenamientos en las economías locales que sirvan de agentes de activación económica.

Cuadro 1. Costa Rica. Distribución porcentual de los hogares por año y nivel de pobreza LP según zona y región de planificación, julio 2020 y julio 2021.

Zona y región de planificación	2020					2021				
	Total	No pobres	Pobres			Total	No pobres	Pobres		
			Total	Pobreza no extrema	Pobreza extrema			Total	Pobreza no extrema	Pobreza extrema
Total	100,0	73,8	26,2	19,1	7,0	100,0	77,0	23,0	16,7	6,3
Zona										
Urbana	100,0	73,6	26,4	19,5	6,9	100,0	78,2	21,8	16,3	5,5
Rural	100,0	74,5	25,5	18,2	7,3	100,0	73,7	26,3	18,0	8,3
Región de planificación										
Central	100,0	76,3	23,7	17,7	6,0	100,0	81,9	18,1	14,2	3,9
Chorotega	100,0	68,3	31,7	22,8	9,0	100,0	73,8	26,2	17,7	8,5
Pacífico Central	100,0	65,3	34,7	23,4	11,3	100,0	69,1	30,9	22,5	8,4
Brunca	100,0	73,5	26,5	20,6	5,9	100,0	66,5	33,5	23,3	10,2
Huetar Caribe	100,0	70,2	29,8	21,6	8,2	100,0	67,6	32,4	21,9	10,4
Huetar Norte	100,0	71,4	28,6	18,8	9,8	100,0	68,1	31,9	19,1	12,9

Fuente: INEC-Costa Rica. Encuesta Nacional de Hogares, 2020 y 2021 [3].

Desde la mirada de Europa se identifica a la economía social (ES) como un tercer sector de la economía, cuyas actividades se desarrollan diferenciadamente de la economía pública y la economía privada lucrativa. Los cuales los valores de la ESS se materializan a partir de la forma jurídica (estructura formal: cooperativas, mutuales, asociaciones civiles, pero también las fundaciones, organizaciones religiosas, partidos políticos, sindicatos y otras entidades no lucrativas) de las entidades.

Dentro de los principales aportes de esta perspectiva, existe el agrupamiento en un ámbito común de diversas entidades que en su accionar y valores se diferencian de la lógica privada lucrativa, pero también de la estatal. Los mismos permiten cuantificar la magnitud del sector en términos de contribución a la generación de valor, empleo y otros efectos positivos sobre la integración social, pudiendo de esta forma interpelar la agenda de políticas públicas para el sector.

Desde la perspectiva de América Latina, se logra presentar las figuras de la economía del trabajo y la economía para la vida, que, si bien realizan aportes diferenciados, tienen en común el valor de impulsar sentidos alternativos de la construcción económica de la sociedad, centradas en el criterio central de la reproducción ampliada de la vida humana y el buen vivir.

En apego al principio de solidaridad y cooperación, todos los emprendimientos que se puedan generar bajo el sistema de economías no tradicionales como lo son la social solidaria y la colaborativa, sirven como aporte a la activación de las economías en los países que se han visto gravemente afectados con los distintos cierres de sus empresas y parálisis comercial.

El impulsar iniciativas sociales solidarias y colaborativas como activación de la economía, es una estrategia que persigue fundamentalmente dos ejes de acción, para lo cual permitirá reincorporar a través de la apertura comercial a sus participantes y a la vez buscará la forma de ayudar a las personas que mayormente fueron afectados debido a la crisis y contracción económica provocada por la pandemia del COVID-19.

Según Cooper y Timmer [4] entienden a la Economía Compartida o Colaborativa, como un conjunto de actores -sin ánimo de lucro o con motivaciones sociales y medioambientales que predominan sobre el lucro económico (como lo hacen las empresas sociales)-, quienes compran, venden, alquilan, prestan, comercian, canjean y hacen trueque de activos tangibles (bienes) e intangibles (tiempos); mediante soportes TIC's y plataformas, con bajos costos de transacción. Caracterizan a esta economía con elementos claves: una comunidad que comparte la perspectiva innovadora a escala local y de proximidad, que se apoya en el uso de tecnologías en un grado modesto y que hace hincapié en las transacciones no monetizadas.

La amplia limitación de libre tránsito que ha generado la pandemia en los países a nivel del planeta, ocasiona que los modelos de negocios deban reinventarse y generar resiliencia en apoyo a las tecnologías de información y comunicación; para ello, se evidencia la potencialidad que han despertado los emprendimientos que implementan su mezcla de mercadeo a través de las plataforma electrónicas que les permiten realizar las intermediaciones comerciales hasta el punto de realizar las entregas de los bienes y servicios que se ofrecen -Deliveries-.

Según Schotz [5] El Cooperativismo de plataforma o Platforcoop es un ecosistema en el que podemos encontrar una serie de plataformas e iniciativas que dan soporte a este modelo económico en la red. Las plataformas cooperativas facilitan la producción y distribución de productos, contenidos y servicios. Lo que diferencia a estas plataformas de cualquier otra plataforma similar (ebay, airbnb, itunes, facebook...) es que se rigen por los principios cooperativos de copropiedad y gobernanza democrática.

El cooperativismo de plataforma surge como movimiento para combatir el tsunami de plataformas de la economía colaborativa y de microtrabajos poco o mal remunerados que reduce los derechos laborales de las personas que trabajan en ellas.

El enfoque de los emprendimientos bajo economías no tradicionales, busca mantener ese equilibrio entre la ayuda social, solidarias y colaborativas, y que, a la vez, permita generar rentabilidad suficiente para sacar a muchas personas de las situaciones de crisis económica en las que se encuentran. Debido a lo anterior, se puede decir que, en el afán de poder contribuir a la activación económica, es fundamental que los gobiernos de cada uno de los países a nivel del mundo le apuesten al financiamiento de todos aquellos emprendimientos que lo que persiguen es a manera de actividades legales y participativas, una integración económica mediante encadenamientos que proporcionen los insumos de consumo necesario para alcanzar un equilibrio en el ciclo de circulación económico.

De acuerdo Schotz [5] apunta diez principios para el cooperativismo de plataforma:

1. La propiedad colectiva de la plataforma;
2. El pago decente y la seguridad de renta;
3. La transparencia y portabilidad de los datos;
4. La apreciación y el reconocimiento del valor generado;
5. Las decisiones colectivas en el trabajo; un marco legal protector;
6. La protección transferible de los trabajadores y la cobertura de las prestaciones sociales;
7. La protección ante las conductas arbitrarias en el sistema de r ating;

8. El rechazo a la excesiva vigilancia en el puesto de trabajo;
9. El derecho de los trabajadores a desconectar;
10. La necesidad no solo de plataformas bajo estos principios, sino también de un ecosistema cooperativo a su alrededor.

El cooperativismo de plataforma, es la expresión más clara y reciente de la implementación de las tecnologías emergentes dentro de las economías solidarias e iniciativas colaborativas, en la cual se controla bajo políticas de democracia, conectando directamente a los usuarios con los servicios, tal es el caso de iniciativas como GLOVO, UBER en sus inicios, entre otros.

En Costa Rica, pese a que el Ministerio de Trabajo está realizando fuertes labores para integrar estos nuevos modelos de economías y poder normarlas, sus esfuerzos no han sido suficiente; esto debido a que las cooperativas de plataforma no son vistas con buenos ojos por ciertos sectores económicos del país (transportistas, entre otros), esto pese, en ocasiones son fuentes de empleo importantes y bien remuneradas, las garantías y prestaciones sociales están ausentes, razón por la cual, el país y la normativa no las adoptan como parte de la economía en su estructura legal.

Existen varias posiciones desde la asamblea legislativa en nuestro país, inclusive perspectivas que incluso violan los tratados internacionales; y que, de ser cierto, obligaría al país a adoptar las iniciativas como parte de la economía local y con ello el trabajar en una serie de normativas para su debido control, con el fin de no generar ventaja ante otros gremios competidores.

Debido a lo anterior, es que los esfuerzos del aparato estatal deben centrarse en normalizar las plataformas electrónicas, las cuales son utilizadas para la intermediación comercial como nueva tendencia y que se potencia en referencia a las restricciones vehiculares que limitan el libre tránsito de las personas.

Servicios habitacionales como AIRBNB y de Transporte como UBER, son dos de los ejemplos más claros de economías colaborativas con un enfoque comercial, que son transados a través de plataformas económicas. Para lo cual, hoy en día, instituciones como el Ministerio de Hacienda, permite realizar la inscripción de la actividad económica sustantiva a la que dedican dichas iniciativas permitiendo estar al día con sus obligaciones tributarias; situación que no esta claro en otras ramas como las legales y de garantía sociales en nuestro país.

Los modelos de negocios basados en economías como la social solidaria y la colaborativa, demandan además de apoyo financiero por parte de las instituciones correspondientes, todo aquella normativa y legislación que les permita en complemento a las tecnologías emergentes, poder desenvolver con facilidad y competir libremente.

Las tecnologías emergentes, permiten que las economías se muevan con mayor efectividad (Eficiencias + Eficacia) que, en otras épocas, esto debido a que posee mayor información y de calidad en menor tiempo a través de las bases de datos o “big datas” que le permite realizar análisis profundos y exactos para la toma de decisiones. Por otro lado, las tecnologías emergentes vienen a revolucionar -por medio de la tecnología Blockchains- los medios de pago tradicionales y darle paso a pago o transacciones con monedas virtuales.

Debido a la adopción e implementación de tantos las economías como las tecnologías emergentes, es que el país se está reinventando en el plano de la generación de nuevos modelos de negocio con enfoque sociales y colaborativa. Es por ello, y en respuesta a las necesidades de la población, que las personas han iniciado a emprender en ideas colaborativas que lo que busca es una unión de muchas personas bajo un modelo de empresa horizontal, en donde todos los participantes tienen voz y voto y se administra en democracia.

Los emprendimientos buscan alcanzar un fin social, proporcionando diferentes fuentes de empleo, comercialización de los bienes y servicios a un precio justo, eliminando la intermediación en la cadena de producción; esto les permitirá generar valor y ventajas competitivas de las cuales no se contaban en el pasado. Con base a dicho propósito, es que nace como medida para combatir los altos niveles de desempleo y pobreza que azota a todo el planeta y que fue agravado por la pandemia del COVID-19.

El nacimiento de estos nuevos modelos de negocios, están siendo apoyados y en la búsqueda de su normalización en cuanto a reglamentos se habla; ya que, se proyectan según los Gobiernos, como las nuevas fuentes de empleo en respuesta a las necesidades que presentan las poblaciones con desempleo, y los sectores más vulnerables como la agricultura y zonas rurales.

Con base a la experiencia de países como Argentina y España –pioneros en ESS y Economías Colaborativa-, se logró evidenciar, que la existencia e implementación de estas nuevos modelos de negocios con base a la economías emergentes, generaran un impacto positivo en el combate del desempleo y los índices de pobreza que posee el país; ya que, la ESS y las iniciativas basadas en Economía Colaborativas, son motores generadores de emprendimientos, que lo que buscan es un bien común para las poblaciones bajo un enfoque social por encima de lucro, y los resultados obtenidos en países en los que su implementación es una realidad, nos dice que son positivos, logrando alcanzar el objetivo perseguido.

Según datos aportado en la Republica.net por Montserrat Ruiz [6], Directora Ejecutiva de la Cámara Nacional de la Economía Social Solidaria de Costa Rica; el impacto directo e indirecto de las iniciativas económicas basadas en un enfoque Social Solidario y Colaborativo en nuestro país, es cada día mas grande. En lo cual, se estima que Costa Rica poco más de 1 millón de personas se encuentran ligadas de alguna manera a las figuras empresariales de la Economía Social Solidaria, de las cuales el 50% son mujeres y muchas de ellas se encuentran de manera activa en un puesto de toma de decisión; generando laboralmente unos 140.000 empleos directos y más de 50.000 indirectos.

La Economía Social Solidarias y las Iniciativas colaborativas sumado a una excelente planificación estratégica por parte del Gobierno con apoyo y financiamiento, permite que se alcance una reinención en la generación de emprendimientos y nuevos modelos de negocio; por lo cual, las empresas se enfocarán en el fin solidario antes que el lucro, beneficiando a las poblaciones interesadas al punto que les genere un ingreso, y a la vez fungirá como activador de la economía del país, disminuyendo los índices de pobreza y desempleo que tanto nos agobia por el embate de la Pandemia del COVID-19.

Conclusiones y/o recomendaciones (discusión)

Como podemos ver, las economías han venido reinventándose pasando de un modelo tradicional 100% enfocado en el lucro, a modelos emergentes que se salen de lo tradicional y que se enfocan al bienestar social, solidario y colaborativo.

Es por ello, que las nuevas tendencias económicas ponen como contrapeso el lucro y se enfocan en miras del bienestar social y colaborativo, esto debido a la crisis económica que atraviesan los países, teniendo como una alternativa las económicas emergentes que contribuye a mitigar los estragos que se generaron por la pandemia del COVID-19 y que a hoy no se han podido remediar.

Si bien es cierto, se sabe que los gobiernos por sí solo, tienen la obligatoriedad de solventar y ayudar a través de programas de ayuda social a todas aquellas personas que se han visto afectadas fuertemente por el COVID-19 en materia económica; sin embargo, que mejor forma de hacer si lo hace mediante estrategias que aparte de ayudar a la ciudadanía a salir adelante le permita reactivar la economía de los países.

Debido a lo anterior, es que se propone como medida de mitigación de impacto de la pandemia a las economías mundiales en el incremento en los índices de pobreza y desempleo, que se considere un fuerte apoyo a la activación de las economías a través de la generación de nuevos emprendimientos y modelos de negocios que aparte de activadores económicos son generadores de empleo.

Para lograrlo, es requerido que los gobiernos de los distintos países inviertan en la movilización social mediante financiamiento a proyectos emprendedores, con el fin de que a través de la participación colaborativa y cooperativa se logren generar encadenamientos productivos que activen y potencien las economías que hasta hoy se encuentran en crisis.

En el caso de Costa Rica, no es un país ajeno a dicha propuesta; es por ello, que a través del Ministerio de Trabajo -Institución encargada del tema de la ESS en nuestro país- y entidades bancarias, tienen que realizar una reestructuración enfocada al financiamiento de las micro y pequeñas empresas, con el fin de incentivar a que los pequeños productores se motiven a emprender y generar oportunidades de empleo y riqueza.

Los gobiernos deben planificar de manera estratégica y utilizar las oportunidades que las economías emergentes están proporcionado como salvaguarda a las necesidades extremas de empleo.

Si bien es cierto, las economías a nivel del planeta se han venido desplomando en razón a los cierres y restricciones impuestas para combatir el coronavirus COVID-19 como medida de disminución de la propagación y contagio; es necesario retomar la reactivación de las economías y que mejor forma de realizarlo a través de enfoques sociales y participativos en donde las tecnologías de información juegan un papel super importante en la mejora eficiente de la producción y comercialización.

Hoy en día, se ha tenido mucho avance en materia de protocolos, que vienen a contribuir a la oportunidad de volver a una nueva normalidad, en donde las restricciones sanitarias se deben levantar cumpliendo con los estrictas medidas sanitarias de forma responsable; pero que a la vez, permita reactivar la economía apoyadas en la economías de plataformas y emprendimientos sociales y solidarios, persiguiendo la ideología colaborativa para estrechar alianzas estratégicas que permita forma una serie de encadenamientos en zonas donde mayormente fue afectada las economías.

Para concluir, es necesario que las autoridades competentes enfoquen la mirada y apunten hacia las economías emergentes como alternativa paliativa inicialmente, para contrarrestar el impacto negativa que ha generado la pandemia en las economías de los países; ya que las mismas llegaron para quedarse y es la oportunidad de normalizar dichas economías como parte de nuestra sociedad costarricense.

Sin embargo, para que se logre realizar una efectiva articulación entre los agentes participantes -Sector Público, Sector Privado y la Academia- deben poner las barbas en remojo y propiciar toda la infraestructura legal que permita participar libremente entre los mercados comerciales, incentivando además con recursos financieros y preparación técnica especializada.

Por último, la investigación y extensión por parte de la academia, tiene que jugar un papel complementario importante bajo el enfoque de la triple hélice, con el objetivo de fomentar a que los entes participantes apoyen en el acompañamiento de las empresas en la búsqueda del éxito y la trascendencia.

Agradecimientos

Agradezco a Dios, por manifestarse en nuestras vidas en cada detalle, con el propósito de demostrarnos que nuestro esfuerzo vale la pena. A mi familia por su gran apoyo y entrega, que me ha llevado a crecer no solo de forma intelectual, sino espiritual, moral y social. Por último, a la revista por la oportunidad de permitirme publicar el primero de muchos artículos, generando crecimiento en sabiduría y conocimiento, y aportando a la mejora como profesional, basados en ética y calidad. A todos... ¡Muchas Gracias!

