



Agronegocios

Revista semestral
Julio-diciembre
Volumen 7 Num.2

ISSN: 2215-3462

La revista e-Agronegocios es una publicación semestral, gratuita y de acceso abierto editada por el Tecnológico de Costa Rica (Escuela de Agronegocios) en colaboración con el Centro de Investigación en Economía Agrícola y Desarrollo Agroempresarial (CIEDA). Su objetivo es la difusión de resultados de investigación en las disciplinas del conocimiento relativas a la economía agrícola, agronegocios, la gerencia agroempresarial y áreas afines. El contenido de la revista está dirigido a investigadores, especialistas, docentes, profesionales y estudiantes universitarios de las áreas de economía agrícola y los agronegocios.

Directora

María Fernanda Jiménez Morales
maria.jimenez@itcr.ac.cr

Editora

Julia Paola Barrantes Aguilar
julia.barrantesaguilar@ucr.ac.cr

Diagramación

Julia Paola Barrantes Aguilar
julia.barrantesaguilar@ucr.ac.cr

Foto de portada

David Gómez Castillo
david.gomez@ucr.ac.cr

Profesor e investigador en la Escuela de Economía Agrícola y Agronegocios desde el 2004, con especialidad en calidad en la industria agroalimentaria.

Foto ganadora del Concurso de Fotografía Agrícola del IV Congreso en Economía Agrícola y Agronegocios. La fotografía fue tomada en la Península de Osa, Zona Sur.

Personas en la fotografía: productor don Juan (pequeño productor de ganado y de agricultura para el consumo familiar) y David Gómez durante una gira a la finca.

Indexaciones



DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS



REDIB
Red Iberoamericana
de Innovación y Conocimiento Científico



CLASE
Citas Latinoamericanas en
Ciencias Sociales y Humanidades



FAO AGRIS



Comité Editorial

M.Sc. Eliécer Ureña Prado.
Universidad de Costa Rica. Costa Rica.
Correo: eliecer.urena@ucr.ac.cr

MGA Enrique Montenegro Hidalgo.
Universidad de Costa Rica. Costa Rica.
Correo: enrique.montenegro@ucr.ac.cr

Dr. Luis Losilla Solano.
Universidad de Costa Rica. Costa Rica.
Correo: luis.losillasolano@ucr.ac.cr

M.Eng María Fernanda Jiménez Morales.
Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.
Correo: maria.jimenez@itcr.ac.cr

MSc. Rubén Calderón Cerdas.
Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.
Correo: racalderon@itcr.ac.cr

Dr. Olman Quirós Madrigal.
Universidad de Costa Rica. Costa Rica.
Correo: OLMAN.QUIROS@ucr.ac.cr

Licda. Julia Paola Barrantes Aguilar
Universidad de Costa Rica. Costa Rica.
Correo: julia.barrantesaguilar@ucr.ac.cr

Número 2 Volumen 7

Contenido

Artículos

Cadenas de valor cortas hortícolas en Lima - Perú.

Short value horticulture chains in Lima- Perú

Eric Rendón Sheneir.....7

SARS-CoV-2 y cambios en la vida de los estudiantes de Economía Agrícola y Agronegocios.

SARS-CoV-2 and changes in agricultural Economics and Agribusiness Student's Life.

Amanda María Naranjo Retana, Alejandra María Rodríguez Rodríguez, Eilyn Gonzáles Sánchez, Fauricio Redondo Angulo, Stephanie Sánchez León, Ericka Cortés Arias,

Abril Rivas Briceño.....23

Estimación del costo de producción de un kilogramo de leche y sus variables más influyentes.

Estimation of the production cost of a kilogram of milk and its most influential variables

Olga María Calvo Hernández.....44

Notas técnicas

Legislación costarricense y su relación con la bioeconomía moderna.

Costa Rican legislation and its relationship with the modern bioeconomy.

José Ignacio Sánchez Gómez.....63

Biofuels. Lines of debate around the production of agrofuels worldwide.

Los biocombustibles. Líneas de debate en torno a la producción de los agrocombustibles a nivel mundial.

Dustin Tahisin Gómez Rodríguez.....83

Frecuencias y concentraciones de agroquímicos y su impacto en los costos de producción del cultivo de papa.

Frequencies and concentrations of agrochemicals and their impact on the production costs of potato crops.

Gabriel Emilio Guevara Gómez99

Editorial

Vol7.N.2

La editorial del Número 1 Volumen 7 cerró con una reflexión de la fotografía de portada de Álvaro, sobre "lo poco que necesitamos y lo mucho que nos necesitamos". Con este cierre comienza la editorial del Número 2 Volumen 7, ya que una de las acciones vinculadas al concepto de biocomía (Rodríguez, Mondaini y Hitschfeld, 2017) propone "curarnos del deseo morboso de artilugios extravagantes". Sánchez (2021) nos facilita un recorrido por las numerosas definiciones y estrategias que permiten una aplicación apacible de dicho concepto.

Otra de las acciones propuestas por el concepto de bioeconomía, es la reducción de la población para garantizar una adecuada alimentación basado en agricultura orgánica. Sobre esto, Rendón (2021) expone el caso de autoabastecimiento de hortalizas en Lima, Perú, en busca de generar una contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición en la ciudad.

La soberanía alimentaria, como concepto complementario a la seguridad alimentaria, se trata del derecho de los pueblos a definir sus propias políticas agropecuarias y de producción de alimentos (Heinisch, 2013, p.11), para poder cumplir con este objetivo es necesario cuantificar los costos de producción de los bienes esenciales. Calvo (2021) realiza una investigación para cuantificar el costo de producción de un kilogramo de leche en la Estación Experimental Alfredo Volio Mata de la Universidad de Costa Rica.

Una de las acciones más importantes propuestas por la bioeconomía es el uso directo de la energía solar y evitar el desperdicio de energía. Para lograr esto, se debe prescindir de los combustibles fósiles, al respecto, Gómez (2021) realiza una caracterización de las tendencias referentes a la producción de los biocombustibles a nivel mundial.