Referencias

- [1] COLLIN HARGUINDEGUY, L. (2008). La Economía Social y Solidaria. Departamento Ecuménico de Investigaciones. CLACSO, México.
- [2] INEC (2021). Encuesta Continua de Empleo (ECE). Tasa de desempleo, I Trimestre 2019 – I Trimestre 2021. Costa Rica. <https://www.inec.cr/pobreza-y-desigualdad/pobreza-por-linea-de-ingreso>
- [3] INEC (2021). Encuesta Nacional de Hogares. Distribución porcentual de los hogares por año y nivel de pobreza LP según zona y región de planificación, julio 2020 y julio 2021. Costa Rica. <https://www.inec.cr/sites/default/files/documentos-biblioteca-virtual/reeceit2021.pdf>
- [4] COOPER, R y V. TIMMER. 2015. "Local Governments and the Sharing Economy." One Earth.
- [5] SCHOLTZ, T. (2016). Cooperativismo de plataforma. Desafiando la economía colaborativa. Disponible en línea: http://dimmons.net/wp-content/uploads/2016/05/maq_TreborScholz_COOP_PreF_DP.pdf
- [6] La Republica (2020). La Economía Social Solidaria en tiempos de Covid-19. Costa Rica. <https://www.larepublica.net/noticia/la-economia-social-solidaria-en-tiempos-de-covid-19>

Evaluación de la implementación de enseñanza remota de emergencia durante el contexto COVID-19: un caso de estudio en asignaturas de laboratorio de química en una institución de educación superior

Evaluating the implementation of remote emergency teaching during the COVID-19 context: a case study in chemistry laboratory subjects in a higher education institution

Wendy Villalobos-González¹, José Carlos Mora-Barrantes²,
Rodolfo Hernández-Chaverri³, Mario Villalobos-Forbes⁴

Villalobos-González, W; Mora-Barrantes, J.C; Hernández-Chaverri, R; Villalobos-Forbes, M. Evaluación de la implementación de enseñanza remota de emergencia durante el contexto COVID-19: un caso de estudio en asignaturas de laboratorio de química en una institución de educación superior. *Tecnología en Marcha*. Vol. 35, especial COVID-19. Mayo 2022. Pág. 272-285.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.6194>

- 1 Investigadora y académica, Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica. Correo electrónico: wvillalobosg@uned.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0002-3660-0169>
- 2 Investigador y académico, Universidad Nacional-Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica. Correo electrónico: jose.mora.barrantes@una.cr
 <https://orcid.org/0000-0002-0409-5276>
- 3 Investigador y académico, Universidad Estatal a Distancia. Costa Rica. Correo electrónico: rohernandez@uned.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0002-1841-1954>
- 4 Investigador y académico, Universidad Estatal a Distancia. Costa Rica. Correo electrónico: mwillalobosf@uned.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0003-0377-6229>



Palabras clave

Educación; estrategia; laboratorio; química; habilidades; remota.

Resumen

La Enseñanza Remota de Emergencia (ERE) es una forma de aprendizaje que implica el uso de soluciones de enseñanza totalmente a distancia, que, de otro modo, se impartirían presencialmente o como recursos combinados o híbridos, los cuales deben regresar al formato original una vez que la crisis o emergencia que los origina cesa. En el presente trabajo de investigación se desarrolló una Estrategia Remota de Emergencia en los Laboratorios (EREL) bajo el concepto de Modelo de Laboratorio Extendido (LE), con el fin de ser aplicado y evaluado en las asignaturas que implican laboratorios de experimentación Química en la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica (UNED-CR). El proyecto evaluó la efectividad de la EREL a partir de la perspectiva de la persona estudiante, la perspectiva de la persona docente y del desarrollo de prácticas presenciales. De acuerdo con la percepción del estudiantado, las prácticas caseras son las que colaboraron en mayor medida (más efectiva) para la comprensión de los fenómenos químicos presentados en la asignatura. No obstante, de acuerdo con la percepción de la persona docente, el estudiante debe mejorar en aspectos como la manipulación de sustancias químicas de forma segura y el uso correcto de instrumentos de laboratorio, así como el desarrollo de habilidades y técnicas de laboratorio. La EREL en el contexto COVID-19 es valorada positivamente por el equipo docente y la población estudiantil, sin embargo, se determinó que con una sola sesión presencial los estudiantes no adquieren las habilidades técnicas básicas de las asignaturas con laboratorio, por lo que es indispensable retomar la presencialidad y utilizar los recursos del Manual de Prácticas Remotas (MPR) de forma complementaria en las asignaturas.

Keywords

Education; strategies; laboratory; chemistry; skills; remote.

Abstract

Emergency Remote Teaching (ERE) is an educational procedure that involves the use of distance learning solutions in scenarios in which the teaching process would otherwise be face-to-face or guided by hybrid resources; these techniques are meant to be an alternative during a crisis and are to be ceased once the emergency subsides. In this research paper, an Emergency Remote Teaching Strategy in Laboratories (EREL) was developed under the Extended Laboratory Model (LE), to be applied and evaluated in academical subjects that involve chemical experimentation laboratories at the Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica (UNED-CR). The project assesses the effectiveness of the EREL from the perspective of the students, the teachers, and the development process of face-to-face experiments. According to the perception of the students, home experiments contributed to a greater extent (most effectively) in the understanding of the chemical concepts related to each subject. However, according to the perception of the teachers, the students must improve in aspects such as the safe handling of chemical substances and the correct usage of laboratory instruments, as well as the development of laboratory skills. EREL in the COVID-19 context is valued positively by the teaching staff and the students; nevertheless, it was also clear that a single face-to-face session is not enough for students to acquire the basic technical skills of laboratory subjects, which makes returning to traditional learning a priority, keeping the use of resources such as Remote Experimentation Manuals (MPR) as a complement in laboratory subjects.

Introducción

En contraste con las experiencias que se planifican desde el inicio de un periodo lectivo y están diseñadas para brindarse en línea, la enseñanza remota de emergencia (ERE) es un cambio temporal en la entrega de instrucciones de modo alternativo en circunstancias de crisis. Implica el uso de soluciones de enseñanza totalmente a distancia para la instrucción o la educación que, de otro modo, se impartirían presencialmente o como asignaturas híbridas, y que pretenden volver a dicho formato una vez que la crisis o la emergencia termina [1]. La ERE se puede aplicar con cierta flexibilidad a asignaturas 100% teóricas; no obstante, su implementación en asignaturas experimentales de materias de Ciencias Naturales y Exactas requiere de mayores esfuerzos para el desarrollo de instrumentos de enseñanza aprendizaje.

En el caso particular de asignaturas que involucran asignaturas experimentales, como lo son los laboratorios de ciencias, usualmente la entrega de la docencia y los objetivos de aprendizaje se llevan a cabo en espacios físicos acondicionados con infraestructura, instrumentos, equipos y materiales (reactivos químicos u otros) adecuados a las necesidades pedagógicas y de seguridad requeridos por los mismos. La finalidad de estas asignaturas es complementar los conceptos teóricos a través de la experimentación para comprobar conceptos, leyes y teorías [2]. En el trabajo experimental los estudiantes aprenden nuevos conceptos, los vincula con los previos, los reconstruye, los confronta y los comparte [3].

El uso de experimentación suele ser una estrategia didáctica utilizada para la enseñanza de Química, sin embargo, está habitualmente dirigida al uso de laboratorios científicos, equipo de laboratorio y reactivos químicos; que implican un costo económico y un grado de peligrosidad de acuerdo con las propiedades fisicoquímicas y toxicológicas de las sustancias [4]. La Química con un enfoque experimental es un método de enseñanza más efectivo para el aprendizaje de los estudiantes, debido a que muchos conceptos se vuelven abstractos y la comprensión de un proceso mediante una descripción verbal o expositiva, se dificulta sin en el acompañamiento de una metodología vivencial por parte del estudiante [5].

Con la pandemia, las prácticas educativas tradicionales debieron ser adaptadas, las instituciones educativas migraron a la modalidad virtual, dándose un auge en la entrega docente apoyada en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), así como a las tecnologías del aprendizaje y del conocimiento (TAC): uso de espacios formativos virtuales y entorno educativos para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje [6].

La adaptación y modificación de las prácticas educativas tradicionales bajo el contexto de la pandemia COVID-19 han sido categorizadas como ERE [7], tratándose de una propuesta temporal y alternativa debido a circunstancias de crisis con la finalidad de garantizar la continuidad educativa [1]. Los asignaturas de ciencias experimentales no son independientes de la ERE, por lo tanto, migraron al igual que los asignaturas 100% teóricas, al sistema remoto [8]. Un tipo de modelo educativo relacionado con la ERE es el denominado “Modelo de Laboratorio Extendido” (LE), definido como el uso didáctico y sistémico de dispositivos y estrategias (recursos) para llevar a cabo actividades experimentales en entornos educativos digitales. Estos recursos permiten aumentar la probabilidad de que se generen aprendizajes de procedimientos, actitudes y conceptos [8].

En el Modelo LE se incluyen recursos como: laboratorios caseros, laboratorios virtuales, simuladores y laboratorios remotos [8]. Los laboratorios caseros, son prácticas experimentales simples y seguras, que el estudiantado a través de una guía puede ejecutar en su hogar mediante uso de materiales de fácil acceso [9]. Por otra parte, los simuladores son aplicaciones o programas que pretenden la visualización de fenómenos, objetos o procesos [10]. Los laboratorios virtuales incluyen el uso de simuladores y/o videos pregrabados. Los videos cumplen con el propósito de ser una herramienta transmisiva de información y conocimiento

[11], permitiendo al estudiante visualizar procedimientos *in situ*, pero no en tiempo real. Finalmente, en los laboratorios remotos la persona usuaria controla remotamente un proceso y/o dispositivo a través de una red. Bajo este esquema, el estudiante utiliza y controla los recursos disponibles en un laboratorio, mediante el uso de sensores e instrumentación capaces de realizar una interactividad con equipamientos reales, estos promueven aprendizajes vinculados al diseño experimental y al manejo de datos [12].

En el presente trabajo de investigación se desarrolló una Estrategia Remota de Emergencia en los Laboratorios (EREL) bajo el concepto de Modelo LE, con el fin de ser aplicado y evaluado en las asignaturas que implican laboratorios de experimentación Química en la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica (UNED-CR). El proyecto evaluó la efectividad de la EREL a partir de la perspectiva de la persona estudiante, la perspectiva de la persona docente y del desarrollo de prácticas presenciales.

Materiales y métodos

Se desarrolló una EREL, utilizando como eje central la elaboración de un instrumento de enseñanza aprendizaje denominado “Manual de Prácticas Remotas” (MPR), y bajo el concepto de Modelo de LE, con la inclusión y puesta en marcha de prácticas de laboratorios presenciales. El proyecto de investigación implicó las siguientes etapas; a) definición de la población de estudio, b) desarrollo y ejecución de la EREL (elaboración del MPR) y c) evaluación de la efectividad y aceptación del MPR por parte de estudiantes y docentes.

Se colectaron datos cuantitativos y cualitativos de forma simultánea mediante el uso de instrumentos como lista de chequeo y encuesta. El análisis de los datos se realizó posterior a su recolección, lo cual según Hernández-Sampieri y Mendoza-Torres (2018) corresponde a una investigación de tipo mixta y de enfoque secuencial [13].

Población de estudio

El alcance de la Estrategia Remota de Emergencia en los Laboratorios (EREL) corresponde a los asignaturas de laboratorio de Química de la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales de la UNED-CR impartidos durante el segundo cuatrimestre del año 2021. En total se ofertaron 5 asignaturas de laboratorio para una población estudiantil de 270 estudiantes y un total de 16 personas docentes.

Desarrollo y ejecución de la Estrategia Remota de Emergencia en los Laboratorios (EREL)

Debido a las restricciones impuestas a nivel país en cuanto a reducción de aforos y horarios de tránsito en vía pública, no se ofertaron en la UNED-CR las asignaturas con laboratorio durante el II cuatrimestre 2020. Durante este periodo se desarrolló la EREL con la finalidad de asegurar la continuidad de la educación y la oferta de estas asignaturas en el cuatrimestre siguiente. En la figura 1, se muestra un esquema del proceso de la estrategia diseñada.

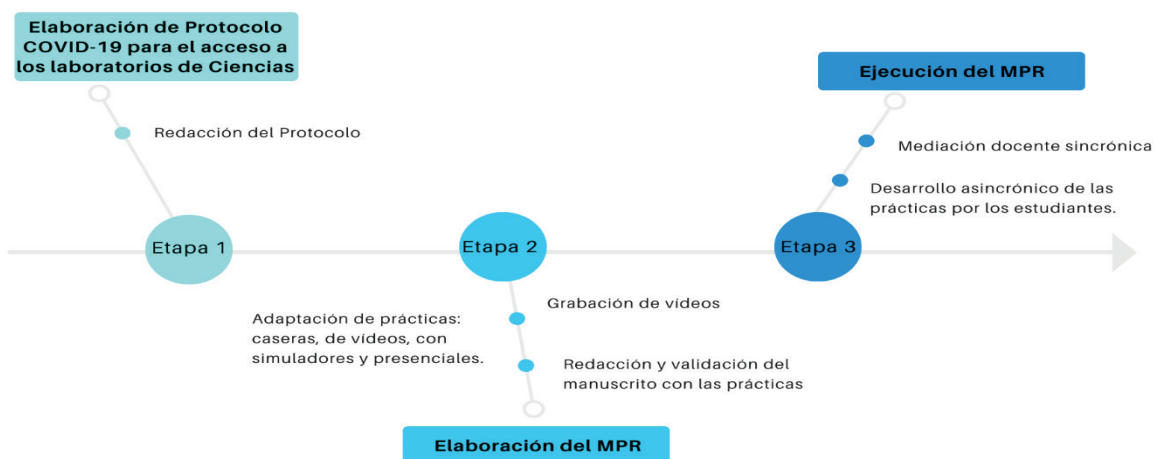


Figura 1. Esquema del desarrollo de la EREL para las asignaturas con laboratorio de Química, UNED-CR.

De acuerdo con la figura 1, la primera etapa implicó la elaboración de un Protocolo COVID-19 para el acceso a las practicas presenciales a los laboratorios de Ciencias. El protocolo considero los lineamientos establecidos por el Ministerio de Salud de Costa Rica (<https://www.ministeriodesalud.go.cr/>), que señala los aspectos básicos de seguridad para la protección de los usuarios contra el virus en espacios públicos. La elaboración del protocolo se realizó en conjunto con la asesoría de la Regencia Institucional y el Departamento de Salud Ocupacional de la UNED-CR.

En la segunda etapa de la estrategia (Elaboración del MPR) se analizó bajo un enfoque exhaustivo los objetivos de aprendizaje y las prácticas presenciales (Manual de Practicas Presenciales, MPP) de cada asignatura con laboratorio de Química. El MPR está compuesto de 32 prácticas experimentales clasificadas según las siguientes cuatro categorías: caseras, de simuladores, de vídeo y presenciales. Cada práctica presenta su objetivo de aprendizaje, una introducción teórica, una sección de materiales, el procedimiento a realizar, cuadros de resultados y una actividad de cierre con preguntas de aprendizaje (con la finalidad de profundizar en la temática). Para las prácticas incluidas en el MPR de vídeo se preparó un guion previo, se solicitaron los reactivos y materiales a la bodega de suministros y se realizó la edición post grabación del material audiovisual. La validación del MPR se realizó con un grupo de docentes que ejecutaron las prácticas y realizaron aportes al documento escrito.

Una vez desarrollado y validado el MPR, se incluyó en las plataformas virtuales y programas de los asignaturas (Etapa 3). La ejecución de la EREL contó con la mediación del personal docente a través de un medio virtual sincrónico, con el fin de explicar y aclarar los detalles de las practicas remotas. Posteriormente, de forma asincrónica, la persona estudiante desarrolló las prácticas de laboratorio y sintetizó los resultados de forma escrita a través de cumplimiento de actividades como: libretas de laboratorios y presentación de reportes científicos del tema evaluado. El 87.5 % de las practicas se desarrollaron de manera remota, no obstante, se realizó una sesión presencial para promover el acercamiento del estudiante al trabajo de laboratorio, para su familiarización con los instrumentos y materiales especializados, así como para la ejecución de técnicas analíticas básicas.

Evaluación de la efectividad y aceptación del MPR por parte de estudiantes y docentes

Posterior a la ejecución de las practicas remotas y presencial se evaluó la efectividad y aceptación del MPR por parte de estudiantes y docentes mediante los siguientes instrumentos: entrevistas, listas de chequeos, reuniones, sesiones de trabajo y visitas in situ a los laboratorios. Se utilizaron

como principales fuentes de información los resultados obtenidos de las perspectivas de: 1) los estudiantes matriculados en asignaturas con laboratorio y 2) los docentes de las asignaturas con laboratorio de Química.

La muestra de estudio para la aplicación de los instrumentos anteriores correspondió a 95 estudiantes y 15 docentes. No obstante, se estima que alrededor de 72 estudiantes y 15 docentes, fueron los casos individuales y representativos, para un muestreo probabilístico aleatorio sistemático con un intervalo de confianza del 95% y margen de error del 10%.

En el cuadro 1 se muestra información sobre los instrumentos de recolección de datos. Los instrumentos fueron validados y perfeccionados mediante un grupo de 5 expertos, docentes con al menos 5 años de experiencia en impartir las asignaturas con laboratorio de Química.

Cuadro 1. Detalle de los instrumentos para la recolección de datos utilizados para evaluar la efectividad y aceptación del MPR por parte de estudiantes y docentes.

Instrumento	Técnica	Propósito	Conformación
Encuesta a estudiantes	Cuestionario	Determinar el grado de apreciación de las personas estudiantes matriculados en una asignatura con laboratorio, con respecto a la EREL implantadas por las Cátedras.	9 respuesta cerrada 3 enunciados estilo Likert (del 1-5) 7 respuesta abierta
Encuesta a docentes	Cuestionario	Determinar el grado de apreciación del personal docente que imparten laboratorios, con respecto a la EREL implantadas por las Cátedras	4 respuesta cerrada 2 enunciados estilo Likert (del 1-5) 5 respuesta abierta
Lista de chequeo	Lista de verificación	Evaluar la ejecución de la sesión presencial de laboratorio desde tres aspectos: cumplimiento de protocolos de seguridad y COVID-19, trabajo en el laboratorio y técnicas de laboratorio	Enunciados positivos (21 en total) con tres aspectos a evaluar: 9: Cumplimiento de protocolos de seguridad y COVID-19 6: Trabajo en el laboratorio. 6: Técnicas de laboratorio

Las encuestas se construyeron con la herramienta de Forms Office 365, posteriormente se enviaron vía correo electrónico a estudiantes y docentes. Las listas de chequeo fueron construidas en formato Word® y remitidas por correo electrónico solamente a los profesores, para su posterior aplicación a los estudiantes que asistieron a la ejecución las prácticas presenciales. Las listas de chequeo evaluaron los siguientes tres aspectos: a) el cumplimiento de los protocolos COVID-19 y de seguridad en el laboratorio, b) el trabajo en el laboratorio y c) las técnicas de laboratorio.