La revista e-Agronegocios rechaza el uso de agroquímicos o fertilizantes y promueve la investigación y aplicación de técnicas alternativas para el combate de plagas. Esta es la principal conclusión de Guevara (2021) en su nota técnica sobre frecuencias y concentraciones de agroquímicos y su impacto en los costos de producción del cultivo de papa.

Se cierra esta editorial, invitando a leer el artículo de Naranjo et al (2021) sobre los cambios en la vida cotidiana, laboral y académica que han percibido los y las estudiantes de Economía Agrícola y Agronegocios de la Universidad de Costa Rica de la sede Rodrigo Facio, sede del Sur y el recinto de Guápiles, producto de la adopción de la modalidad virtual en su proceso de aprendizaje de la disciplina de economía agrícola y agronegocios.

Referencias:

- Rodríguez, A., Mondaini, A. & Hitschfeld, M. (2017) Bioeconomía en América Latina y el Caribe Contexto global y regional y perspectivas. CEPAL, Naciones Unidas.
- Heinisch, C. (2013) Soberanía alimentaria: un análisis del concepto. En Hidalgo, F. Lacroix, P. & Román, P. (eds), Comercialización y soberanía alimentaria. Quito, Ecuador: SIPAE.

Licda. Julia Paola Barrantes Aguilar.

Editora

Revista e-Agronegocios.

Cadenas de valor cortas hortícolas en Lima - Perú

Short value horticulture chains in Lima- Perú



Eric Rendón Schneir ¹

Fecha de recepción: 20 de mayo, 2021

Fecha de aprobación: 13 de julio, 2021

Vol.7 N° 2 Julio- diciembre 2021

Rendón, E. (2021). Cadenas de valor cortas hortícolas en Lima-Perú. Revista e-Agronegocios, 7(2). <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/eagronegocios/article/view/5697>

 DOI: <https://doi.org/10.18845/ea.v7i2.5697>

¹Universidad Nacional Agraria-La Molina, Lima, Perú.
Correo electrónico: ericrendon@lamolina.edu.pe

 <https://orcid.org/0000-0002-9413-2308>

Resumen

La ciudad de Lima, capital del Perú, tiene hoy algo más de 10 millones de habitantes. La pandemia del Covid-19 ha puesto en evidencia sus vulnerabilidades en relación con la seguridad alimentaria. A pesar de que en los últimos 45 años han disminuido las áreas agrícolas, las principales hortalizas consumidas en Lima proceden aún de las fincas ubicadas en la periferia de la ciudad. Se ha utilizado el indicador de grado o nivel de autoabastecimiento alimentario con el fin de determinar la evolución de dicho ratio entre los años 2012 y 2019. Adicionalmente, se realizó una correlación para determinar la incidencia de ingresos per-cápita sobre el consumo per-cápita de hortalizas. El objetivo de la presente investigación es analizar la producción de hortalizas en la ciudad de Lima y generar información que brinde a los planificadores e investigadores criterios para el desarrollo de la producción agraria en la ciudad de Lima buscando contribuir a mejorar la seguridad alimentaria y la nutrición en la ciudad, además de generar mejoras ambientales y sociales.

Palabras clave: Autoabastecimiento, agricultura urbana, horticultura, Lima, seguridad alimentaria

Abstract

Lima is the capital and the largest city of Peru with 10 million inhabitants and the COVID-19 pandemic has exposed vulnerabilities related to food security. Although agricultural areas have decreased in the last 45 years, certain horticulture consumption proceeds still from parcels situated in the peripheric area of the city. It was used the Self-Sufficiency Ratio (SSR) for horticulture crops in Lima city, in order to evaluate the performance of this index between 2012 and 2019; additionally it was used a correlation for evaluating the relationship between per-capita incomes and horticulture consumption per-capita. The objective of this research is to analyze horticulture production in Lima in order to generate information for providing to policy makers and researchers, criteria for the development of urban agriculture in Lima city and this research seeks to contribute for improving food security and nutrition in the Lima city, and also for generating environmental and social improvements.

Key words: Self-sufficiency, Urban agriculture, Horticulture, Lima-city, food Security.

Introducción

La ciudad de Lima se extiende administrativamente en la superficie denominada Lima Metropolitana, considerada una provincia del departamento de Lima. Es una extensión casi íntegramente urbanizada y con tierras agrícolas residuales, bordeando las riberas de los ríos Chillón al norte, Rimac al centro y Lurín al sur. En particular desde la reforma agraria del año 1969, que generó un proceso de división la tierra de las haciendas, se activó la venta de tierras para fines urbanísticos con precios progresivamente más elevados. Lima Metropolitana cuenta, en la actualidad, con más de 10 millones de habitantes, y según la definición de las Naciones Unidas, es considerada una megaciudad. Los agricultores que quedan resisten el avance de la urbanización y la venta de sus tierras por motivaciones diversas.

En este contexto, la alta concentración demográfica y económica en la ciudad de Lima no ha significado una mejora en la calidad de vida de todos los estratos poblacionales de la ciudad, y han aumentado las vulnerabilidades sociales y ambientales, agravadas por las crisis sanitarias, como la ocasionada por la pandemia del covid-19, dando lugar a un aumento en los niveles de desempleo, subempleo y pobreza ¹. Según los últimos reportes del Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI) los ingresos promedio en Lima Metropolitana han caído en 13% desde octubre de 2020 con respecto al mismo mes de 2019, debido a la pandemia del COVID-19.

El abastecimiento alimentario, en megaciudades como Lima, surge como una propuesta para reinventar modelos de subsistencia alimentaria que permitan mejorar la calidad de vida y la seguridad alimentaria de la población. En este sentido, la promoción de modelos de agricultura urbana, principalmente de hortalizas, puede contribuir a lograr un desarrollo urbano sostenible, conservando el paisaje y mejorando los servicios e indicadores ambientales, como las menores emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) al acortarse las distancias para transportar alimentos.