Para el procesamiento y análisis de la información de los cuestionarios, se prepararon bases de datos y tablas dinámicas de las respuestas a las encuestas, mediante hojas de Microsoft Excel®. En las preguntas con escala de tipo Likert, se calcularon frecuencias relativas para la generación de gráficos de frecuencia, con la finalidad de visualizar mejor los resultados. Por último, se tabularon los datos obtenidos mediante las listas de chequeo, determinándose las frecuencias absolutas y relativas de cada respuesta positiva o negativa

Resultados y discusión

La población estudiantil encuestada (n=95) poseía una composición etaria en el rango entre los 18-53 años. En total, se consideró el criterio de 27 hombres y 68 mujeres, con un mayor rango de edad entre los 19-25 años (60%). La figura 2 muestra la distribución porcentual de estudiantes por asignatura cursada en el II cuatrimestre del 2021. La mayor parte (77%) de los estudiantes pertenecen al asignatura de Laboratorio de Química I, para un total de 73 estudiantes. Por su parte la asignatura con menor cantidad de estudiantes corresponde al laboratorio de Química Agroindustrial I, con solamente un estudiante, que representa el 1% de la muestra evaluada.

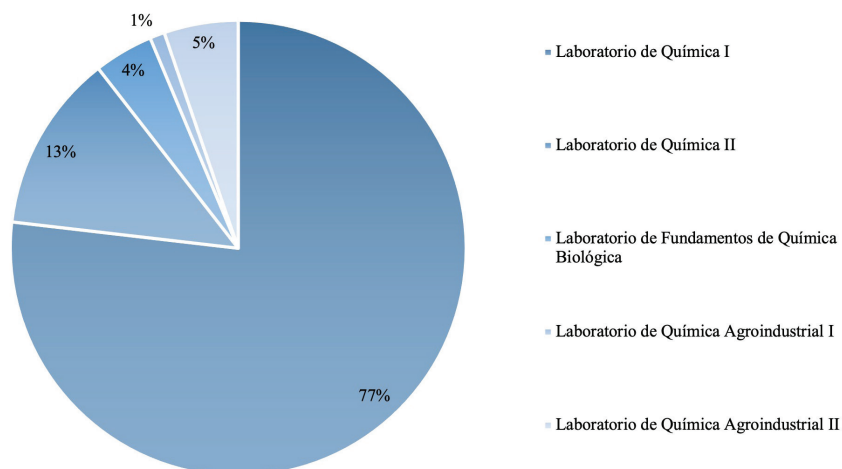


Figura 2. Distribución por asignatura matriculada en el II cuatrimestre 2021 de los estudiantes encuestados para la evaluación de la efectividad y aceptación del MPR.

La figura 3 muestra los resultados sobre la percepción del estudiantado con respecto a las practicas incluidas en el MPR. De acuerdo con los encuestados, un total de 42% de los encuestados (63 estudiantes) presentan una mayor afinidad por las prácticas caseras, 35% (52 estudiantes) prefieren los experimentos basados en videos, mientras que 23% (35 estudiantes) se sienten más cómodos con el uso de simuladores. La mayor preferencia por las prácticas de índole casera se debe a aspectos como; el contacto directo de estudiantes con la experimentación (no técnica), la observación de fenómenos en tiempo real (cambios de color, burbujeo, formación de un gas, etc.) y el fomento en el desarrollo de la curiosidad por el uso de sustancias de la cotidianidad. Estudios recientes destacan esta preferencia de los estudiantes a realizar experimentación en casa, ya que favorecen y mantienen su interés en el asignatura [14].

Con lo que respecta a la preferencia del estudiantado sobre la efectividad de las prácticas, esta, presenta un mismo orden de distribución que la preferencia de prácticas por afinidad, es decir, experimentos caseros (51%, 48) sobre videos (40%, 38) y estos últimos sobre simuladores (9%, 9). De acuerdo con la percepción del estudiantado, las prácticas caseras son las que colaboraron en mayor medida para la comprensión de los fenómenos químicos presentados en la asignatura (más efectiva). La preferencia de los estudiantes a las practicas mediante videos tanto por su afinidad (35%) y efectividad (40%) obedece a razones de una mayor visualización de equipos, materiales y técnicas de laboratorio en el sitio. Sin embargo, de acuerdo con Kelley (2020) este tipo de LE, suele visualizarse como alternativas más fáciles y rápidas de completar por parte del estudiantado [14].

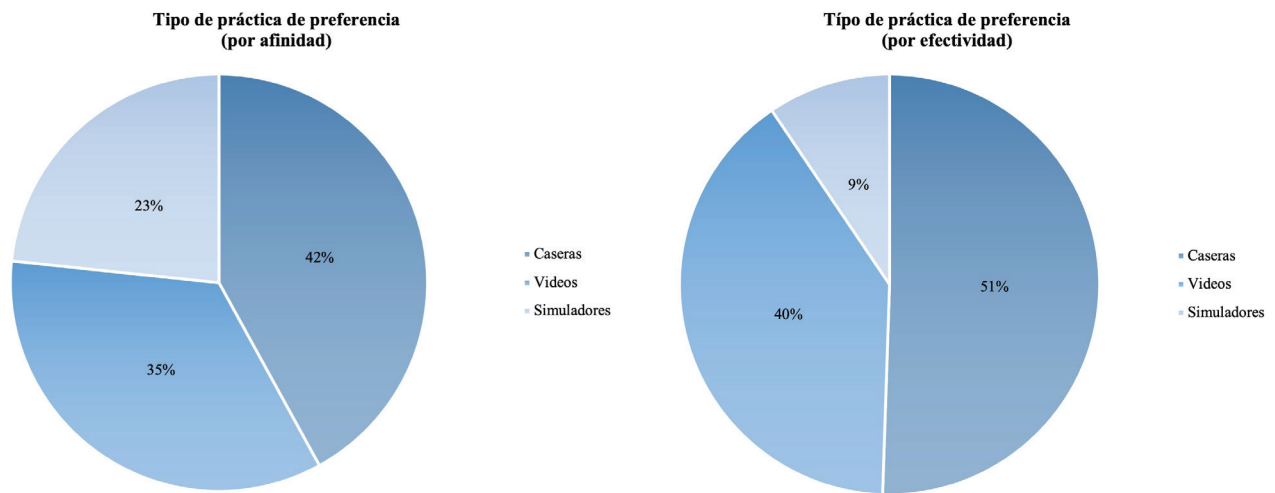


Figura 3. Percepción del estudiante por afinidad y efectividad de los tipos de prácticas incluidos en el MPR.

En relación con las practicas incluidas en el MPR, se muestra en el cuadro 2 el detalle del contenido de las preguntas con escala estilo Likert aplicadas a la persona estudiante. Los resultados de esta encuesta se muestran en la figura 4.

Cuadro 2. Enunciados para las preguntas estilo Likert en la encuesta para los estudiantes.

Pregunta	Enunciado
P1	Los experimentos del MPR ¿Le ayudaron a comprender mejor los aspectos teóricos-prácticos de la asignatura?
P2	En la práctica presencial ¿Usted se sintió seguro ejecutando las técnicas de laboratorio y manipulando los instrumentos?
P3	¿Cree usted que fue útil la práctica presencial?

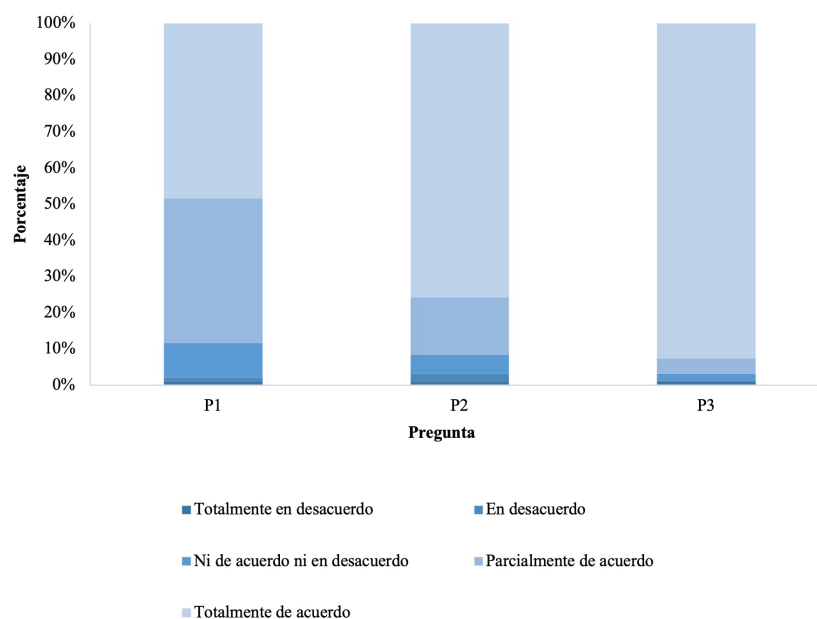


Figura 4. Frecuencias relativas obtenidas para las preguntas estilo Likert de los estudiantes.

Los resultados de la figura 4, indican que el 88% (84) de los estudiantes responden de forma positiva a la interrogante sobre si los experimentos del MPR le permiten una mejor comprensión de los aspectos teóricos-prácticos de la asignatura. De acuerdo con Kelley (2020), para los estudiantes la experimentación remota es más positiva que no hacer laboratorios, pero es más negativa que hacer la actividad presencial [14]. Esto se confirma con la buena anuencia de los estudiantes en asistir a la sesión presencial, de los estudiantes matriculados (270) en el II cuatrimestre 2021, el 98% (265) acudió al laboratorio de la universidad para ejecutar su práctica experimental.

Por su parte, con respecto a pregunta P2 (cuadro 2) el 92% (87) de los estudiantes exteriorizaron sentirse seguros ejecutando las técnicas de laboratorio y manipulando instrumentos de laboratorio (figura 4). No obstante, esta respuesta requiere de un mayor análisis y cuestionamiento, considerando que puede ser respondida sin un fundamento de conocimiento previo, debido a que 71 estudiantes expresaron que la práctica presencial fue su “primera experiencia de contacto en un laboratorio”.

La figura 5 representa los resultados de la percepción del docente por efectividad de los tipos de prácticas incluidos en el MPR. De acuerdo con los docentes evaluados, un 73% (11) considera que las prácticas caseras son más efectivas para el proceso enseñanza aprendizaje, mientras que un 20% (3) se inclina por el uso de simuladores, solo uno (7%) consideran atinentes el uso de videos. La preferencia de los docentes por las prácticas caseras por efectividad (73%), obedece a que este tipo de práctica le permite a la persona estudiante “aprender haciendo”. Estudios destacan que este tipo de prácticas son una buena alternativa ya que confieren al estudiantado las habilidades experimentales no técnicas como: la resolución de problemas, planificar y ejecutar investigaciones, recolectar, analizar y construir explicaciones, crear argumentos a partir de la evidencia observada, evaluar y comunicar información científica [2, 15]. Sin embargo, la obtención de suministros en casa podría presentar desafíos para la población estudiantil con vulnerabilidad económica [14].

Tipo de práctica de preferencia (por efectividad)

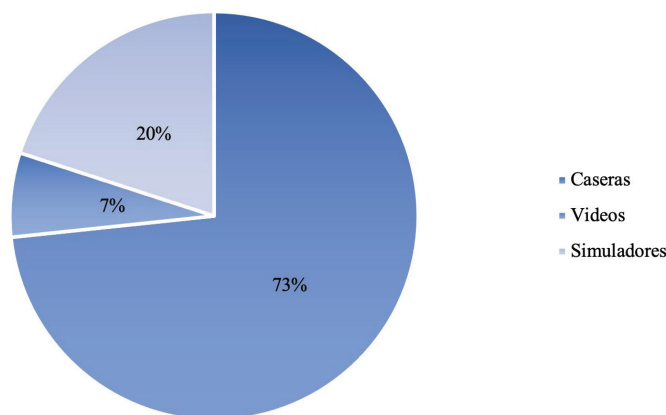


Figura 5. Percepción del docente por efectividad de los tipos de prácticas incluidos en el MPR.

La efectividad de las practicas incluidas en el MPR y su aceptación por parte de profesores se evaluó de acuerdo con el detalle del contenido de las preguntas con escala estilo Likert mostradas en el cuadro 3. La figura 6 indica las frecuencias relativas obtenidas para las preguntas estilo Likert en la encuesta a el personal docente. Según la figura 6, un total de 13

(87%) de los docentes perciben de forma positiva la EREL en el contexto COVID-19 y un 73% (11) indica que con el MPR los estudiantes pueden al menos visualizar fenómenos químicos estudiados en la asignatura.

Cuadro 3. Enunciados para las preguntas estilo Likert en la encuesta al personal docente.

Pregunta	Enunciado
P1	Según su apreciación como docente ¿Cree que la EREL implementada es la más adecuado en el contexto COVID-19?
P2	Según su apreciación como docente ¿Cree que los estudiantes con el MPR pueden al menos visualizar fenómenos estudiados en la asignatura?

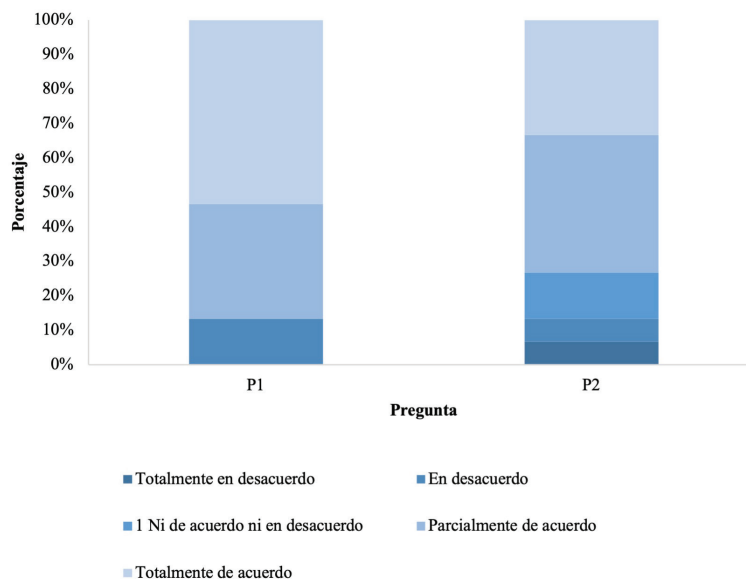


Figura 6. Frecuencias relativas obtenidas para las preguntas estilo Likert en la encuesta al personal docente.

En el cuadro 4 se presentan las frecuencias relativas asociadas a los enunciados de las listas de chequeo para la evaluación de la sesión presencial en el laboratorio. Se observa un mayor panorama de la percepción por parte del profesor sobre la efectividad de las prácticas presenciales y del desenvolvimiento percibido por parte del docente sobre los estudiantes que asistieron a la sesión presencial de laboratorio. Se resaltan y analizan los valores negativos superiores o iguales al 50%.

Según los resultados del cuadro 4, la persona docente (83%) expresa la necesidad de utilizar una guía de trabajo con instrucciones previas por parte del profesor. Un total de 10 (67%) de los encuestados indica que las personas estudiantes no reconocen las técnicas de laboratorio por su nombre. Por su parte, un 83% (12) de los docentes señalan que el estudiante no reconoce los instrumentos de laboratorio por su nombre. En relación con los aspectos como la manipulación de sustancias químicas de forma segura y al uso correcto de instrumentos de laboratorio, un total de 8 (50%) de los académicos expresan que los estudiantes no lo realizan de forma correcta. De igual forma un 75% (11) señala además la necesidad de mejoramiento por parte del estudiante en la ejecución de las técnicas de laboratorio. Es importante indicar que el manejo de equipos y sustancias químicos son habilidades y destrezas que se adquieren con mayor presencialidad de trabajo en el laboratorio.

Cuadro 4. Frecuencias relativas asociadas a los enunciados de las listas de chequeo para la evaluación de la sesión presencial en el laboratorio.

Aspecto por evaluar	Enunciado	Porcentaje de respuestas	
		Positivas	Negativas
Cumplimiento de protocolos de seguridad y COVID-19	Las personas estudiantes asisten a el laboratorio utilizando la vestimenta adecuada	67%	33%
	Las personas estudiantes asisten a el laboratorio utilizando los artículos de seguridad requeridos	83%	17%
	Las personas estudiantes antes de ingresar a el laboratorio mantienen el distanciamiento físico	83%	17%
	Las personas estudiantes antes de ingresar a el laboratorio desinfectan sus manos, calzado y celular	100%	0%
	Durante la sesión de laboratorio las personas estudiantes mantienen el distanciamiento físico.	92%	8%
	Las personas estudiantes se abstienen de compartir materiales durante la sesión de laboratorio.	92%	8%
	Al realizar consultas a el tutor o instructor, la persona estudiante mantiene el distanciamiento físico.	92%	8%
	Están marcadas las estaciones de trabajo de cada estudiante, cumpliendo con el distanciamiento físico	83%	17%
	Se cumple el aforo de estudiantes en el laboratorio.	100%	0%
Trabajo en el laboratorio.	La persona estudiante acude con su libreta de laboratorio <i>preelaborada</i> de forma digital o física.	75%	25%
	La persona estudiante ejecuta la práctica sin necesidad de instrucciones previas por parte del tutor/instructor	17%	83%
	El estudiante distribuye el tiempo de forma tal que puede finalizar con la practica presencial de forma adecuada.	75%	25%
	Las personas estudiantes trabajan de forma independiente a la hora de realizar el procedimiento de la práctica presencial.	58%	42%
	Las personas estudiantes mantienen el orden y el aseo en su estación de trabajo	92%	8%
	El ambiente de trabajo se siente seguro a pesar de las circunstancias COVID-19.	92%	8%
Técnicas de laboratorio	Las personas estudiantes reconocen los instrumentos de laboratorio por su nombre	17%	83%
	Las personas estudiantes reconocen las técnicas de laboratorio por su nombre	33%	67%
	Las sustancias químicas son manipuladas por las personas estudiantes de forma segura y adecuada	50%	50%
	Los instrumentos de laboratorio son manipulados por las personas estudiantes de forma correcta y para cumplir el objetivo de la práctica presencial	50%	50%
	Las técnicas de laboratorio son ejecutadas de forma correcta por las personas estudiantes.	25%	75%
	Las personas estudiantes ejecutan las técnicas de laboratorio de forma independiente.	58%	42%

En la figura 7 se muestran un resumen de las apreciaciones de estudiantes y profesores entorno a la práctica presencial. El 97% de los estudiantes encuestados (92 estudiantes) concuerdan que la práctica presencial es de utilidad, el 99% (94 estudiantes) indican sentirse cómodos y seguros durante el desarrollo de la sesión presencial (a pesar de la situación COVID-19), el 88%

(84 estudiantes) coincide que es necesario ampliar las sesiones presenciales de laboratorio, y el 86% (82 estudiantes) muestra disposición a asistir a mayor cantidad de sesiones a pesar del contexto actual de pandemia.