Con la presente investigación se busca analizar la producción de hortalizas en la ciudad de Lima Metropolitana y determinar si tendría potencialidad de autoabastecimiento.

¹ Según la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHOG) del Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú (INEI), las cifras de pobreza monetaria aumentó de 14.2% en 2019 a 27.5% en 2020. En el informe del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) se reveló que durante los últimos tres meses de la segunda ola de la pandemia, entre Diciembre 2020 y Febrero 2021, 762,000 personas perdieron su empleo en Lima, Informe Técnico del Mercado Laboral en Lima Metropolitana (Inforwarzo 2021)

Referente teórico

El concepto de autoabastecimiento alimentario fue ganando importancia a partir de la crisis alimentaria mundial ocurrida entre los años 2007-2008, debida al uso creciente de biocombustibles, que elevó el precio de los alimentos. Desde entonces, autores como Clapp² han formulado propuestas para proporcionar una aproximación al autoabastecimiento de un territorio a partir del cálculo del ratio de autoabastecimiento de sus principales cultivos. A nivel de un país, el indicador se puede obtener por la existencia de estadísticas. A nivel local, sin embargo, existen dificultades por la limitada información estadística agraria disponible.

La FAO (1999), señaló que las actividades desarrolladas por la agricultura urbana están integradas por unidades agrícolas cercanas a una ciudad, explotando intensamente granjas comerciales o semi-comerciales para cultivar hortalizas y otros productos, criar pollos y otros animales menores y producir leche y huevos (FAO-COAG, 1999).

De otro lado, Jessica Prentice, en el año 2005,³ definió el neologismo *Locavore* para referirse a una persona que consume alimentos que se producen en su zona, es decir, a nivel local, en contraposición a los productos que vende las grandes empresas que recorren miles de kilómetros desde los productores hasta las estanterías, dejando una huella ecológica que los convierte en menos ecológicos. A estos productos alimenticios también se le conoce como de “Kilómetro cero” y deben haberse producido a menos de 100 millas del punto de venta, es decir 160 Km. De ese modo, se contribuirá a reducir las emisiones relacionadas con el transporte de mercancías y se garantiza un producto fresco y de calidad.

La mayoría de los agricultores urbanos tiene como objetivo mejorar la alimentación de sus familias, ya que las extensiones cultivadas son, por lo general, pequeñas o realizadas en espacios reducidos, vacíos o abandonados. Los agricultores periurbanos, en cambio, tienen extensiones más amplias, aunque menores que una finca rústica media, y su meta, además de la subsistencia, es la comercialización de los excedentes en ferias locales, mercados o supermercados de la propia ciudad u otras cercanas.

Soler y Renting (2013) señalan que la ciudad moderna se ha construido de espaldas al campo, generando un antagonismo urbano-rural, una de las claves fundamentales de la insostenibilidad urbana. Añaden que la expulsión de la agricultura de las ciudades

² Jennifer Ann Clapp (1963) es una economista política canadiense que es profesora e investigadora de Seguridad Alimentaria y sostenibilidad de la Universidad de Waterloo-Canadá.

³ Jessica Prentice es una escritora norteamericana y cofundadora de Three Stone Hearth, una cooperativa de cocina apoyada por la comunidad en Berkeley, California, quien acuñó el término *locavore* en 2005 en respuesta a una llamada de Olivia Wu, una reportera del San Francisco Chronicle, quien estaba usando Prentice como el punto focal para un artículo sobre comer alimentos cultivados localmente.

es el resultado de un proceso histórico guiado por los valores occidentales y la dinámica socioeconómica de la economía de mercado.

Con respecto a la disponibilidad de terreno en la ciudad de Lima para desarrollar la agricultura urbana, todavía quedan áreas en la periferia de la ciudad y existen también espacios públicos, patios y jardines, e incluso los techos de las casas. Los agricultores urbanos podrían ocupar y transformar esos espacios en centros de producción, brindando alimentos sanos que contribuyan, además de los aspectos productivos, a proveer sitios recreativos y aire limpio en la ciudad.

La gran diversidad de especies utilizadas en la horticultura permite obtener productos, empleo e ingresos durante todo el año. Entre las ventajas de la horticultura, se considera que es posible practicarla en pequeñas parcelas, usando eficientemente los recursos limitados de tierra y agua. Así, las hortalizas de hoja proporcionan ganancias rápidas para cubrir las necesidades diarias de dinero efectivo de la familia con el fin de comprar alimentos y, dado que son productos especialmente perecederos, las pérdidas postcosecha pueden reducirse considerablemente cuando la producción está emplazada cerca del lugar de consumo.

Además de la función productiva, la agricultura urbana funciona como una doble herramienta frente al cambio climático: reduciendo la huella de carbono, al disminuir la distancia del transporte de los alimentos; y contribuyendo a la adaptación, e incrementarse las áreas verdes para atenuar el efecto del calentamiento global.

Metodología

La metodología de autoabastecimiento alimentaria fue utilizada por la FAO para calcular el grado de seguridad alimentaria a nivel país, estableciendo el denominado ratio de autoabastecimiento. En inglés se denomina Self-Sufficiency Ratio (SSR), que es el porcentaje de alimentos consumidos localmente, lo que permite evaluar el desempeño del autoabastecimiento por país en un periodo determinado (FAO, 2012).

Jennifer Clapp (2017) adaptó el ratio para determinar el nivel de autoabastecimiento en un territorio. En su ensayo titulado Food self-sufficiency: Making sense (Clapp, 2017) había señalado que un nivel de autoabastecimiento superior al 50% sería el adecuado.

Se encontraron 2 referentes específicos a nivel internacional sobre el uso del indicador de autoabastecimiento alimentario (ISI).

El primero pertenece a las Islas Canarias, España, donde Godenau Dirk (2018) de la Universidad de La Laguna de las Islas Canarias, halló que el grado de autoabastecimiento alimentario en este territorio oscilaba entre el 10% y el 15% en 2018 (Godenau Dirk, 2018).

El otro estudio, elaborado por Reguant Francesc (2020), estableció que, en la Región

Cataluña, España, el grado de autoabastecimiento agrícola fluctuaba entre el 40% y el 50%, un nivel por debajo del óptimo (Reguant Francesc, 2020).

El índice de autoabastecimiento de hortalizas en la ciudad de Lima se obtendrá dividiendo la producción local de hortalizas entre el consumo en la ciudad, generándose un coeficiente que será expresado en términos porcentuales y evaluando la evolución del ratio entre los años 2012 y 2019.

Con el propósito de identificar las potencialidades del autoabastecimiento hortícola en la ciudad de Lima se realizó un análisis exploratorio basado en fuentes estadísticas del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego del Perú (MIDAGRI). No existen estudios actualizados sobre el tema en Lima. El presente análisis permitirá conocer la evolución de la superficie agrícola total y de hortalizas en Lima Metropolitana en 1975 y 2019, con lo cual se busca contribuir a llenar un vacío de información sobre este tema.

Además, se presenta una correlación simple, relacionando la variable ingresos per-cápita con los precios reales en soles, y el consumo per-cápita de hortalizas evaluados anualmente entre los años 2002 y 2019, y estimándose así las tendencias del consumo de hortalizas en la ciudad de Lima⁴.

Resultados

Superficie de la producción agrícola en la ciudad de Lima

En 1975, los 3 valles de la ciudad de Lima abarcaban una superficie agrícola de 18100 Has distribuidas de la siguiente manera: 9 200 Has en el valle de Chillón, 6 100 Has en el valle de Rimac y 2 800 Has en el valle de Lurín; en el año 2019 quedaban 2748 Has, existiendo en el valle de Lurín 1878 Has, mientras que los valles de Chillón y Rimac existían 834 Has y 117 Has respectivamente. Los valles de Rimac y Chillón son los que han perdido la mayor cantidad de áreas agrícolas, y en la actualidad el valle de Lurín concentra el 70% de la superficie agrícola existente en la ciudad de Lima (Ver cuadro 1).

⁴ Se había realizado previamente correlaciones entre la variable consumo per-cápita con la variable precio para el mismo período, no resultando significativa, las cuales están a disposición de los lectores previa solicitud al autor.

Cuadro 1. Áreas agrícolas por valle de Lima (en Has)

Valle	1975	1994	2002	2012	2019
Chillón	9200	7200	2800	3678	753
Rimac	6100	1600	3000	834	117
Lurín	2800	1000	1200	2299	1878
Total	18100	9800	7000	6811	2748

Fuente: elaboración propia.

De 1975 a 2019, el valle de Chillón perdió 8 447 Has, el del Rimac 5 993 Has y el de Lurín 922. De los 43 distritos existentes en la ciudad de Lima, la mayoría ya no cuenta con áreas agrícolas. En el valle de Chillón, el distrito de Carabayllo es el que mayor superficie agrícola presenta; en el del Rimac, el distrito de Lurigancho; y en de Lurín, los distritos de Lurín y Pachacamac. Según el Censo Nacional de Población del Perú, realizado en 2017, la población rural de la ciudad de Lima fue de solo 7 000 habitantes, menos del 0,1% de la población total de Lima Metropolitana. La mayoría de los agricultores son personas de tercera edad, y tienen dificultades para realizar inversión y asumir los costos corrientes para realizar la producción agrícola.

Superficie de la producción de hortalizas en la ciudad de Lima

Al igual que en el caso de la producción agrícola en general, la producción hortícola en Lima ha ido disminuyendo de manera significativa. En 1975, existían 4 200 Has distribuidas de la siguiente manera: 1 300 Has en el valle de Chillón, 2 400 Has en el valle de Rimac y 500 Has en el valle de Lurín. En 2019, la superficie hortícola de Lima se había reducido a 823 Has, de las cuales 153 Has en el valle de Chillón, 39 Has en el valle del Rimac y 631 Has en el valle de Lurín. Nótese que, en el período mencionado, la superficie hortícola aumentó en el valle de Lurín. (Ver cuadro 2).

Cuadro 2. Superficie hortícola en la ciudad de Lima (en Has)

Valles	1975	1994	2002	2012	2019
Chillón	1300	2700	1250	2022	153
Rimac	2400	700	600	230	39
Lurín	500	800	250	848	631
Total	4200	4200	2100	3100	823

Fuente: elaboración propia.

Para los parceleros de Lima, la producción hortícola es la base de su supervivencia, a la que se suma la crianza de animales menores como gallinas y cuyes. Entre las hortalizas cultivadas están la cebolla, la lechuga, el perejil, el culantro, el rabanito, el orégano, el nabo, el apio y la yerba buena, que son vendidas en el propio campo a los mayoristas que llegan con camiones, y se encargan de distribuir las en los mercados de la periferia de la ciudad. La horticultura practicada en Lima metropolitana se divide en agricultura en áreas periurbanas y agricultura en áreas intraurbanas. De las primeras, cabe destacar que el crecimiento urbano ocupó, al principio, tierras agrícolas de buena calidad y, en los últimos años, terrenos eriazos en las partes bajas de las cuencas de los ríos Rímac, Lurín y Chillón (Siura, 2008).