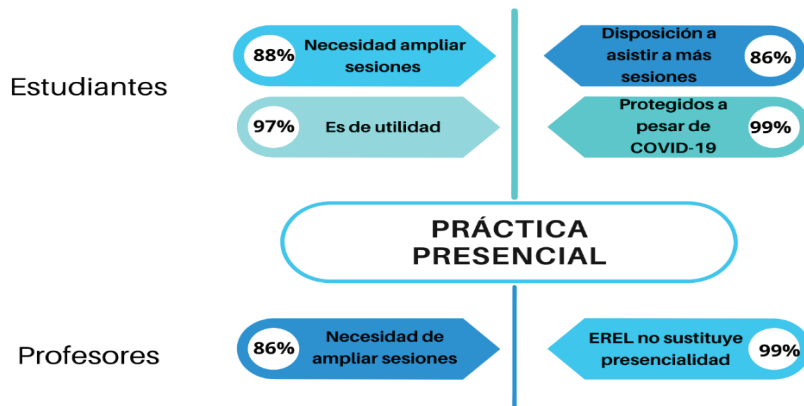


Figura 7. Apreciaciones finales de profesores y estudiantes con respecto a la práctica presencial.

De acuerdo con la figura 7, un 99% de los docentes indican que la EREL no sustituye la presencialidad, esto concuerda con los datos mostrados en la figura 6 donde una cantidad de 13 (86%) docentes expresan la necesidad de ampliar las sesiones de laboratorio in situ. No obstante, el personal docente infiere positivamente en la EREL (87%, figura 7). De acuerdo a Argel *et al* (2020), Sandi (2020) y Idoyaga (*et al*, 2020) existe un consenso a nivel mundial en las agrupaciones docentes dedicadas a la Enseñanza de la Química, que los recursos incluidos en LE no reemplazan a los laboratorios reales o convencionales, pero pueden ser recursos complementarios de estos e incorporarse en actividades de evaluación auténtica fuera del laboratorio para cumplir objetivos de aprendizaje predefinidos [2, 12, 16]. El consenso indicado por los autores anteriores se evidencia en los resultados obtenidos en la presente investigación, los cuales se detallan en el cuadro 5.

Cuadro 5. Argumentos textuales de docentes y estudiantes sobre la necesidad de ampliar las sesiones presenciales de laboratorio.

Estudiantes	Profesores
“En una sesión no se abarcan todos los temas necesarios y no se adquiere experiencia en el manejo instrumental y técnicas”.	“Se requiere de destrezas puntuales y manejo de equipo especializado que sólo se puede acceder en el laboratorio”.
“Es necesario mejorar la comprensión de los temas, necesidad de un aprendizaje más significativo”.	“La práctica vivencial en un laboratorio es única e irrepetible, en donde se pueden ver in situ los errores en el uso de los diferentes equipos y cristalería”.
“Las prácticas presenciales permiten interiorizar mejor los conocimientos, y permiten familiarizarse con técnicas de laboratorio”.	“La práctica es fundamental para el aprendizaje. La adecuada manipulación de la cristalería, equipos, sustancias, etc. Solo pueden ir mejorando si se trabaja de manera física”

Es una realidad positiva que estudiantes y docentes presenten consenso en la necesidad e importancia de las sesiones presenciales de laboratorio y como ésta impacta la adquisición de habilidades y destrezas de laboratorio en la inserción exitosa del profesional en el mercado laboral (cuadro 5).

Conclusiones

La EREL en el contexto COVID-19 es valorada positivamente por el equipo docente y la población estudiantil, ya que las practicas incluidas en el MPR permiten que el estudiante visualice fenómenos químicos, recolecte y analice datos experimentales, sintetice la experiencia a través de la vivencia experimental y comunique la información a través de reportes científicos. Pero con las listas de chequeo aplicadas en campo (sesión presencial de laboratorio), se confirmó que los estudiantes con la EREL no adquieren las habilidades técnicas básicas de las asignaturas con laboratorio. Esto se evidenció porqué 5 de los 6 enunciados de esta categoría fueron valorados con respuestas negativas superiores o iguales al 50% por parte de los profesionales. Debido a la situación anterior, estudiantes y docentes coinciden en la necesidad de regresar a la presencialidad en los laboratorios.

La EREL fue creada como una estrategia transitoria y para darle continuidad a la educación superior ofrecida por la universidad, pero la experiencia y este estudio confirma la necesidad de regreso a la presencialidad. La sesión presencial aplicada en la EREL ha sido valorada favorablemente por estudiantes y docentes y los protocolos COVID-19 se han cumplido a cabalidad (9 de los 9 enunciados de las listas de chequeo tienen respuestas positivas superiores o iguales al 50%).

Posterior a la pandemia, los recursos incluidos en MPR pueden ser utilizados de forma complementaria en las asignaturas teóricas y prácticas a través de guías o como evaluación autentica, según objetivos de aprendizaje predefinidos. Además, como medio de apoyo para situaciones especiales justificadas cuando un estudiante no puede asistir de manera presencial (enfermedad, fenómenos naturales u otras), se cuenta ahora con nuevos recursos para este tipo de apoyo.

Recomendaciones

A partir de la evidencia presentada en este estudio, se recomienda valorar la ampliación de las sesiones presenciales de laboratorio, con la finalidad de cumplir con los objetivos de aprendizajes incluidos en los currículos de las asignaturas con Laboratorio de Química.

Referencias

- [1] C. Hodges, S. Moore, B. Lockee, T. Trust y A. Bond (27 de marzo de 2020). The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning [En línea]. Disponible:<https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>
- [2] S. Sandi, "Experimentation Skills Away from the Chemistry Laboratory: Emergency Remote Teaching of Multimodal Laboratories", *Journal of Chemical Education*, vol. 97, no 9, pp. 3011-3017, 2020. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00803>
- [3] A. Cazares, "La Actividad Experimental en la Enseñanza de las Ciencias Naturales. Un Estudio en la Escuela Normal del Estado de México." *Ra Ximhai*, vol. 10, no 5, pp. 135-148, 2014. <https://doi.org/10.35197/rx.10.03.e1.2014.09.ac>
- [4] N. Chacón, F. Saborío y N. Nova, "El uso de recursos didácticos de la Química para estudiantes, en los colegios académicos diurnos de los circuitos 09 y 11, San José, Costa Rica", *Revista Electrónica Educare*, vol. 20, no 3, pp. 1-24, 2016. <https://doi.org/10.15359/ree.20-3.2>

- [5] L. A. García-Argüelles, R. Escobar-Lorenzo y F. L. López-Medina, "Tareas experimentales de la química general para contribuir a la formación inicial del ingeniero mecánico", *Revista Cubana de Química*, vol. 28, no 2, pp. 675-691, 2016.
- [6] M. Moya López, "De las TICs a las TACs : la importancia de crear contenidos educativos digitales", *DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia*, vol. 27, p. 1-15, 2013.
- [7] F. J. García-Peñalvo, A. Corell, V. Abella-García, y M. Grande, "La evaluación online en la educación superior en tiempos de la covid-19", *Education in the Knowledge Society*, vol. 21, no 12, pp. 1-26, 2020. <http://dx.doi.org/10.14201/eks.23086>
- [8] Idoyaga, I. J (2020). El Laboratorio Extendido: una oportunidad para la educación científica en entornos digitales [En línea]. Disponible: <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>
- [9] I. Idoyaga y J. Maeyoshimoto, "Las actividades experimentales simples: una alternativa para la enseñanza de la física". En ENDFI, Arica, Chile, 2018, pp.55-68.
- [10] F. Torres (2018). Simulador virtual model ChemLab como estrategia para la enseñanza de la Química inorgánica [En línea]. Disponible: <https://encuentros.virtualeduca.red/storage/ponencias/bahia2018/Y649mjsBHKVNjcZ8U7frEnhRllt2VWg2UmPajwM7.pdf>
- [11] J. G. Dávila-Vélez, "El uso del video educativo como herramienta didáctica complementaria para el desarrollo de conocimientos procedimentales", en Encuentro Internacional De Educación En Ingeniería ACOFI, Cartagena de Indias, Colombia, 2018, pp.2-9.
- [12] I. Idoyaga, L. Vergas-Badilla, C.N. Moya, E. Montero-Miranda, y A.L. Garro-Mora, "El Laboratorio Remoto: una alternativa para extender la actividad experimental", *Campo Universitario*, vol. 1, no 2, pp. 4-26, 2020.
- [13] R. Hernández-Sampieri y C.P. Mendoza-Torres, *Metodología de la Investigación: Las Rutas Cuantitativa, Cualitativa y Mixta*. Ciudad de México: McGraw Hill Education, 2018.
- [14] E. Kelley, "Reflections on Three Different High School Chemistry Lab Formats during COVID-19 Remote Learning", *Journal of Chemical Education*, vol. 97, no 9, pp. 2606-2616, 2020. <https://dx.doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00814>
- [15] A. Vergara, T. Chaves, A. Benitez y A. Ogando, "Implementing Project-Based Learning as an Effective Alternative Approach for Chemistry Practical Courses Online", *Journal of Chemical Education*, vol. 98, no 11, pp. 3502-3508, 2021. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00379>
- [16] N. Argel, P. Carasi, C. Manassero y A. Quiroga, "El Trabajo Experimental en Tiempos de Pandemia, Desafíos y Alternativas Virtuales", en III Jornadas sobre las Prácticas Docentes en la Universidad Pública, 2020, pp. 1-7.


El reto educativo universitario ante la pandemia por COVID-19: propuesta de criterios pedagógicos

The university educational challenge in the face of the COVID-19 pandemic: proposal of pedagogical criteria

María Gabriela Amador-Solano¹, Erick Francisco Salas-Acuña²

Amador-Solano, M.G; Salas-Acuña, E.F. El reto educativo universitario ante la pandemia por COVID-19: propuesta de criterios pedagógicos. *Tecnología en Marcha*. Vol. 35, especial COVID-19. Mayo 2022. Pág. 286-300.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.6195>

1 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.
Correo electrónico: gamador@itcr.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0001-5027-1480>

2 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.
Correo electrónico: esalas@itcr.ac.cr
<https://orcid.org/0000-0003-1447-4824>



Palabras clave

Educación universitaria; pandemia; COVID-19; educación remota de emergencia; competencia docente; competencia digital.

Resumen

En Costa Rica, varios estudios ya han reflexionado sobre los impactos de la emergencia sanitaria por el COVID-19 y de la educación remota en la educación superior. Sin embargo, aún no se han encontrado investigaciones que aborden al profesorado como objeto de estudio o que se ubiquen en el contexto del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), por lo que la motivación para este trabajo se justifica en ese vacío investigativo. El propósito de este artículo es proponer los criterios pedagógicos y las competencias idóneas para impartir lecciones en educación remota, así como documentar un estudio de caso realizado en el contexto del ITCR durante los años 2020 y 2021. Se plantea la necesidad de que el docente utilice el Marco Común de Competencia Digital para autoevaluarse respecto a las fortalezas y debilidades en cuanto a su competencia tecnológica. El estudio de caso, basado en una investigación cualitativa, recolectó datos de 250 estudiantes universitarios de los cursos de Comunicación Escrita y Comunicación Oral, a través de dos instrumentos, una observación y una encuesta en línea semiestructurada a través de preguntas abiertas relacionadas con las ventajas y recomendaciones del uso de las consignas didácticas, estrategias y recursos. Entre los resultados obtenidos de la observación destaca la importancia de la consigna para aquellos estudiantes con una baja conectividad a quienes se les dificulta participar de las sesiones sincrónicas. En cuanto a la encuesta, un cien por ciento de los estudiantes afirma que el uso de este tipo de estrategia didáctica orienta el recorrido que se debe realizar para poder construir el conocimiento.

Keywords

University education; pandemic; COVID-19; remote emergency education; teaching competence; digital competence.

Abstract

In Costa Rica, several studies have already reflected on the impacts of the health emergency caused by COVID-19 and remote education in higher education. However, no research has yet been found that addresses teachers as an object of study, or that it is located in the context of the Technological Institute of Costa Rica (ITCR), so the motivation for this work is justified in this research gap. The purpose of this article is to propose the pedagogical criteria and the ideal competencies to teach lessons in remote education, as well as to document a case study carried out in the context of the ITCR during the years 2020 and 2021. It is argued that teachers need to use the Common Digital Competence Framework to self-assess the strengths and weaknesses in terms of their technological competence. The case study, based on qualitative research, collected data from 250 university students from Writing and Oral Communication courses through two instruments, an observation and a semi-structured online survey with open questions related to the advantages and recommendations of the use of didactic instructions, strategies and resources. Among the results obtained from the observation, the importance of didactic instruction stands out for those students with low connectivity who find it difficult to participate in the synchronous sessions. Regarding the survey, 100% of the students affirm that the use of this type of instruction guides the route that must be followed in order to build their knowledge.

Introducción

En 2022, dos años después de iniciada la emergencia sanitaria por el COVID-19, los impactos educativos de la pandemia se muestran mucho más alarmantes de lo que se previó desde un inicio. En este punto, insistir en afirmar que estamos ante una transformación sin precedentes del sistema educativo resulta más que evidente. En su lugar, la situación actual demanda acciones cada vez más urgentes orientadas a minimizar las desigualdades en el acceso, la permanencia y graduación de muchos estudiantes, sobre todo de aquellos en condiciones de mayor vulnerabilidad.

En Costa Rica, el más reciente informe del Estado de la Educación [1] muestra un panorama educativo que enfrenta nuevas formas de exclusión. El documento señala cómo, junto a la ya conocida desigualdad estructural que padecen muchos niños, niñas y adolescentes debido al aumento en los niveles de pobreza, con la implementación de la educación remota la brecha digital se convirtió en otro factor más que influyó en el ejercicio del derecho humano a la educación.

En este contexto, el acceso a internet se convirtió en un elemento determinante para ciertos sectores de la sociedad costarricense. La Región Brunca, Huetar Caribe y Huetar Norte, por ejemplo, mostraron bajos niveles de conexión en el hogar, y una mayor dependencia al uso de datos móviles [1]. Con mucha razón, en una publicación de marzo de 2021, en el sitio web del Programa Estado de la Nación, se afirmaba que “el celular está salvando la clase” [2]. Si bien esto fue cierto para muchos estudiantes, para otros el problema tuvo que ver con la calidad de la señal de internet o, más grave aún, con el acceso a la tecnología o las condiciones apropiadas en el hogar para el desarrollo de las lecciones bajo esta modalidad.

Además de los estudiantes y sus familias, la migración forzada a la educación remota de emergencia significó un reto para las instituciones educativas y sus docentes. El informe citado reconoce el problema que representó para muchos el manejo de la tecnología al impartir lecciones. Los bajos niveles en competencias digitales fueron el reflejo de una educación que, a pesar de algunos esfuerzos modestos en esta materia, se mostraba limitada en cuanto a los recursos y conocimientos necesarios para enfrentar este nuevo contexto.

Como consecuencia de todo esto, el rezago educativo se presenta como la mayor amenaza que enfrenta el sistema educativo costarricense en los años venideros. La huelga de educadores del 2019, los recortes en los contenidos de algunas materias por parte del Ministerio de Educación Pública (MEP) y la curva de aprendizaje del 2020 debido a la implementación de la educación remota de emergencia en el 2020 y 2021 han generado un “apagón educativo” [1] para una generación de estudiantes cuya preparación limitará sus posibilidades de ingreso y permanencia en la educación superior pública.

Al igual que el MEP, la educación universitaria costarricense se enfrentó a los mismos retos, aunque con condiciones diferentes que favorecieron algunos logros importantes. Según [1], durante los dos primeros años de pandemia, la matrícula no se redujo, y el margen para redirigir recursos financieros permitió aportar a la sociedad mediante la investigación, la extensión y la acción social. Sin embargo, los problemas de acceso a internet y a la tecnología fueron una constante, así como la falta de preparación de los docentes en estrategias de mediación pedagógica a través de la tecnología. Sin duda, toda esta experiencia se ha convertido en un reto, pero también en una oportunidad para que las universidades actualicen sus modelos pedagógicos en función de un mayor aprovechamiento de las TIC y de los componentes virtuales en procesos educativos.

Sobre esto, hay que señalar que varios estudios a nivel nacional ya han reflexionado sobre los impactos de la pandemia y de la educación remota en la educación superior costarricense. Estos trabajos pueden clasificarse según se enfoquen en las instituciones, los docentes o los estudiantes. Desde el punto de vista institucional, se encontraron dos ensayos [3] [4] que abordan tanto las limitaciones presentes como las posibilidades que trae consigo el modelo de virtualización versus el sistema universitario de la Universidad Estatal a Distancia (UNED) y la Universidad Nacional (UNA). Por su parte, [5] [6] [7] profundizan desde la perspectiva estudiantil en las implicaciones del modelo virtual en los procesos de aprendizaje, así como en la afectación en la permanencia del estudiantado en el sistema educativo, específicamente en el contexto de la UNA y la Universidad de Costa Rica (UCR). Cabe mencionar que no se encontraron investigaciones que abordaran al profesorado como objeto de estudio, o que se ubicaran en el contexto del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), por lo que la motivación para este trabajo se justifica en ese vacío investigativo.

En el ITCR, luego de que el gobierno declarara estado de emergencia nacional por COVID-19 y emitiera la orden de cierre total de los centros educativos a partir del 16 de marzo de 2020, la Rectoría decide suspender el curso lectivo a partir de ese mismo día a la 1:00 pm³. No es sino hasta el lunes 27 de abril cuando se reanudan las lecciones con asistencia de la tecnología digital⁴. Como parte de esta directriz, se resuelve que el Centro de Desarrollo Académico (CEDA), el Departamento de Administración de Tecnologías de Información y Comunicaciones (DATIC) y el TECDigital, la plataforma creada por el TEC para gestionar entornos virtuales de aprendizaje, trabajen en un plan de capacitación de docentes en torno al uso de tecnologías para la enseñanza bajo la modalidad de educación remota de emergencia.

Este concepto, acuñado a raíz de la emergencia suscitada por la pandemia por COVID-19, se refiere a una modalidad de enseñanza surgida como una medida temporal ante una situación emergencia en la que la educación presencial se sustituye por un proceso de enseñanza aprendizaje mediado por la tecnología [8]. Su principal diferencia con respecto a otras denominaciones similares como “educación virtual” o “educación a distancia”, tiene que ver con la poca preparación con la que se cuenta para organizar adecuadamente los recursos tecnológicos. Esta situación ejerce una gran presión sobre las instituciones educativas y sus docentes, pero también se visualiza como una gran oportunidad para avanzar en el uso de tecnologías digitales para la enseñanza.

Como se afirmó en el inicio de esta introducción, no hay duda de que la educación se está transformando para ajustarse a un nuevo contexto en el que las tecnologías son un componente fundamental para asegurar la calidad del derecho humano a la educación. En medio de este proceso, los docentes son quienes tienen la principal responsabilidad de hacer el cambio, y es por ello que resulta importante conocer cómo estos han utilizado las ventajas de la virtualidad para el beneficio de sus estudiantes. Dos años después de que todo iniciara, las experiencias son muchas y valiosas. El propósito de este artículo es proponer los criterios pedagógicos y las competencias idóneas para impartir lecciones en educación remota, así como documentar un caso particular realizado en el contexto del Instituto Tecnológico de Costa Rica durante los años 2020 y 2021.

3 Resolución RR-070-2020

4 Resolución RR-099-2020

Necesidad de una autoevaluación a partir del Marco Común de Competencia Digital

El Marco Común de Competencia Digital es un documento elaborado en octubre 2017 por el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y Formación del Profesorado de España (INTEF) con el fin de mejorar la competencia digital del profesorado. En este manual se describen las cinco áreas competenciales y 21 competencias estructuradas en 6 niveles para la mejor comprensión del lector, con el fin de que pueda analizar sus conocimientos, capacidades y actitudes en torno a su realidad [9].

Parte del reto que se tuvo que asumir en la docencia universitaria fue el conocimiento de líneas específicas para poder impartir clases virtuales y con ello, las estrategias didácticas pertinentes para la mejora de su práctica educativa. El documento del Marco Común de Competencia Digital permite identificar el nivel de competencia digital de una persona docente, en un nivel progresivo de desarrollo y autonomía que parte desde el nivel A1 y continúa hasta el nivel máximo C2. Y no solo el reto es para la población de educadores, también lo es para el estudiantado porque debe enfrentarse a esta nueva modalidad con la certeza de poder ejecutar los proyectos o tareas a través de plataformas, sitios web o recursos tecnológicos en general.

La formación en competencias es un imperativo curricular que, en el caso de la competencia digital, ha tenido hasta ahora una especificación poco desarrollada y diversa en sus descriptores al no existir un marco de referencia común. Desarrollar la competencia digital en el sistema educativo requiere una correcta integración del uso de las TIC en las aulas y que los docentes tengan la formación necesaria en esa competencia. [9].

Tal como se afirma en la cita anterior, el docente debe conocer el nivel de competencia que tiene en el campo de la tecnología educativa, para que fortalezca sus habilidades y trabaje en el desarrollo de las debilidades. Esto le permitirá reforzar una de las áreas de la profesionalización que ha quedado desatendida con el pasar de los años y que ha tomado auge en el reto educativo que enfrentamos. En el marco de la competencia digital, se proponen cinco dimensiones y a partir de esto 21 competencias. En el cuadro 1 se describe la teoría que explica el documento del Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y Formación del Profesorado.

Varios son los estudios que se han publicado al respecto de este marco, entre ellos una investigación de España que pretende aportar un diagnóstico del nivel que tienen los futuros docentes del grado de Maestro en Educación Infantil y de Educación Primaria, en las áreas competenciales. Según [10], se llegó a la conclusión que el grado que predomina entre los encuestas es el usuario principiante (A1 y A2) para las competencias de “Creación de Contenidos Digitales” y “Resolución de Problemas”.

“Estos resultados coinciden con los obtenidos en otras investigaciones en las que se está poniendo de manifiesto que las competencias digitales de los futuros docentes, ‘nativos digitales’, no son tan amplias como cabría esperar” [10]. Valdría la pena que este análisis se tome en cuenta al diseñar una malla curricular de un determinado programa académico universitario para poder atender las debilidades que se han detectado en los educadores.

Otra investigación realizada en universidades públicas de España y de la Comunidad Valenciana señala, como parte de su conclusión al estudio, la escasa oferta que tienen las universidades respecto a las asignaturas relacionadas con las TIC, pues no existe un tratamiento de la competencia digital en los planes de estudio y en la formación docente del profesorado. “Los resultados del estudio muestran ciertas limitaciones en cuanto al total de créditos específicos sobre tecnologías de la información y la comunicación (TIC), [...] Por tanto, las posibilidades

reales de mejorar la enseñanza y la adaptación a la nueva realidad social a través de las TIC quedan pendiente, en gran medida, de la voluntad de cada futuro docente, que deberá buscar una mayor formación fuera de las titulaciones oficiales analizadas” [11].

Cuadro 1. Modelo de las dimensiones y competencias del Marco Común de Competencia Digital. Fuente: Elaboración propia a partir de [9].

Dimensión	Descripción general
1. Información y alfabetización informacional	Identificar, localizar, recuperar, almacenar, organizar y analizar la información digital.
2. Comunicación y colaboración	Comunicación en entornos digitales, compartir recursos a través de herramientas en línea, colaborar a través de las herramientas digitales, interactuar y participar en comunidades y redes.
3. Creación de contenidos digitales	Crear y editar nuevos contenidos, producir expresiones creativas, productos multimedia y de programación, tratar y aplicar los derechos de propiedad intelectual y licencias.
4. Seguridad	Protección personal, protección de datos, protección de la identidad digital, medidas de seguridad, uso seguro y sostenible.
5. Resolución de problemas	Resolución de problemas: identificar necesidades y recursos digitales, tomar decisiones informadas en cuanto a cuáles son las herramientas digitales más adecuadas según el propósito o la necesidad, resolver problemas conceptuales a través de los medios digitales, utilizar de forma creativa las tecnologías, resolver problemas técnicos y la actualización de la propia o de otras competencias.

A nivel de Latinoamérica se han realizado también diversos estudios, entre ellos por investigadores de Colombia, México, Chile y Uruguay. Una de las investigaciones se titula: “Indicadores para evaluar la competencia digital docente en la formación inicial en el contexto chileno-uruguayo”, la cual concluye sobre la necesidad urgente de lograr una adecuada inserción de las TIC en los procesos educativos y del conjunto de indicadores que corroboran el nivel elemental del manejo de la competencia digital con el que cuentan los educadores después de haber llevado sus estudios superiores de formación profesional. [12]

Otro estudio en este mismo campo tiene por nombre “El desarrollo de la competencia digital docente durante la formación del profesorado”, en el que se sugiere implementar estrategias que buscan mejorar los niveles de desarrollo de la competencia de las TIC en la educación, a través de las carreras de pedagogía dado que el nivel de formación docente en este campo es bajo. “Es necesario avanzar en la apropiación de recursos tecnológicos y en uso de los espacios virtuales para el aprendizaje, acompañamiento y seguimiento”. [13]

En las investigaciones consultadas resulta evidente la tendencia a darle énfasis a la inclusión de la competencia digital en los planes curriculares de los programas de formación docente. A partir de esta idea se toma en consideración el Marco Común de Competencia Digital y el test de autoevaluación que se propone en ese documento, para conocer el nivel que se tiene en esta área de formación. “En síntesis, se trata de implementar en los entornos virtuales el modelo didáctico centrado en la construcción del conocimiento por el estudiante, para el desarrollo del pensamiento, mediante [...] un proceso social colaborativo y nuevas prácticas que posibiliten una mejor asimilación del conocimiento”. [14]

Criterios pedagógicos para la elaboración de una consigna de clase

Una de las acciones principales para tomar decisiones en cuanto a los criterios pedagógicos que forman parte del espacio de aprendizaje es la elaboración de una consigna diaria a partir del diseño instruccional del curso. Tanto este último como la consigna serán fundamentales para darle una mejor organización a la clase y para que los estudiantes tengan claridad sobre el procedimiento de las actividades didácticas, máxime que se trata de cursos para la educación remota.

En la presencialidad en el aula, específicamente al impartir los cursos de Comunicación Escrita y Comunicación Oral de la Escuela de Ciencias del Lenguaje, del ITCR, antes de la pandemia, no se había considerado el trabajo con un diseño instruccional y mucho menos con una consigna por cada una de las clases semanales. Esto porque la dinámica de trabajo siempre obedeció a un planeamiento semestral a partir del programa curricular oficial y el diseño de un cronograma de actividades.

Son muchas las definiciones que se han planteado sobre lo que implica un diseño instruccional (DI). Uno de los autores más recientes que escribe sobre el tema es [15], quien plantea que el diseño instruccional puntualiza las actividades del proceso de diseño, desarrollo, implementación y evaluación de propuestas formativas que se utilizarán para un curso. Además, facilita la elaboración de los materiales didácticos-pedagógicos, contenidos, evaluación que beneficiarán tanto al profesor como al estudiante para la ejecución de los recursos mencionados, tomando en cuenta que dicho diseño instruccional debe estar adecuado tanto a las exigencias institucionales como para el aprendiente.

Otro de los autores que ha desarrollado investigación sobre el tema de recursos virtuales para un diseño instruccional en línea es [16], quien lo describe como un tipo de planeación que propone un boceto de lo que será la instrucción específica para los educandos, es decir, la programación del conjunto de métodos relativos al proceso de enseñanza-aprendizaje, la evaluación, así como los fines, principios y valores que persigue la educación.

Ante el cambio de la presencialidad a la virtualidad en el ITCR, específicamente en los cursos de la Escuela de Ciencias del Lenguaje, sede central Cartago, hubo que reestructurar el plan de clase, modificar el cronograma de actividades que se venía utilizando y realizar un diseño instruccional acorde a las clases remotas. Las decisiones tomadas al respecto por los autores de este artículo son producto de capacitaciones que han llevado en años anteriores, en las que han tenido que generar materiales para la construcción de cursos en una determinada plataforma tecnológica.

De igual manera, fue indispensable considerar las teorías de diseño instruccional basadas en lo expuesto por dos autoras [17], quienes plantean que, para la mejor comprensión de dichos conceptos, se clasifican en dos generaciones, a la primera generación del diseño instruccional se le reconoce como DI-1 y a la segunda generación del diseño instruccional DI-2. La DI-1 plantea un enfoque principalmente de corte conductista por estar bajo el marco de las teorías de aprendizaje de carácter conductual; la DI-2 corresponde a teorías que toman en cuenta aspectos como el contexto, la naturaleza del contenido, el aprendizaje de los estudiantes, el sistema de creencias y valores del educador. Ambas orientan la selección de los métodos de instrucción más ajustados a la situación en cuestión.

El tipo de diseño instruccional que se considera en esta investigación y para efectos de la creación de consignas para los cursos respectivos en estudio, es la de la segunda generación pues integra un enfoque más orientado a una pedagogía de carácter constructivista, basada en la comprensión, a fin de apoyar a los agentes educativos para poder mejorar el proceso de

formación. En este sentido, el aprendizaje por comprensión llega a ser un proceso progresivo donde se van alcanzando diferentes niveles de desempeño por comprensión, es decir, que gradualmente se expande la capacidad del desempeño flexible del aprendiz [17].

A partir de esta teoría de DI-2 se propone una estructura de consigna específica para los cursos que se imparten, tanto Comunicación Escrita como Comunicación Oral. Según [18] hay dos tipos de plantillas pedagógicas que se sugieren para realizar las consignas, estas son: aprendizaje por descubrimiento y aprendizaje basado en problemas. La primera fue desarrollada con el objetivo de promover el aprendizaje profundo, así como las habilidades meta-cognitivas y, por último, el compromiso estudiantil. La segunda tiene la meta de enseñar a los estudiantes habilidades de resolución de problemas de la vida real con una metodología social y colaborativa.

Tanto la plantilla de aprendizaje por descubrimiento como la de aprendizaje basado en problemas permiten un orden en la guía que se les dará al estudiantado para las clases lectivas. Si es la primera, integra una introducción, contenidos, tareas, procesos y recursos, evaluación, conclusión y enlaces de referencias bibliográficas. Si es la segunda, incluye un glosario de términos donde se lista un conjunto de enlaces relacionados con el objetivo, un recurso de tipo vídeo donde se expone el tema, un directorio de archivos PDF, una prueba de evaluación para medir el conocimiento, una herramienta tipo chat y un foro de discusión. [18].

A partir de la teoría, para efecto de los cursos de Comunicación Oral y Escrita en estudio se decidió utilizar como consigna de las lecciones la plantilla de aprendizaje por descubrimiento debido a que se adapta al objetivo general de cada materia, porque se trata de promover habilidades meta-cognitivas para que el educando produzca un texto escrito determinado o bien, una exposición oral. Además, las partes que la incluyen permiten el desarrollo de una consigna didáctica variada en cuanto a actividades creativas y organizadas, según las estrategias y técnicas requeridas en el campo académico.

Según [19], una consigna es una formulación que activa diferentes procesos de enseñanza, creando un puente entre educador y educando. Tiene diferentes variables por considerar: propósito de la actividad, lenguaje utilizado para su elaboración, extensión, información que aporta para su resolución, pensar en el proceso que va a realizar el estudiante, el desafío que se le va a presentar mediante la acción por realizar y la significatividad de la propuesta para el alumno.

Teniendo claro los términos de diseño instruccional, tipos de plantillas y consigna, a continuación en la figura 1 se expone la propuesta de los elementos de la consigna para los cursos en estudio:

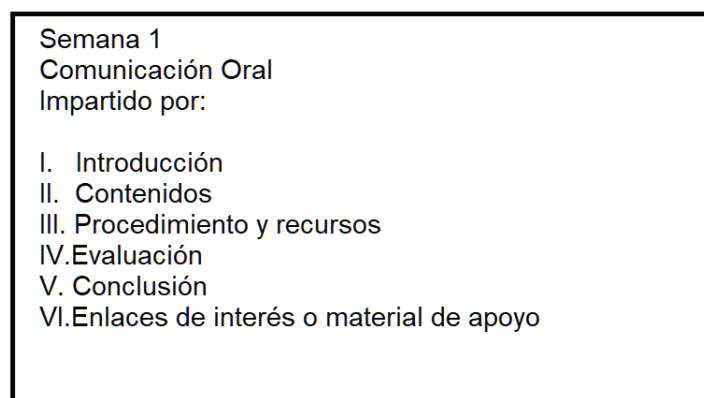


Figura 1. Consigna de la Semana 1 para los cursos Comunicación Oral y Comunicación Escrita. ITCR.

De la imagen anterior, en la introducción se escribe un párrafo con la descripción de lo que se va a abarcar en la clase y lo que el estudiante tendrá que realizar de manera general. En los contenidos se escriben los temas que se van a abarcar durante la clase, en el procedimiento y recursos se agregan las actividades didácticas y las herramientas que se necesitan para cumplir con la propuesta. Finalmente, en la evaluación se especifica lo que se va a calificar, en la conclusión un breve resumen del tema que será observado en clase y se adicionan los enlaces de interés con materiales que complementan el tema visto.

En esta plantilla que se le presenta al estudiantado por cada una de las dieciséis lecciones que abarca el semestre lectivo, se le comparten los hipervínculos de cada uno de los materiales didácticos que se requieren para realizar las actividades, a partir de la teoría vista en clase. La ventaja es que, si un estudiante tuviera problemas de conectividad o alguna otra razón para no asistir a la lección sincrónica, puede consultar el documento de la consigna que le servirá de guía y de repaso, porque tendrá en un solo lugar todo el conjunto de recursos que necesita para el desempeño académico en el curso respectivo.

Un ejemplo de lo anterior es la consigna realizada para el curso Comunicación Oral, específicamente para el tema “Principios básicos de la comunicación oral empleados en el mundo profesional”. Se expone la proyección de un vídeo titulado: ¿Qué es la comunicación asertiva? del canal de *Youtube* y se agrega el hipervínculo que dirige al enlace de la web⁵. Luego se incluye el enlace de una presentación realizada en la herramienta *Genially* sobre los conceptos generales del emprendedurismo en el mundo profesional. Finalmente, se explica el paso a paso de la actividad que realizarán en salas de la plataforma *Zoom*, con el fin de que comenten en pequeños subgrupos la importancia del tema para el desempeño laboral.