La agricultura intraurbana es aquella que se desarrolla dentro de la ciudad, mayormente por iniciativa de grupos urbanos organizados, que buscan el enverdecimiento de la ciudad y con una intención de volver productivas las áreas subutilizadas, con fines de seguridad alimentaria, ornato, salud, fines educativos y recreacionales, así como la generación de ingresos. A diferencia de la agricultura periurbana, la agricultura intraurbana se realiza en huertos, que pueden ser domésticos, ubicados al interior de las propiedades y en los techos, empleando diferentes técnicas: el sistema hidropónico y el riego por goteo. Esta práctica se puede realizar en recintos municipales, cedidos o alquilados a los pobladores de la zona, siendo el gobierno municipal quien se encarga de su mantenimiento. Otra opción son los huertos comunitarios, situados en terrenos públicos o de propiedad vecinal. Hay huertos didácticos, cuyo objetivo es la educación ambiental, situados en ciertos colegios, institutos o universidades, y huertos terapéuticos para la recuperación de pacientes, la promoción de la inserción social y la atención de ancianos o personas con enfermedades psicológicas. Estos huertos tienen una extensión inferior a los 1 000 m².

Tendencias del consumo de hortalizas en la ciudad de Lima

El coeficiente de correlación entre ingresos per-cápita y consumo global de hortalizas en el período 2002-2019 en la ciudad de Lima es 70%, lo cual es significativo. En el cuadro 3 y en la figura 1 se muestra la información respectiva. Las evidencias señalan que el consumo per-cápita de hortalizas en Lima metropolitana ha crecido. Nótese, sin embargo, que no alcanza los 200 gramos per-cápita/día en el período analizado, que es lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Cuadro 3. Áreas agrícolas por valle de Lima (en Has)

Años	Ingresos promedio Lima	Consumo hortalizas. per-cápita
	(Soles; Año Base: 2002)	(Gramos día)
2002	1.017	120
2003	1.012	118
2004	988	117
2005	901	114
2006	970	108
2007	1.040	118
2008	1.058	114
2009	1.112	108
2010	1.066	110
2011	1.110	106
2012	1.177	106
2013	1.170	142
2014	1.205	184
2015	1.231	171
2016	1.278	175
2017	1.249	180
2018	1.216	183
2019	1.103	189

Fuente: elaboración propia.

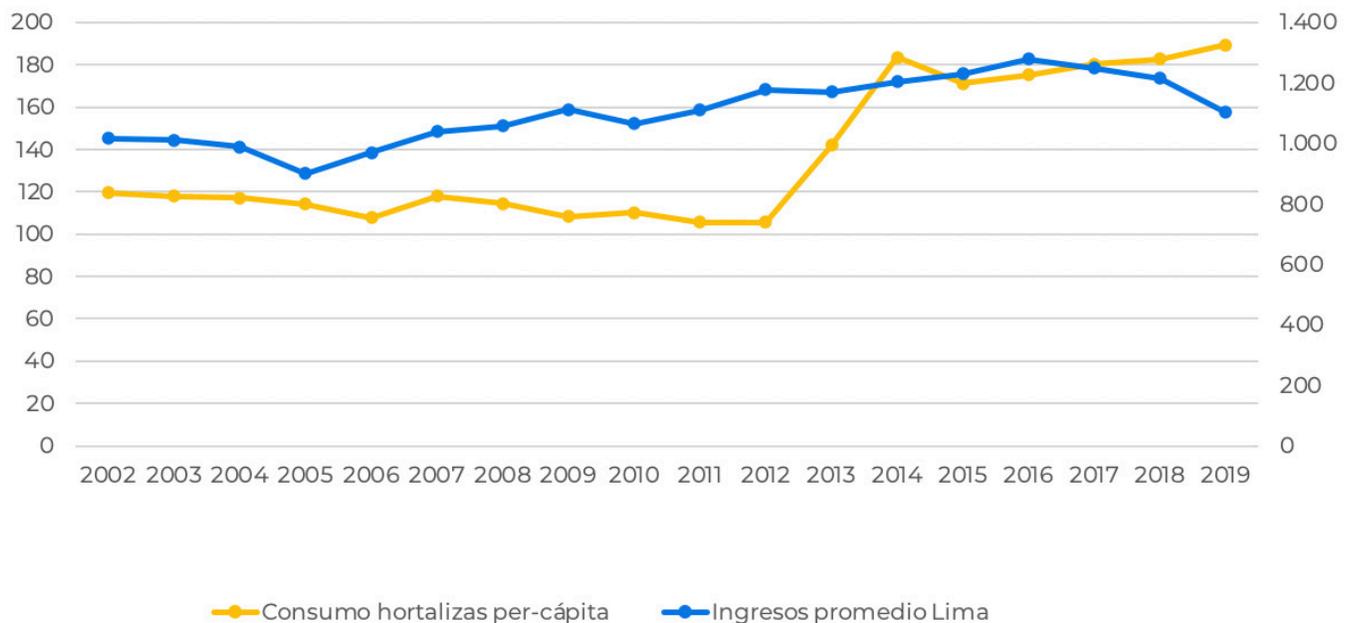


Figura 1. Ingreso per-cápita y consumo de hortalizas en Lima
Fuente: elaboración propia.

Nivel de autoabastecimiento de hortalizas en la ciudad de Lima

En el cuadro 4 se muestra el nivel de autoabastecimiento de las principales hortalizas producidas en la ciudad de Lima. Tomando en cuenta el volumen producido, se analizó el cultivo de lechuga, beterraga, rábano, apio, brócoli, culantro, poro, ají y espinaca. En 2012, el nivel de autoabastecimiento de hortalizas en Lima fue de 46%, siendo el cultivo de poro el que presentó el mayor nivel (98%) seguido por el apio (90%), el culantro (80%), el rábano (78%), la lechuga (71%), el brócoli (69%), la beterraga (66%), espinaca (44%), y ají (34%).

En 2019, el nivel de autoabastecimiento de hortalizas en Lima disminuyó a 44% con respecto al año 2012, siendo los cultivos de rábano y culantro los que mayor nivel de autoabastecimiento presentaron, con una participación de 97% cada uno, seguido por la beterraga (95%), la espinaca (87%), el apio (83%), el poro (78%), la lechuga (52%) y ají (28%). En cuanto al volumen total de hortalizas producidas en el área de Lima Metropolitana, existió una leve disminución entre 2012 y 2019, de 158,981 TM a 157,312 TM. En la tabla 4, se muestra la evolución del autoabastecimiento de hortalizas entre los años 2012 y 2019, indicándose si hubo aumento o disminución.

Cuadro 4. Nivel de autoabastecimiento de hortalizas en la ciudad de Lima (en porcentajes)

N°	Cultivo	2012			2019			Situación
		Producción Lima	Abastecimiento Total	%	Producción Lima	Abastecimiento Total	%	
1	Lechuga	18.965	26.565	71%	20.740	39.811	52%	Disminución
2	Beterraga	16.874	25.450	66%	20.222	21.340	95%	Aumento
3	Rabano	15.157	19.540	78%	18.998	19.679	97%	Aumento
4	Apio	13.121	14.560	90%	13.499	16.295	83%	Disminución
5	Brócoli	12.840	18.650	69%	11.781	28.020	42%	Disminución
6	Culantro	12.767	15.980	80%	14.723	15.240	97%	Aumento
7	Poro	9.300	9.484	98%	9.357	11.923	78%	Disminución
8	Ají	8.020	23.350	34%	6.018	21.669	28%	Aumento
9	Espinaca	6.441	14.687	44%	12.445	14.322	87%	Aumento
10	Otros	45.496	176.147	26%	29.529	167.472	18%	Disminución
	Total	158.981	344.413	46%	157.312	355.769	44%	Disminución

Fuente: elaboración propia.

Discusión

Aunque no existen estadísticas actualizadas y homogéneas sobre el autoabastecimiento de hortalizas en zonas urbanas a nivel mundial, autores como Halweil y Nierenberg (2007) en su artículo titulado Cultivar en las ciudades, señalaban que ciertos centros urbanos presentan altos niveles de autoabastecimiento alimentario, como es el caso de la ciudad de La Habana, capital de Cuba, que depende enormemente de la agricultura urbana. Se calcula que el 90% de los alimentos de La Habana se producen en la propia ciudad y sus alrededores. Los mismos autores destacan el caso de la ciudad de Vancouver en Canadá, donde un 44% de la población cultiva frutas y verduras, bayas y prepara frutos secos en sus jardines, en sus balcones o en alguno de los 17 huertos comunitarios situados en terrenos municipales. De la misma manera, como se señaló anteriormente, en el caso de las Islas Canarias y la Región Cataluña en España, se había determinado que el nivel de autoabastecimiento alimentario fue de entre 10%-15% y 40%-50%, respectivamente.

De acuerdo al International Growth Centre de la London School of Economics (LSE), la producción doméstica de alimentos tiene el potencial de proporcionar ahorros sustanciales para los hogares urbanos más pobres —que generalmente gastan más del 50% de sus ingresos en alimentos—, con la ventaja adicional de la diversificación de la dieta y una mejor nutrición. Asimismo, puede proveer a las familias de ingresos adicionales

si venden el excedente de su producción en mercados locales. En la ciudad de Lima existen 2 000 mercados y más de 40 000 restaurantes, lo cual representa una apreciable clientela para la agricultura urbana de la ciudad. Cabe señalar que gran parte de la producción de hortalizas no se centraliza en el gran Mercado Mayorista de Santa Anita.

Imas (2020) destaca que los agricultores familiares suministran alimentos sanos, diversificados y culturalmente adecuados. Además, manifiesta que esta ocupación tiene efectos positivos en la economía ya que generan oportunidades de empleo agrícola y no agrícola y favorecen el desarrollo de la economía local.

Con el fin de garantizar alimentos y plantas sanas, los horticultores y agricultores urbanos deben asegurarse, primero, que no haya contaminantes en el suelo o en el agua que utilizan. Por tal motivo, entre las amenazas existentes para el desarrollo de la agricultura urbana en Lima, además de la escasez hídrica, hay evidencias de que gran parte de las hortalizas utilizan aguas que sobrepasaban los Estándares de Calidad de Agua (ECA) fijados por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

Como se señaló anteriormente, la variable precio no es determinante para el consumo de hortalizas en la ciudad de Lima, y, por lo tanto cabría evaluar la posibilidad de producir hortalizas con alto valor agregado, como es la producción orgánica. En este sentido, la certificación podría contribuir a la generación de valor en la producción hortícola y a la implementación del Sistema de Garantías Participativas (SGP), como señala la Ley de Promoción de la Producción Orgánica o Ecológica del Perú. Esta medida contribuiría a establecer la participación directa entre las personas productoras, consumidoras y otros miembros de la comunidad, quienes podrían verificar el origen y la condición de los productos ecológicos u orgánicos y, a través del sistema, garantizan la calidad de la producción y su consumo en el mercado local.

Con respecto a las ventajas ambientales de la producción hortícola, cabe señalar que la ciudad de Lima tiene un déficit de áreas verdes. Cuenta apenas con 3 m² por habitante, y la Organización Mundial de la Salud recomienda 9 m². El déficit es de 5 600 Has. El desarrollo de la agricultura urbana podría contribuir a reducir esta brecha. Las áreas verdes urbanas traen beneficios económicos, sociales y ambientales, reducen los niveles de contaminación, mejoran la calidad del aire e incluso, pueden contribuir a revalorar el precio de las viviendas, de acuerdo con los precios hedónicos, concepto que señala que los atributos ambientales inciden favorablemente en el valor de las viviendas. Gran parte de los productos hortícolas orgánicos producidos en la ciudad de Lima se distribuyen en las denominadas bioferias, unas nueve, que funcionan regularmente cada semana en distritos de poder adquisitivo alto y medio, como Miraflores, San Isidro, La Molina, Santiago de Surco. La población de distritos de ingresos bajos y medios no pueden adquirir dichas hortalizas por sus altos precios. Por tal motivo, autores como Ugas (2009), proponen que las instituciones públicas compren hortalizas de la agricultura urbana de Lima y las destinen a los comedores escolares, postas médicas, albergues o programas de seguridad alimentaria de los diversos Ministerios.