Para incluir los hipervínculos en la consigna se utiliza la plataforma tecnológica llamada TEC Digital, propia y diseñada para el Instituto Tecnológico de Costa Rica, la cual dispone de herramientas para la comunicación sincrónica y asincrónica, el intercambio de recursos educativos en diferentes formatos, la gestión de la evaluación, gestión de rúbricas, entre otros servicios, lo que permite potenciar el aprendizaje más allá del espacio del aula física. [20].

De la mano de la plataforma tecnológica y el tipo de plantilla que estemos usando se deben seleccionar diferentes estrategias y recursos que permitan alcanzar los objetivos de aprendizaje. Para ello es importante diferenciar ambos conceptos, una estrategia se entiende como el conjunto de procedimientos apoyados en técnicas de enseñanza que tienen por objeto llevar a un buen término la acción didáctica, es decir, alcanzar los objetivos de aprendizaje [21].

Por su parte, un recurso didáctico se refiere al conjunto de materiales que intervienen y facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje. Estos materiales pueden ser tanto físicos como virtuales, asumen como condición, despertar el interés de los estudiantes y facilitar la actividad docente al servir de guía [22]. En este sentido, un ejemplo de estrategia y recurso en el planeamiento didáctico del curso Comunicación Escrita es cuando se selecciona la estrategia de aprendizaje colaborativa para que el estudiantado desarrolle un ensayo de base bibliográfica, por su parte, la técnica usada en este caso será la investigación en las bases de datos de la biblioteca del ITCR y el recurso es la plataforma de *Google Docs* mediante la cual comparten la escritura del texto que escriben, así como el sistema de referenciación bibliográfica APA séptima edición.

De esta manera, se sugiere que en la consigna didáctica se planteen actividades que incluyan una estrategia didáctica y sus respectivos recursos para complementar la interacción con el educando. A continuación, se muestra el cuadro 2 con algunas de las estrategias y recursos

5 <https://www.youtube.com/watch?v=ZgmSfdE2y-s>

usados en los cursos de Comunicación Escrita y Comunicación Oral durante los años 2020-2021. Los tipos de estrategias son parte del documento realizado por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, mencionado anteriormente.

Cuadro 2. Estrategias y recursos didácticos que se emplearon en las distintas clases de los cursos Comunicación Escrita y Comunicación Oral, durante los años 2020-2021.

Estrategia didáctica	Recursos didácticos
Interacción docente y educando	Plataformas <i>Zoom</i> , <i>Google Meet</i> , <i>Teams</i>
Trabajo colaborativo en subgrupos de estudiantes	Salas pequeñas mediante la plataforma <i>Zoom</i> , uso de vídeos demostrativos sobre el tema en estudio.
Estudio de casos	Uso del foro virtual mediante la plataforma <i>TecDigital</i> . Normas de netiqueta. Uso de <i>Padlet</i> en subgrupos.
Diseño de un proyecto de investigación	Uso de la plataforma <i>Google Docs</i> para el trabajo de manera sincrónica y asincrónica. Uso de las bases de datos de la institución. Manual de normas APA séptima edición.
Sistema de instrucción personalizada para producir vídeos con el fin de evaluar la expresión oral	Uso de las herramientas <i>TikTok</i> , <i>Loom</i> y cámara del teléfono celular para crear un vídeo.

Metodología del estudio

Este artículo se desarrolló a partir de un estudio de caso, dado que obedece a una situación particular en un contexto específico, bajo un enfoque meramente cualitativo. De esta manera, es una investigación que tiene interés en captar la realidad de cómo el estudiantado percibe el desarrollo de las lecciones a partir de criterios pedagógicos que se han establecido para solventar el cambio abrupto de la presencialidad a la educación remota. Tal como lo expresa [23], en su artículo la investigación cualitativa permite captar la realidad a través de los ojos de los sujetos actuantes, a partir de la percepción que ellos y ellas tienen de su propio contexto, asumiendo que la realidad se construye socialmente, es histórica y cambia constantemente.

Se consideró como caso el estudiantado de los años 2020 y 2021 de los cursos de Comunicación Escrita y Comunicación Oral, en los cuales se utilizó la misma propuesta metodológica con el uso del diseño instruccional de la segunda generación, la consigna de aprendizaje por descubrimiento, así como las estrategias y recursos didácticos explicados en las páginas anteriores. Los autores de este artículo fueron quienes aplicaron en sus grupos de estudiantes la metodología sugerida y pasaron instrumentos de recolección de datos basado en el análisis de contenido.

El tamaño de la muestra es de 250 estudiantes distribuidos en 10 grupos de los cursos de Comunicación Oral y Comunicación Escrita, de la Escuela de Ciencias del Lenguaje, del Instituto Tecnológico de Costa Rica, sede central en Cartago. Este grupo estudiantil son en su mayoría estudiantes de primer ingreso, de los cuales solamente 22 se ubican en segundo o cuarto año de carrera universitaria. Las carreras en las que están matriculados son Bachillerato en Administración de Empresas, Bachillerato en Ingeniería en Biotecnología, Licenciatura en Ingeniería Agrícola, Licenciatura en Ingeniería Ambiental, Licenciatura en Ingeniería en Diseño Industrial, Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica, Licenciatura en Producción Industrial y Licenciatura en Ingeniería Física.

La muestra contó con un 55.9 % de hombres y un 44.1% de mujeres con una mediana de edad de 17 a 19 años. Los estudiantes proceden de diferentes zonas de seis provincias de Costa Rica: Limón, San José, Cartago, Heredia, Alajuela y Puntarenas. Los 250 estudiantes que completaron el formulario de recolección de datos corresponde al total que logró aprobar el curso asignado, esto porque el instrumento se pasó al final del periodo lectivo semestral.

Las técnicas de recolección de datos cualitativos fueron dos, por un lado, la observación del comportamiento de los estudiantes durante el desarrollo de las lecciones, por parte de los docentes. Por otro lado, una encuesta en línea semiestructurada a través de preguntas abiertas. La plataforma que se usó para recolectar los datos fue el sitio de *Google Forms*. Dado que se recibió vasta información, para efecto de los resultados, se procedió en sintetizar los datos para un mejor análisis, comprensible y relevante.

Las preguntas generales que se le plantearon a los estudiantes se pueden sintetizar de la siguiente manera:

1. A partir de la experiencia de un curso con y sin el uso de una consigna didáctica en la plataforma TEC Digital ¿cuáles son los beneficios que permite el uso de esa guía en el desempeño académico?
2. A sabiendas de que hubo una modalidad de enseñanza surgida como una medida temporal ante una situación de emergencia en la que la educación presencial se sustituye por un proceso de enseñanza aprendizaje mediado por la tecnología ¿considera que, al regresar a las clases presenciales, se debería mantener la propuesta de la consigna didáctica para cada una de las lecciones preparadas en la plataforma TEC Digital?
3. En el curso respectivo fueron implementadas diferentes estrategias didácticas tales como: interacción entre docente y el educando, trabajo colaborativo en subgrupos de estudiantes, estudio de casos, diseño de un proyecto de investigación y sistema de instrucción personalizada. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del uso de estas estrategias para el mejor desempeño académico en el aula virtual?

Resultados

Al revisar los datos con respecto a la teoría y las preguntas generales del estudio de investigación se obtiene lo siguiente:

1. Un 6% del total de 250 estudiantes había tenido antes una experiencia en clase con el uso de una consigna didáctica, es decir, un 94% no había tenido experiencia de una clase en la que el docente utilizara una consigna en su curso.
2. Un 100% afirma que el uso de la consigna didáctica orienta el recorrido que se debe realizar para poder construir el conocimiento. Señalaron que integra elementos esenciales para la mejor comprensión y orden, tales como los hipervínculos y la descripción general de lo que se va a realizar durante el desarrollo de la lección.
3. Un 100% plantea que se debe mantener el uso de la consigna tanto en las clases presenciales como en la modalidad remota, con el fin de mantener el orden y con ello la mejor comprensión de los contenidos. Las sugerencias son: el verbo que se incluye en los enunciados de esa plantilla indica la acción que debe ejecutarse, por tanto, tener cuidado con la selección de estos verbos para que siempre sea claro y preciso el mensaje que se pretende transmitir.

4. El estudiantado en general afirma que es evidente cuando un docente conoce estrategias didácticas con el uso de la tecnología y en el caso contrario, si no las domina se nota un atraso en la secuencia de la clase. Es importante que el educador conozca previamente cada una de las estrategias didácticas y los recursos para poder dominarlos en el momento que las requiera.
5. La ventaja principal del uso de las estrategias didácticas, y con ello los recursos tecnológicos, es porque les da dinamismo a las lecciones y, de esta manera, evita caer en una rutina que sugiera las mismas propuestas durante todos los semestres.
6. Ante la observación del comportamiento de los estudiantes durante el desarrollo de las lecciones, por parte de los docentes, se puede sintetizar que hubo menos preguntas o dudas con respecto al procedimiento que debían realizar en cada actividad sugerida. Esto si se compara un curso con y sin el uso de la consigna. Los aprendientes tuvieron claridad en lo que debían hacer si seguían el paso a paso sugerido en la guía.
7. La consigna cumplió el objetivo del docente, es decir, el estructurar una secuencia didáctica que oriente los esfuerzos cognitivos del educando. Al observar el comportamiento de los aprendientes, específicamente en el trabajo ejecutado por medio de las salas de la plataforma *Zoom*, donde tuvieron que leer la consigna y realizar el procedimiento descrito, no hubo ningún problema en el diseño del producto que se pretendía.
8. En el transcurso del semestre lectivo en que se ejecutan las lecciones hubo problemas de conexión por parte de los estudiantes, algunos pertenecen a zonas rurales del país, donde la señal es mínima. Ante esta situación, la consigna juega un papel importante porque al ser una guía estructurada que ofrece el paso a paso de la clase, apoya al educando cuando este necesita repasar el contenido visto.
9. Algunos estudiantes señalaron en la encuesta, la importancia de que el docente explique la estructura de la consigna en la primera semana de clases, con el fin de que haya una mayor comprensión de la metodología que se aplica.
10. A partir de lo observado, las estrategias de aprendizaje tienen relación con el logro de los objetivos y con el aprendizaje estratégico, esto quiere decir que las actividades responden al contexto de la persona que aprende y tienen relevancia con su cotidianidad.

Conclusiones

Los efectos de la pandemia por COVID-19 en la educación han venido a agravar muchos de los problemas ya existentes en el sistema educativo costarricense y a proponer algunos nuevos. El uso de la tecnología en la mediación pedagógica, que antes se consideraba tan solo como un complemento para dinamizar la tradicional clase magistral, pasó a convertirse en un factor determinante para el proceso de enseñanza aprendizaje. Ante esto, los docentes deben elegir la manera en que van a asumir el reto que se les presenta. Lejos de considerar la educación remota como un mal necesario, quizás sea hora de que esta se convierta en una oportunidad para procurar una educación más inclusiva, pertinente y acorde a los tiempos que corren. Este reto, sin embargo, exige que los docentes se comprometan con el aprendizaje continuo, y que estén dispuestos a convertir a la tecnología en el aliado principal para sus clases, todo esto en beneficio de los estudiantes.

La educación remota supone una preparación previa por parte del docente sobre lo que significa ser un tutor virtual, el cual tiene el compromiso de guiar a sus discentes para poder alcanzar los objetivos que se plantean en el programa de los cursos, a través de la construcción

del aprendizaje que puede ser autónomo o colaborativo. Esta responsabilidad educativa implica el conocimiento del Marco Común de la Competencia Digital para apoyarse en las fortalezas y debilidades en cuanto a su competencia tecnológica.

La ventaja que tiene el documento de este marco [9] es que se puede descargar de forma gratuita en la web e incluye una escala de verificación del nivel o grado de competencia que se tiene en el campo tecnológico, permite evaluar los conocimientos y destrezas que una persona debe adquirir para ser digitalmente competente. A partir del uso de este documento y dentro del modelo de educación virtual, el papel del profesorado es fundamental para poder orientar al alumnado en la búsqueda y construcción del contenido del curso respectivo.

El reto educativo ante la pandemia por COVID-19 le exige al docente tener las habilidades para poder entender cómo funciona el proceso de enseñanza y aprendizaje en nuestros tiempos, con ello, la capacidad para usar herramientas tecnológicas, liderar y planificar entornos virtuales de aprendizaje y apoyar al aprendiente en la construcción de su propio conocimiento. Para conseguir este resultado es fundamental apoyarse en criterios pedagógicos que faciliten este objetivo.

Dentro de los criterios pedagógicos que se proponen en este artículo están el diseño instruccional, el uso de la consigna didáctica y el apoyo de estrategias para una mejor comprensión metodológica del proceso de enseñanza y aprendizaje. Por un lado, el primero permite adaptar un contenido de un curso presencial a un formato online para el logro de objetivos concretos. De hecho, a partir de los resultados que arrojaron los instrumentos de recolección de datos, existe una efectiva diferencia entre el curso que se ha sido planeado con y sin diseño instruccional.

Por otro lado, el segundo criterio sobre el uso de la consigna está claro que cumple la función de transmitir por medio de una secuencia lógica el procedimiento metodológico que el educando debe llevar a cabo para el cumplimiento de los objetivos. Como se aclaró en la redacción de los resultados del estudio, ante los problemas de conexión a internet con que cuenta el estudiantado, la consigna juega un papel importante porque al ser una guía estructurada que ofrece el paso a paso de la clase, apoya al educando cuando este necesita repasar el contenido visto.

Finalmente, el uso de las estrategias y los recursos didácticos tiene relevancia en la medida que aporte modelos educativos que permitan organizar la información de manera lógica para motivar el cumplimiento del objetivo planteado. La selección de estrategias y recursos debe responder al contexto de la persona que aprende y tiene relevancia con su cotidianidad, de ahí que el educador debe conocer a cabalidad las características del grupo de estudiantes que tiene a su cargo.

Dentro de la investigación sobre este tema en el país, este artículo buscaba incorporar la perspectiva docente, hasta ahora poco estudiada. Si bien los estudiantes están en el centro del proceso de enseñanza aprendizaje, son los docentes quienes tienen la responsabilidad de favorecer el cambio. De ahí la importancia de documentar y compartir sus experiencias. Con todo, los retos son muchos y la necesidad de realizar otras investigaciones en esta misma dirección parece ser cada vez más urgente. Continuar con el estudio de las estrategias utilizadas por los docentes para mediar los procesos de enseñanza en entornos virtuales, o cómo estos se reinventan para adaptarse a este nuevo contexto, así como qué consecuencias tiene la virtualidad en su vida laboral, social y familiar son aspectos importantes para avanzar en la construcción de una educación de calidad.

Referencias

- [1] Estado de la Nación. Octavo Estado de la Educación 2021. San José, Costa Rica: CONARE-PEN, 2021.
- [2] I. Román Vega. (2021, mar. 9). Educación remota y hacinamiento tecnológico: el celular está salvando la clase. [En línea]. Disponible: <https://estadonacion.or.cr/educacion-remota-y-hacinamiento-tecnologico-el-celular-esta-salvando-la-clase/>
- [3] A. C. Umaña Mata, "Educación Superior en tiempos de COVID-19: oportunidades y retos de la educación a distancia", *Innovaciones Educativas*, vol. 22 no. Especial, pp. 36-49, octubre 2020.
- [4] P. Carranza Marchena, y G. Zamora Sánchez, "Desafíos y oportunidades en tiempos del COVID-19: contexto pedagógico desde la Universidad Nacional y la Universidad Estatal a Distancia", *Innovaciones Educativas*, vol. 22, no. Especial, pp. 162-170, octubre 2020.
- [5] L. Kikut Valverde, Análisis de resultados de la evaluación de la virtualización de cursos en la UCR ante la pandemia por COVID-19: Perspectiva estudiantil, Universidad de Costa Rica, 2020.
- [6] M. G. Regueyra Edelman, M. E. Valverde Hernández, y A. Delgado Ballester, "Consecuencias de la Pandemia COVID-19 en la permanencia de la población estudiantil universitaria", *Revista Actualidades Investigativas en Educación*, vol. 21, no. 3, pp. 1-30, setiembre-diciembre 2021.
- [7] C. L. Chanto Espinoza, y M. Mora Peralta, "De la presencialidad a la virtualidad: Implicaciones para la población estudiantil de la Universidad Nacional de Costa Rica, ante la pandemia del COVID 19", *Revista Nuevo Humanismo*, vol. 9, no. 2, pp. 19-38, julio-diciembre 2021.
- [8] Ch. Hodges, y S. Moore, B. Lockee, T. Trust, y A. Bond. (2020, mar. 27). "La diferencia entre la enseñanza remota de emergencia y el aprendizaje en línea. [En línea]. Disponible: <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>
- [9] Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y Formación del Profesorado (2017). Marco Común de Competencia Digital Docente. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD), España, 2017. Disponible: https://aprende.intef.es/sites/default/files/2018-05/2017_1020_Marco-Com%C3%BAAn-de-Competencia-Digital-Docente.pdf
- [10] V. Girón-Escudero, R. Cózar-Gutiérrez, y J.A. González-Calero Somoza, "Análisis de la autopercepción sobre el nivel de competencia digital docente en la formación inicial de maestros/as", *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, vol. 22, no. 3, pp. 193-218, 2019. Disponible: <https://revistas.um.es/reifop/article/view/373421/272011>
- [11] J. Peirats Chacón, D. Marín Suelves, J. Granados Saiz, y D. Morote Blanco, D., "Competencia digital en los planes de estudio de universidades públicas españolas", *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 16(1), 175-191, 2018. ISSN: 1887-4592
- [12] J. Silva, P. Miranda, M. Gisbert, J. Morales, y A. Onetto, "Indicadores para evaluar la competencia digital docente en la formación inicial en el contexto chileno-uruguayo. Consejo de Formación en Educación", *RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, vol. 15, no. 3, pp. 55-67, 2016. Disponible: DOI: 10.17398/1695288X.15.3.55
- [13] J. Silva, J. Lázaro, P. Miranda, y R. Canales, "El desarrollo de la competencia digital docente durante la formación del profesorado", *Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, Año 34, no. 86, pp. 423-449, 2018. Disponible: <https://digital.fundacionceibal.edu.uy/jspui/bitstream/123456789/288/1/Desarrollo%20de%20la%20CDD%20en%20FID.pdf>
- [14] M. N. Vialart Vidal, "Estrategias didácticas para la virtualización del proceso enseñanza aprendizaje en tiempos de COVID-19", *Educ. Med. Super*, vol. 34, no. 3, 2020. Disponible: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412020000300015
- [15] K. Valdez, "Los diseños instruccionales para la implementación de cursos en entornos virtuales y su evidencia de aprendizaje en la educación superior", en *Proceedings of the Digital World Learning Conference CIEV*, 2019. [En línea]. Disponible: <http://biblioteca.galileo.edu/tesario/bitstream/123456789/956/1/8.pdf>
- [16] A. San Vicente, "Recursos virtuales para el diseño instruccional en línea", en *III Congreso de Educación y Psicopedagogía*, 2020. [En línea]. Disponible: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/65722287/Memoria_III_Congreso_de_educacion_y_psicopedagogia_2020-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1639453792&Signature=QOsy~VJGqSKe8UVd3sukF4bEXIkFr8CwV9eLrNrK0Oue~YnLnwBGSaZTyZqPoD4UZq0ZG11YMPHO nhe2g~ebgaoq8hgWPz0jvwXLrbgf5qE7DRF-tPFBoqzFtE2CtMOzACMEDNwKTyVb8IS9j2GTE5DCAK6ZsX-tRcmGYRkhQu3QgPZN5ziykeNYaQaHIUd3ogYtWgvJIFU1q7pb~qjCw3IhTfCFNJgORMmGe1IWm5XJjemperCk-GPgRCVCWqPq3nrIxBaZrhEs3WxF9OYSNVjd7mHD5H18fzhl-ghNlxfvk3NO5SHuN~ETgOvYdqze1GENjJi3QAS5k0dnclBKqx2Q__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA#page=16