Conclusiones

La expansión urbana, poco planificada, en la ciudad de Lima, ha venido generando pérdidas de sus áreas agrícolas, habiéndose determinado con la presente investigación, que entre los años 1975 y 2019 se perdieron 15,352 Has de áreas agrícolas. En 2019 quedaban en la ciudad de Lima 2 748 Has de superficie agrícola, siendo el valle de Lurín, al Sur, el que conserva la mayor cantidad de áreas agrícolas: 1 878 Has, lo que representa el 70% de la superficie agrícola total de la ciudad de Lima. Por tal motivo, el valle de Lurín, ubicado al sur de la ciudad de Lima es el último valle verde de Lima.

La superficie hortícola en la ciudad de Lima disminuyó de 4 200 Has en el año 1975 a 823 Has en el año 2019, cantidad de la cual el valle de Lurín tuvo el 77%. La relativa conservación de áreas agrícolas y áreas hortícolas del valle de Lurín se debe a la existencia de barreras legales y a las ventajas comparativas que posee dicho valle, debido a los valores ecológicos y culturales, dando lugar a la multifuncionalidad de su agricultura en tiempos recientes.

El consumo de hortalizas en la ciudad de Lima aumentó de 120 gramos por día en el año 2002, a 189 gramos en el año 2019, un incremento del 57%. Al evaluar la relación entre ingresos promedio per-cápita y el consumo per-cápita en el período 2002-2019, se determinó que la correlación fue de 70%, de alta significancia. A pesar de este considerable incremento el nivel de consumo de hortalizas en la ciudad de Lima no llega a los 200 gramos per-cápita/día, recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

El índice de autoabastecimiento alimentario, que en inglés se denomina Self-Sufficiency Ratio (SSR) muestra que en la ciudad de Lima entre los años 2012 y 2019, el volumen total de autoabastecimiento de hortalizas disminuyó de 46% a 44%. Además, se utilizó el indicador de SSR, específicamente, para 9 hortalizas, como lechuga, beterraga, rábano, apio, brócoli, culantro, poro, ají y espinaca, habiéndose determinado que los SSR en 7 hortalizas son superiores al 50%, lo que está dentro de los rangos recomendados por la literatura consultada. Por otro lado, el volumen total de hortalizas producidas en la ciudad de Lima permaneció casi constante en el período 2012-2019.

Hay, sin embargo, una limitación para el desarrollo de la horticultura urbana en Lima, determinada por el costo del agua, que es totalmente tratada y está destinada al consumo humano directo y a cierta producción de bebidas embotelladas y otros usos. El agua de regadío es muy escasa y, como en toda la costa peruana, en Lima no llueve. La carencia de suficientes tierras en las inmediaciones urbanas para aplicarlas a la horticultura ha determinado que el abastecimiento de los vegetales, en general, para el creciente consumo de Lima Metropolitana proceda, cada vez más, de los valles y laderas más alejados de esta.

La dinámica de la ocupación del terreno de Lima ha sido investigada principalmente con un enfoque urbano, y no bajo una visión de desarrollo sostenible del territorio, habiendo predominado el alto costo-oportunidad que representó cambiar el uso de suelo para fines urbanísticos.

El desarrollo de la agricultura urbana podría ser una estrategia ambiental, productiva, social y económica, así como una alternativa segura de producción y abastecimiento directo de alimentos, pudiéndose institucionalizar acciones de promoción a nivel del gobierno de la ciudad de Lima, así como la periferia de los productores ubicados en la Región Lima, para, de esta manera acercar a productores y consumidores en la ciudad, a través de ferias locales, mejorando la alimentación local, estrategia que se alinea con los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), en particular con el ODS 11, correspondiente a ciudades y comunidades sostenibles. Las escasas áreas agrícolas de la ciudad de Lima deben ser vistas, no solamente como una fuente de producción, sino como un espacio alternativo al modo de vida en la ciudad, donde los paisajes verdes, pueden ser un espacio recreativo y turístico para la población de una megaciudad como Lima, que requiere de políticas y acciones que conduzcan a mejorar la calidad ambiental de su población.

Literatura citada

- AQUAFONDO (2016). Estudio de Riesgos Hídricos y Vulnerabilidad del Sector Privado en Lima Metropolitana y Callao en un Contexto de Cambio Climático, GIZ, Lima – Perú.
- CENSO NACIONAL DE POBLACIÓN (2017). Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Lima – Perú.
- CEPAL (2014). Agricultura familiar y circuitos cortos: Nuevos esquemas de producción, comercialización y nutrición: Memoria del seminario sobre circuitos cortos realizado el 2 y 3 de septiembre de 2013, Santiago de Chile.
- Clapp J. (2017). Food self-sufficiency: Making sense of it, and when it makes sense. *Food Policy*, 66: 88-96, USA.
- Diario Oficial El Peruano (27 de enero de 2008). Ley N° 29196, Ley de Promoción de la producción orgánica y ecológica, Diario Oficial El Peruano.
- Diario Oficial El Peruano (7 de junio, 2017). Ministerio de Medio Ambiente del Perú. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Diario Oficial El Peruano.