- [17] A. Garay, y J. Reina, Teorías del diseño instruccional y los objetos de aprendizaje: el caos del equilibrio químico dinámico, Trabajo de grado para optar por licenciatura en educación básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Universidad del Valle, Colombia, 2016. Disponible: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/12963/3467-0525507.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [18] D. Pástor, G. Arcos, y O. Gómez. Construcción de plantillas pedagógicas en un curso en línea mediante la aplicación de teorías de diseño instruccional. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador, 2018. Disponible: https://www.researchgate.net/profile/Omar-S-Gomez/publication/333430004_Construccion_de_plantillas_pedagogicas_en_un_curso_en_linea_mediante_la_aplicacion_de_teorias_de_diseno_instruccional/links/5ced543b299bf109da770e0a/Construccion-de-plantillas-pedagogicas-en-un-curso-en-linea-mediante-la-aplicacion-de-teorias-de-diseno-instruccional.pdf
- [19] V. Ferrari, V. de Tomas, (2020) “Las consignas escolares, una mirada crítica. Quehacer Educativo”, 2020. [En línea]. Disponible: <https://www.fumtep.edu.uy/noticias/noticias-y-novedades/item/1608-aportes-de-quehacer-educativo-las-consignas-escolares-una-mirada-critica>
- [20] M. Amador, y J. Espinoza, “Formación de docentes para la creación de cursos virtuales en la enseñanza del español como segunda lengua 2, Comunicación, vol. 26, no. 1, pp.42-56, 2017. Disponible: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/com/v26n1/1659-3820-com-26-01-42.pdf>
- [21] Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Capacitación en estrategias y técnicas didácticas, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, s.f. Disponible: http://sitios.itesm.mx/va/dide/documentos/inf-doc/Est_y_tec.PDF
- [22] P. Morales, *Elaboración de Material Didáctico. México: Red Tercer Milenio, 2012. Disponible: <https://1library.co/document/yrokj6oy-elaboracion-de-material-didactico-morales-munoz.html>*
- [23] M. Durán, “El estudio de caso de la investigación cualitativa”, Revista Nacional de Administración, vol. 3, no. 1, pp. 121-134, enero-Junio 2012. Disponible: <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/rna/article/view/477/372>

La enseñanza universitaria en tiempos de pandemia: el uso inapropiado de diapositivas y su impacto en la salud mental y el aprendizaje en estudiantes universitarios


University teaching in times of pandemic: the inappropriate use of slides and its impact on mental health and learning in university students

Wilmer Casasola-Rivera¹

Casasola-Rivera, W. La enseñanza universitaria en tiempos de pandemia: el uso inapropiado de diapositivas y su impacto en la salud mental y el aprendizaje en estudiantes universitarios. *Tecnología en Marcha*. Vol. 35, especial COVID-19. Mayo 2022. Pág. 301-311.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.5981>



¹ Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.
Correo electrónico: wcasasola@itcr.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0002-0927-5049>

Palabras clave

Enseñanza universitaria; estudiantes universitarios; aprendizaje; agotamiento mental; ansiedad; estrés; desmotivación; salud mental; diapositivas; educación virtual; pandemia; COVID-19.

Resumen

Esta investigación se realiza a partir de un diseño exploratorio cualitativo. Se utiliza un cuestionario virtual en escala Likert como instrumento para recolectar datos. Los participantes son estudiantes universitarios. Las diapositivas son un recurso muy utilizado en la enseñanza para facilitar y potenciar el aprendizaje en los estudiantes. Sin embargo, el uso inadecuado de este recurso podría afectar el aprendizaje. El interés de la investigación se centró en documentar si la práctica docente de enfocar la clase virtual en la lectura textual de diapositivas tiene algún efecto sobre la salud mental y el aprendizaje de los estudiantes. Se concluye que muchos estudiantes experimentan agotamiento mental, ansiedad, estrés, malestar emocional y desmotivación del aprendizaje cuando un profesor enfoca la clase para realizar recitales digitales a través de diapositivas cargadas de texto o, en el peor de los casos, desde un procesador de texto.

Keywords

University teaching; university students; learning; mental exhaustion; anxiety; stress; demotivation; mental health; slides; virtual education; pandemic; COVID-19.

Abstract

This research is made from a qualitative exploratory design. It is used a virtual Likert scale questionnaire as an instrument to data collect. The participants are university students. Slides are a resource widely used in teaching to facilitate and empower the learning in students. However, inadequate use of this resource could affect learning. The research interest was focused on documenting if the teaching practice to focus the virtual class in slideshow verbatim reading has some effect on student mental health and learning. It is concluded that many students experience mental exhaustion, anxiety, stress, emotional discomfort, and learning demotivation when a professor focuses the class to perform digital recitals through text-loaded slides or, worst case, from a word processor.

Introducción

La implementación de diapositivas como estrategia didáctica es frecuente en los procesos de enseñanza en los distintos niveles de la educación. Sin embargo, cabe pensar si un uso inadecuado de este recurso podría provocar un resultado desfavorable en los estudiantes, en lugar de optimizar el aprendizaje.

El objetivo central de esta investigación consiste en explorar si la práctica docente de enfocar la clase virtual en la lectura textual de diapositivas tiene algún efecto sobre la salud mental y el aprendizaje de los estudiantes. Como problema, el trabajo persigue documentar qué tipo de afectación provoca esta práctica docente a la salud mental y aprendizaje de los estudiantes universitarios.

La didáctica es el eje central de enseñanza. Sin una adecuada planificación e implementación de estrategias didácticas, la vocación por la enseñanza se puede reducir a un mito. Este hecho puede conducir a una afectación en el aprendizaje de los estudiantes y, en tiempos de virtualidad forzada, la misma salud mental se podría afectar.

La docencia universitaria se puede mejorar a través de la actuación directa en el salón de clases por parte del profesorado, como también a través de la observación y análisis de la propia práctica docente [1]. Por otra parte, no se puede colocar la investigación del contenido de una materia, por encima de la investigación de la función pedagógica, porque provoca una separación entre saberes: por un lado, lo que se aprende, y por otro, lo que se enseña [2]. De acuerdo con lo anterior, la actividad docente implica asumir la responsabilidad profesional de realizar un diagnóstico del quehacer docente y evaluar objetivamente si estas estrategias ofrecen un resultado óptimo para el aprendizaje. Por otra parte, la actualización en el propio campo de especialidad es de suma importancia, porque permite al profesional mantenerse al día en su campo. Sin embargo, la investigación de la propia función docente o pedagógica es lo que permite que el conocimiento especializado logre llegar hasta el estudiante de manera óptima.

La salud mental es un tema transversal en toda actividad humana. La Organización Mundial de la Salud señala que “la salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades” [3]. Tanto estudiantes como docentes, requieren de espacios adecuados que permitan gozar de un adecuado bienestar mental. Sin embargo, existen pocos estudios sobre los efectos en la salud mental de estudiantes universitarios asociados a la pandemia por COVID-19. La literatura científica social señala que los trastornos mentales explorados se refieren a estados de depresión, ansiedad y agitación [4] [5].

Una revisión preliminar de la literatura arroja que no existen investigaciones específicas que aborden el tema sobre los efectos en la salud mental y el aprendizaje asociados al uso inapropiado de diapositivas en la educación virtual universitaria. Por este motivo, la investigación parte de un diseño exploratorio cualitativo. La discusión que se realizará en este artículo se inscribe en el contexto de este enfoque metodológico, y no persigue generalizar datos, sino plantear un análisis de contenido y de reflexión. No obstante, la discusión se hace tomando en cuenta los datos obtenidos a través un cuestionario.

Materiales y métodos

Esta investigación parte de un diseño exploratorio. Utiliza el cuestionario virtual como instrumento para la recolección de datos e implementa la escala de Likert como método para registrar la actitud de los participantes. Se generó un formulario a través de Formularios de Google con una serie de afirmaciones que perseguía registrar el nivel de acuerdo o desacuerdo de los estudiantes. El encabezado principal del cuestionario especificó lo siguiente: “La información que se compile servirá para realizar una investigación en el campo de la educación superior. La información que proporcione será utilizada únicamente para este fin, y su participación es estrictamente anónima.”

Se comunicó a los estudiantes el interés de realizar una investigación en el contexto de la educación universitaria, su problemática y finalidad. Se les indica que la participación es voluntaria y estrictamente anónima. La investigación no tiene implicaciones éticas porque la información recabada y procesada no causa ningún perjuicio al estudiante-participante.

Los participantes son estudiantes provenientes del curso Seminario de Estudios Filosóficos, de la Escuela de Ciencias Sociales del Tecnológico de Costa Rica. De aproximadamente 24 estudiantes matriculados, femeninos y masculinos, 15 mostraron interés en participar de la investigación, cuando se les comunicó, y 17 respondieron al cuestionario.

Se utilizaron Scielo, Google Académico, Web of Science y EBSCO como principales bases de datos para ubicar información relacionada directamente con este tema.

El cuestionario se enfocó en recabar cierta información relacionada con varios aspectos:

- a. *Aspectos generales.* Carrera que estudian y la cantidad de cursos matriculados en modalidad virtual durante la pandemia por el COVID-19.
- b. *Aspectos sobre la enseñanza.* Estrategias de enseñanza de los docentes en modalidad virtual, la implementación herramientas tecnológicas, la interacción de docentes con estudiantes durante las sesiones virtuales, el uso de diapositivas y si se percibe una continuidad de la clase tradicional.
- c. *Aspectos específicos sobre uso de diapositivas, el aprendizaje y la salud mental.* La investigación se enfocó en explorar si el docente se dedica a leer textualmente diapositivas durante la clase y la relación que esta práctica puede tener con el agotamiento mental, el aprendizaje, la ansiedad y el estrés en estudiantes universitarios.

Resultados

En los cuadro 1 y 2 se presentan datos relacionados con las carreras que estudian los 17 estudiantes participantes, así como la cantidad de cursos que han matriculado durante la pandemia por COVID-19

Cuadro 1. Carrera que estudian los estudiantes participantes en el estudio.

Cuestionario general: Carrera
Ingeniería en computación
Ingeniería Mecatrónica
Ingeniería Ambiental
Ingeniería en Diseño Industrial
Gestión de Turismo Sostenible

Cuadro 2. Cursos matriculados en modalidad virtual durante la pandemia por el COVID-19.

Cuestionario general: Cursos matriculados en modalidad virtual	
Rango de cursos	Número de estudiantes
Menos 5 cursos	2
De 5 a 10 cursos	7
De 10 a 15 cursos	2
De 15 a 20 cursos	5
Más de 20 cursos	1

En el cuadro 3 se muestra a la derecha tres columnas: Enunciado, Escala Likert y Respuesta. La columna Enunciado, contiene cinco filas enumeradas que expresan los enunciados o afirmaciones formuladas a los estudiantes a través del cuestionario en línea. La columna y fila Escala Likert, muestra los correspondientes niveles de acuerdo o desacuerdo (la expresión Ni de acuerdo-Ni en desacuerdo, se abrevia como NN). La columna Respuesta, contiene las respuestas ofrecidas por los estudiantes, según el orden de la enumeración de cada enunciado.

Cuadro 3. Estrategias de enseñanza, herramientas tecnológicas, interacción con estudiantes, uso de diapositivas y continuidad de la clase tradicional.

Cuestionario general: enunciados principales y respuestas-escala Likert					
Enunciado	1. Las estrategias de enseñanza de los docentes en modalidad virtual se caracterizan por implementar diferentes herramientas tecnológicas para potenciar el aprendizaje				
	2. Las estrategias de enseñanza de los docentes en modalidad virtual se caracterizan por una continuidad de la clase tradicional, solo que a través de plataformas virtuales.				
	3. En las clases sincrónicas los docentes interactúan con los estudiantes durante toda la sesión.				
	4. Las clases con apoyo en diapositivas es el recurso más utilizado por los docentes.				
	5. En las clases con apoyo en diapositivas, el docente presenta esquemas y explica el contenido de la materia.				
Escala Likert	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	NN acuerdo/ desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Respuesta 1	2	6	4	5	0
Respuesta 2	4	7	4	2	0
Respuesta 3	1	5	6	4	1
Respuesta 4	9	9	1	0	0
Respuesta 5	1	7	7	2	0

El interés de esta investigación se enfoca en el enunciado número 6): *Las clases con apoyo en diapositivas, el docente presenta la materia en texto y se dedica a leer el contenido (diapositivas cargadas de texto)*. A partir de este enunciado, se plantearon cuatro afirmaciones que se intentaron relacionar: agotamiento mental, aprendizaje, ansiedad y estrés.

Cuadro 4. Uso de diapositivas y su relación con el aprendizaje y la salud mental.

Cuestionario general: afirmaciones según enunciado número 6 y respuestas-escala Likert					
Enunciado	6. Las clases con apoyo en diapositivas, el docente presenta la materia en texto y se dedica a leer el contenido (diapositivas cargadas de texto).				
	6.1 Esta práctica provoca agotamiento mental				
	6.2 Esta práctica provoca desmotivación en el aprendizaje				
	6.3 Esta práctica provoca algún nivel de ansiedad				
	6.4 Esta práctica provoca algún nivel de estrés				
Escala	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	NN acuerdo/ desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Respuesta 6	3	6	4	3	1
Respuesta 6.1	5	8	2	2	0
Respuesta 6.2	6	7	5	0	0
Respuesta 6.3	5	7	2	2	1
Respuesta 6.4	6	8	3	0	0

El cuadro 4 tiene el mismo orden que el cuadro 3: se muestran tres columnas a la derecha con los nombres Enunciado, Escala Likert y Respuesta. La columna Enunciado, contiene cinco filas enumeradas que expresan los enunciados o afirmaciones formuladas a los estudiantes a partir del enunciado número 6. La columna y fila Escala Likert, muestra los niveles correspondientes. La columna Respuesta, contiene cinco filas con las respuestas ofrecidas por los estudiantes, según el orden de la enumeración de cada enunciado.

Discusión

Muchos estudiantes asumen una carga académica alta. En nuestro medio, no se cuenta con experiencia en educación virtual. Este hecho podría generar algunos problemas didácticos y reflejarse en el aprendizaje que logran los estudiantes. Cabe analizar si las herramientas didácticas virtuales y los instrumentos de evaluación, permitirían alcanzar un nivel de aprendizaje significativo en los estudiantes. Esta inquietud concuerda con el estudio de Luque, Bolívar, Achahui & Gallegos (2021) [6].

El enunciado 1) planteó si las estrategias de enseñanza de los docentes en modalidad virtual implementan diferentes herramientas tecnológicas para potenciar el aprendizaje. Los datos arrojan que existe apertura hacia la implementación de recursos tecnológicos. No obstante, parece que una cierta población docente no lo hace y esto podría impactar en el aprendizaje de los estudiantes.

El enunciado 2) buscó identificar si las estrategias de enseñanza de los docentes en modalidad virtual se perciben como una continuidad de la clase tradicional. Los resultados indican que la clase tradicional se mantiene. El modelo de enseñanza magistral permanece en la práctica educativa, pero no beneficia necesariamente el aprendizaje del estudiante. Algunas plataformas virtuales se han convertido en la extensión de una clase magistral más durante la pandemia por COVID-19.

El enunciado 3) buscó identificar si los docentes interactúan con los estudiantes durante las sesiones virtuales. Los resultados muestran una opinión dividida. Sorprende, no obstante que al menos seis estudiantes no identifiquen si los docentes interactúan o no con los estudiantes. Una interpretación plausible y optimista, afirmaría que la interacción ocurre, pero no de forma constante. Una interpretación negativa, sugiere que el estudiante universitario está habituado a cierto modelo de enseñanza directiva y magistral, por lo que no percibe ninguna diferencia. La clase magistral suprime la interacción o normaliza la no interacción entre docente y estudiantes.

El enunciado 4) buscó identificar si las diapositivas son el recurso más utilizado por los docentes en clases. El acuerdo fue total. Efectivamente, el uso de diapositivas facilita la labor docente. Con algún grado de creatividad, las diapositivas permiten generar diferentes recursos didácticos. Es una herramienta educativa y didáctica que puede facilitar el aprendizaje de estudiantes.

El enunciado 5) quiso saber si los docentes presentan esquemas y explican el contenido de la materia cuando utilizan diapositivas. Los resultados muestran una percepción favorable sobre la utilización de este recurso tecnológico por parte de los docentes. No obstante, la neutralidad ante el enunciado es significativo. El desacuerdo es mínimo.

El enunciado 6) es el núcleo central de esta investigación educativa. A partir de esta afirmación se relacionan la salud mental y el aprendizaje. El enunciado persigue documentar si los docentes se dedican a leer el contenido de las diapositivas que utilizan en clases virtuales. Esto se conoce, comúnmente, como *diapositivas cargadas de texto*. Con la afirmación concuerdan 9 estudiantes, 4 estudiantes lo rechazan y 4 no asumen ni acuerdo ni desacuerdo. La neutralidad dificulta formular juicios categóricos, aunque sí se podrían inferir planteamientos hipotéticos.

A partir del enunciado número 6), se plantearon cuatro afirmaciones con el propósito de explorar cómo perciben los estudiantes la práctica docente de leer textualmente diapositivas en clases y su relación con la salud mental y el aprendizaje. El análisis se hará de acuerdo con el mismo orden la tabla, a saber: agotamiento mental, desmotivación en el aprendizaje, nivel de ansiedad y nivel de estrés.

El agotamiento mental. El constructo agotamiento mental es impreciso. El inventario Burnout Measure (1988) evalúa la dimensión agotamiento mental en un contexto laboral. Se caracteriza por “sensaciones de infelicidad, inutilidad y rechazo, falta de ilusión y resentimiento hacia las personas” [7]. En el campo específicamente universitario, se habla de burnout académico. Se aplica a estudiantes universitarios para abordar el bienestar psicológico relacionado con los estudios. Se define como “una consecuencia y respuesta al estrés crónico vinculado al rol, la actividad y el contexto académico, de carácter maligno, insidioso y que puede afectar el desarrollo, el compromiso y la satisfacción de los estudiantes con su formación y vida académica, además de su salud psicosocial” [7].

El agotamiento mental es un estado de afectación cognitivo y emocional. El agotamiento mental puede afectar los procesos cognitivos básicos y provocar un malestar emocional de insatisfacción y desmotivación hacia el aprendizaje.

Una mayoría de estudiantes concuerdan con experimentar agotamiento mental cuando un docente enfoca su clase en leer diapositivas cargadas de texto. El uso de diapositivas facilita el proceso de enseñanza y aprendizaje. No obstante, si la actividad docente se reduce a leer, literalmente, diapositivas esta práctica afecta mentalmente al estudiante. Los mecanismos de atención, fundamentales para el aprendizaje, al igual que muchos otros procesos cognitivos, se afectan por esta práctica monótona.

Desmotivación en el aprendizaje. Desde un punto de vista psicológico, la motivación hace referencia a un proceso dinámico interno, en el que intervienen una serie de factores biológicos, cognitivos y sociales que dirigen y activan el comportamiento los seres humanos. No obstante, la motivación es una variable intangible. Para documentar la presencia de motivación o desmotivación, se tienen que observar ciertas manifestaciones y cambios en el comportamiento en las personas [8].

Un ambiente educativo idóneo es importante en todo proceso de aprendizaje. La motivación desaparece cuando la enseñanza se reduce a una actividad mecánica y monótona. Una mayoría de estudiantes concuerdan con la idea de experimentar desmotivación en el aprendizaje, cuando un docente enfoca su clase en leer diapositivas cargadas de texto.

El concepto aprendizaje significativo lo introduce David Ausubel (1918-2008). Hace referencia a un proceso cognitivo en el que la nueva información se relaciona con aspectos relevantes en la estructura del pensamiento de los individuos. Un aprendizaje significativo potencia habilidades metacognitivas y las capacidades de razonamiento y solución de problemas [9]. En la educación universitaria es de suma importancia. La ausencia de salud mental puede afectar muchas áreas de la vida social humana, como las relaciones interpersonales y la capacidad de aprendizaje [10]. Sin una adecuada salud mental, el aprendizaje puede verse afectado. No obstante, algunas prácticas docentes podrían afectar la salud mental y potenciar la desmotivación hacia el aprendizaje universitario.

La virtualidad puede potenciar el problema. Los estudiantes reciben clases virtuales que sobrepasan las dos horas continuas. Este proceso lineal y prolongado no favorece el proceso de enseñanza y aprendizaje, si un docente reduce la actividad de enseñanza a leer una considerable cantidad de texto digital, mientras que un estudiante recibe pasivamente información sin que medie ningún otro proceso didáctico.

Estos recitales de lectura digitalizada pueden provocar un continuo agotamiento mental en estudiantes y disminuir la capacidad de atención voluntaria, así como provocar un malestar emocional de insatisfacción y desmotivación hacia el aprendizaje. Esta actividad docente aniquila el aprendizaje significativo.

Niveles de ansiedad. El virus por el COVID-19 no solo tienen consecuencias en la salud física, sino también en la mental. La salud mental involucra el bienestar emocional, las buenas relaciones sociales, el adecuado manejo del estrés y la ausencia de trastornos. La ansiedad, el estrés, el temor de contagio, el sentimiento de estigma social por contraer el virus, así como una afectación de estrés postraumático, son factores asociados a esta pandemia mundial [10].

Muchos estudiantes concuerdan con la idea de experimentar ansiedad que un docente presente diapositivas cargadas de texto y dedique la clase a leer su contenido.

La ansiedad en los estudiantes universitarios no es una variable aislada. Es un asunto multifactorial. De acuerdo con Sigüenza & Vílchez (2021) [11], los estudiantes universitarios presenten niveles de ansiedad por la incertidumbre que les genera la posibilidad de acoplarse a un mercado laboral escaso caracterizado por un crecimiento económico lento a nivel mundial, por motivo de la pandemia. La presencia y permanencia del COVID-19 en general, y el confinamiento en particular, ha incrementado los niveles de estrés y ansiedad en los estudiantes universitarios, provocando un continuo malestar psicológico.

Ticona, Zela & Vásquez (2021) [12] encontraron que estudiantes universitarios experimentaron ansiedad y estrés por motivo de la educación virtual durante la pandemia por el COVID-19. Los estudiantes universitarios han tenido que continuar con su proceso formativo de forma virtual y esto ha generado cambios en su la salud mental. Se recomienda que los estudiantes que sufren ansiedad, reciban apoyo de profesionales en psicología para una intervención oportuna y velar por su salud emocional. Para los estudiantes que presentan niveles medios de estrés, recomiendan la promoción y adopción de medidas preventivas, apoyo bibliográfico o psicopedagógico.

La pandemia mundial ha provocado ansiedad en estudiantes universitarios por la incertidumbre socioeconómica y por la misma educación virtual. La práctica docente tiene que ajustarse a las exigencias de la innovación didáctica de la educación virtual para motivar el aprendizaje. Esto implica abandonar la lógica estática de la clase magistral en el aula virtual. Cabe estudiar si algunas prácticas educativas, como leer diapositivas en lugar de explicar contenidos, pueden generar mayor ansiedad en la población de estudiantes universitarios y provocar problemas de salud mental.

La práctica docente de convertir la clase en una sesión de lectura de diapositivas cargadas de texto es ampliamente conocido. Lamentablemente, esta práctica se ha normalizado en la enseñanza universitaria. Un docente universitario que dedica más de dos horas de una sesión virtual a leer textualmente diapositivas, puede generar niveles de ansiedad y frustración en los estudiantes. Los estudiantes son sometidos a una práctica que no tiene ninguna finalidad didáctica. Parece que el docente olvida que el estudiante universitario sabe leer y cuenta con muchas otras habilidades metacognitivas para alcanzar un mejor aprendizaje.

Niveles de estrés. En esta categoría de análisis es donde hubo mayor acuerdo. Los estudiantes perciben mayoritariamente la práctica docente de leer diapositivas textualmente, como un factor estresante.

Lo anterior concuerda con los estudios realizados por Luque, Bolívar, Achahui & Gallegos (2021), quienes encuentran una alta presencia de estrés académico en los estudiantes universitarios debido a cambio de la educación presencial a la educación virtual, por motivo de la pandemia por el COVID-19. Los estudiantes experimentan disminución de la motivación y

aumento de ansiedad, así como síntomas de fatiga crónica, angustia y dificultades para lograr concentrarse en clases. Los factores que generan mayor estrés académico se relacionan con los trabajos diarios, la sobrecarga de tareas y el modelo de evaluación virtual que implementan los docentes [6].

La educación virtual no es un fenómeno pandémico. A nivel mundial, la educación virtual inició hace muchos años y tiene grandes ventajas a nivel profesional y académico [13]. No obstante, la pandemia forzó a muchas instituciones a adoptar un sistema de formación que no era parte de su modelo educativo, como tampoco, un modelo al que le prestaran mayor relevancia. Así, muchas instituciones y profesionales de la educación tuvieron que aceptar la realidad de un sistema de educación virtual forzada. Muchos docentes y estudiantes no han logrado adaptarse a los modelos de enseñanza virtual. Por su parte, el rechazo por la educación virtual es una variable que puede influir en el proceso de enseñanza y aprendizaje. La educación virtual se asume como algo forzado.

La enseñanza magistral es una práctica ampliamente arraigada en la cultura educativa. Muchos docentes trasladan esta práctica al salón de clases virtual. Las plataformas virtuales (Zoom o Teams) se convierten en la extensión de una clase magistral más. Muchos docentes invierten una clase entera hablando a través de estas plataformas, o en su defecto, leyendo diapositivas de forma textual a los estudiantes. De ahí que los estudiantes concuerdan que esta práctica les provoca estrés.

Un individuo tiene una limitada capacidad para mantener la atención voluntaria por largo tiempo. Por eso, los estímulos externos son fundamentales para enriquecer el aprendizaje. Los estudios en neurociencia educativa plantean que la forma de enseñar es un factor importante para mantener la atención del estudiante. La enseñanza tiene que ser activa y dinámica. Las múltiples motivaciones y cambios en la exposición despiertan la atención y favorecen el aprendizaje. Las clases monótonas no logran este efecto [14]. Existe abundante literatura sobre el funcionamiento del cerebro y la neurobiología del aprendizaje que puede orientar la práctica educativa. La práctica docente de dedicar la clase a leer diapositivas a los estudiantes, dista mucho de los nuevos y variados enfoques didácticos de la educación, tanto presencial como virtual.

En la enseñanza superior es fundamental la implementación de enfoques didácticos para potenciar habilidades metacognitivas de aprendizaje y de pensamiento crítico. Sin embargo, optamos por recursos tradicionales que no motivan el aprendizaje y que pueden causar problemas en la salud mental de los estudiantes.

Conclusiones

Desde un punto de vista fenomenográfico, la percepción del estudiante es importante, porque representa una cierta radiografía de las prácticas educativas. Determinar la objetividad o no de las afirmaciones que expresan los estudiantes, requiere de la comparación de otros estudios similares.

La disposición para implementar recursos tecnológicos para la enseñanza impacta en el aprendizaje de los estudiantes. La educación virtual implica abandonar el modelo de enseñanza magistral tradicional porque no beneficia el aprendizaje. Sin embargo, el modelo magistral se extiende a través de plataformas virtuales. No se comprende que los mecanismos de enseñanza y aprendizaje difieren sustancialmente de un modelo presencial a otro virtual. La educación virtual requiere de otros modelos didácticos de enseñanza para motivar y

garantizar un aprendizaje significativo. Por lo tanto, trasladar la lógica estática de la clase presencial y magistral al salón de clases virtual, genera un agotamiento mental que se traduce en desmotivación hacia el aprendizaje.

Las diapositivas son recursos ampliamente utilizados en la enseñanza. El adecuado uso de diapositivas puede potenciar el aprendizaje de los estudiantes, como un uso inadecuado, afectarlo. La educación virtual requiere de un uso apropiado de este recurso.

La enseñanza magistral es vertical y no favorece la interacción con el estudiante, aunque la participación e interacción tiene mayor posibilidad de realizarse en una clase presencial. Una clase virtual que se enfoque magistralmente en leer de forma textual diapositivas, anula la posibilidad de toda interacción educativa.

Muchos estudiantes experimenten agotamiento mental, ansiedad, estrés, malestar emocional y desmotivación hacia el aprendizaje cuando un docente reduce la clase virtual a leer diapositivas cargadas de texto. Incluso, muchos estudiantes afirman que algunos docentes comparten en pantalla un documento de Word o PDF y lo leen en clases. Copiar texto y pegarlo en una diapositiva literalmente o compartir un documento en línea, pretende pasar por material educativo. La motivación hacia el aprendizaje desaparece cuando la enseñanza se convierte en una actividad mecánica y monótona. Este tipo de prácticas educativas aniquilan la razón de ser de la enseñanza universitaria y no favorece el aprendizaje significativo de los estudiantes.

La formación profesional en el campo de la educación es fundamental para no someter a los estudiantes a estas prácticas carentes de toda didáctica. La actualización en estrategias didácticas influye en un mejor aprendizaje. Sin embargo, tampoco se trata de improvisar o querer implementar modas pedagógicas. En el mercado digital se vende la innovación pedagógica en sacos. Muchos pretenden asumir hasta modelos pedagógicos institucionales, sin que medie investigación educativa seria y objetiva preliminar que demuestre la efectividad de estas supuestas pedagogías innovadoras en la educación superior universitaria.

La educación virtual es una valiosa contribución de la tecnología al campo de la educación. Es una excelente herramienta para actualizarse y adquirir nuevos conocimientos. Pero si no sabemos cómo implementar realmente un programa de educación virtual, lo mejor sería la capacitación con entidades expertas y con trayectoria en el campo. No podemos ser asesorados por personas que nunca antes habían incursionado en este campo.

Las clases virtuales no se pueden equiparar a las clases presenciales. Consumir más de dos horas hablando a través de una plataforma digital puede provocar problemas en la salud mental aún no explorados.

Esta investigación exploratoria es parcial. Hace falta profundizar en otros estudios para determinar que los niveles de agotamiento mental, ansiedad, estrés y desmotivación hacia el aprendizaje se asocian a la práctica docente de leer literal y textualmente diapositivas en el salón de clases virtual. Se requiere de otras investigaciones con poblaciones similares, para ofrecer un planteamiento hipotético más sólido.

Referencias

- [1] L. P. Navarro, *Autoeficacia del profesor universitario: eficacia percibida y práctica docente*, Madrid: Narcea, 2012.
- [2] G. Bautista, F. Borges y A. Forés, *Didáctica universitaria en entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje*, Madrid: Narcea Ediciones., 2016.
- [3] O. M. d. I. Salud, «Organización Mundial de la Salud,» Documentos básicos (48ª ed.), 2014. [En línea]. Available: <https://apps.who.int/gb/bd/PDF/bd48/basic-documents-48th-edition-sp.pdf>. [Último acceso: 24 9 2021].

- [4] L. Yusvisaret Palmer, S. Palmer Morales, C. Rosa Medina Ramirez y D. López Palmer, «Prevalencia de depresión durante la COVID-19 en estudiantes de medicina de una universidad privada mexicana,» MEDISAN, vol. 25, n° 3, pp. 637-646, 2021.
- [5] L. d. S. Ribeiro, É. Bragé, D. Ramos, I. Fialho, D. Vinholes y A. Bisso, «Efeitos da pandemia de COVID-19 na saúde mental de uma comunidade acadêmica,» Acta Paul Enferm., n° 34, pp. 1-7, 2021.
- [6] O. Luque Vilca, N. Bolivar Espinoza, V. Achahui Ugarte y J. Gallegos Ramos, «Ansiedad y estrés en la educación virtual en el periodo de emergencia sanitaria por el COVID-19.,» PURIQ, vol. 4, n° 1, pp. 56-65, 2021.
- [7] G. Ortiz Gómez, *Habilidades básicas de pensamiento*, México: Cengage Learning Editores, 2010.
- [8] G. Vásquez, Ó. Urtecho-Osorto, M. Agüero-Flores, M. Díaz-Martínez, R. Paguada, M. Varela, M. Landa-Blanco y Y. Echenique, «Mental health, confinement, and coronavirus concerns: a qualitative study,» Revista Interamericana de Psicología, vol. 54, n° 2, pp. 1-16, 2020.
- [9] C. Caballero, É. Bresó y O. González Gutiérrez, «Burnout en estudiantes universitarios.,» Psicología desde el Caribe, vol. 32, n° 3, pp. 424-441, 2015.
- [10] R. Feldman, *Psicología con aplicaciones en países de habla hispana*, México: McGraw Hill, 2010.
- [11] W. Sigüenza Campoverde, y J. Vílchez Tornero, «Aumento de los niveles de ansiedad en estudiantes universitarios durante la época de pandemia de la COVID-19.,» Revista Cubana de Medicina Militar, vol. 50, n° 1, pp. 1-14, 2021.
- [12] M. Ticona y N. Zela, «Ansiedad y estrés en la educación virtual en el periodo de emergencia sanitaria por el COVID-19.,» Revista científica De Sistemas E informática, vol. 1, n° 2, pp. 27-37, 2021.
- [13] W. Casasola Rivera, «Darwinismo tecnológico ¿Qué le ha enseñado y qué le enseñará la Pandemia a la Educación?,» Aurora, n° 13, pp. 40-47, 2020.
- [14] T. Ortiz, *Neurociencia y educación*, Madrid: Alianza Editorial, 2015.
- [15] A. Martínez, «E síndrome de Burnout. Evolución conceptual y estado actual de la cuestión,» Vivat Academia, n° 112, pp. 42-80, 2010.
- [16] A. M. Pérez, «EL síndrome de Burnout. Evolución conceptual y estado actual de la cuestión.,» Vivat Academia, n° 112, pp. 42-80, 2010.