- FAO (1999). La agricultura urbana y periurbana, capítulos III y IV. [http:// www.fao.org/unfao/bodies/COAG/COAG15/X0076S.htm](http://www.fao.org/unfao/bodies/COAG/COAG15/X0076S.htm) Roma-Italia.
- FAO (2012). FAO Statistical pocketbook. FAO.
- Godenau Dirk (2018). El grado de autoabastecimiento alimentario de Canarias: propuesta de medición estadística, Universidad de La Laguna. Islas Canarias – España.
- Halweil B. y Nierenberg D. (2007). Cultivar en las ciudades, publicado en La situación del mundo 2007, CIP-FUHEM e Icaria. España. pp. 115 a 140.
- Imas, V. (2020). Agricultura Familiar, ODS y Recuperación Económica post pandemia. DE- CIDAMOS-CADEP-OXFAM-UE.
- INEI (2021). Informe Técnico del Mercado Laboral en Lima Metropolitana Diciembre 2020– Febrero 2021
- _____(Informe N ° 3. Marzo 2021)
- Kneafsay, M (2013). Short Food Supply chains and local food Systems in the European Union. JRS Scientific and Policy Reports. European Comission, Luxembourg. Joint Research Center. la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Rural (OCDE).
- Ngoga, T. H., & Delbridge, V. (2020). Urban agriculture: A viable safety net for the urban poor during times of crisis? - IGC Blog. m <https://www.theigc.org/blog/urban-agriculture-a-viable-safety-net-for-the-urban-poor-during-times-of-crisis>
- Olcina Cantos, Jorge (2011). Megaciudades: espacios de relación, contradicción, conflicto y riesgo, Investigaciones Geográficas (Es), núm. 54, 2011, pp. 171-201 Universidad de Alicante Alicante, España.
- Organización Mundial de la Salud- OMS (2015). Consumo de frutas y hortalizas al día. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>, Suiza
- Organización Mundial de la Salud (OMS) (2018). Alimentación sana. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>, Suiza.

- Reguant Francesc (2020). Recursos, alimentos y sostenibilidad. El caso de Catalunya, en la Revista Alternativas económicas Número 84, Cataluña – España.
- Siura, S. (2008). Panorama de Experiencias de Agricultura Urbana en Lima Metropolitana y Callao, IPES Promoción del Desarrollo Sostenible. Lima-Perú.
- Soler y Renting (2013). Agricultura urbana: prácticas emergentes para un nuevo urbanismo, Hábitat y Sociedad (issn 2173-125X), n.º 6, noviembre de 2013, pp. 3-8.
- Ugas, R. (2009). El protagonismo invisible de la agricultura orgánica. Revista Agraria 10 (112). Lima – Perú.

Artículo

SARS-CoV-2 y cambios en la vida de los estudiantes de Economía Agrícola y Agronegocios

SARS-CoV-2 and changes in agricultural Economics and Agribusiness Student's Life



Amanda María Naranjo Retana¹
Alejandra María Rodríguez Rodríguez²
Eilyn González Sánchez³
Fauricio Redondo Angulo⁴
Stephanie Sánchez León⁵
Ericka Cortés Arias⁶
Abril Rivas Briceño⁷

Fecha de recepción: 01 de mayo, 2021

Fecha de aprobación: 13 de julio, 2021

Vol.7 N° 2 Julio- diciembre 2021

Naranjo, A. et al. (2021). SARS-CoV-2 y cambios en la vida de los estudiantes de Economía Agrícola y Agronegocios. Revista e-Agronegocios, 7(2). <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/eagronegocios/article/view/5690>

 DOI: <https://doi.org/10.18845/ea.v7i2.5690>





¹ Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
Correo electrónico: amanda.naranjo@ucr.ac.cr

 <https://orcid.org/0000-0002-3105-2968>

² Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
Correo electrónico:

alejandra.rodriguezrodriguez@ucr.ac.cr

 <https://orcid.org/0000-0002-5460-0576>

³ Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
Correo electrónico: eilyn.gonzalezsanchez@ucr.ac.cr

 <https://orcid.org/0000-0002-1775-957X>

⁴ Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
Correo electrónico: fauricio.redondo@ucr.ac.cr

 <https://orcid.org/0000-0001-9241-5462>

⁵ Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
Correo electrónico:

stephanie.sanchezleon@ucr.ac.cr

 <https://orcid.org/0000-0002-5768-3768>

⁶ Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
Correo electrónico: ericka.cortes@ucr.ac.cr

 <https://orcid.org/0000-0002-7738-3551>

⁷ Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
Correo electrónico: abril.rivas@ucr.ac.cr

 <https://orcid.org/0000-0002-5609-6238>



Resumen

El objetivo de este artículo es identificar y analizar los cambios en la vida cotidiana, laboral y académica que han percibido los y las estudiantes de Economía Agrícola y Agronegocios de la Universidad de Costa Rica (UCR) pertenecientes a la sede Rodrigo Facio, sede del Sur y el recinto de Guápiles, producto de la adopción de la modalidad virtual en su proceso de aprendizaje. Se seleccionó una muestra de estudiantes activos y se les aplicó una encuesta online a través de la herramienta de Google Forms. A raíz de la virtualidad los estudiantes percibieron afectación en su salud física y mental, así como se evidenció que persisten las brechas que limitan la inclusividad de los estudiantes para llevar a cabo sus estudios de manera virtual.

Palabras clave: COVID-19, salud mental, desigualdad digital, adaptación, estadística.

Abstract

The objective of this article is to identify and analyze the changes in daily, labor, and academic life that have been perceived by the students of Agricultural Economics and Agribusiness of the University of Costa Rica (UCR) belonging to the Rodrigo Facio campus, South campus, and the enclosure of Guápiles, through the implementation of the virtual modality, on the methodological design. A sample of active students was selected, and an online survey was applied through the Google Forms tool. As a result of virtuality, the students have perceived affectation in aspects such as the mental and physical health. It was also evidenced that there are gaps that limit the inclusiveness of students to carry out their studies virtually.

Key words: COVID-19, mental health, digital inequity, adaptation, statistics.

Introducción

El COVID-19 presentó una velocidad de expansión y gravedad considerable, por lo que el 11 de marzo del 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS) lo enunció como pandemia (Johnson, Saletti, Tumas, 2020). En Costa Rica el primer caso de COVID-19 se confirmó el 6 de marzo y diez días después se emitió la emergencia nacional, la cual trajo cambios en la vida de los costarricenses, pues se estableció una serie de medidas sanitarias (Gaiser, 2020). Uno de los sectores que más ha sufrido cambios en el país es el de la educación, ya que las medidas de confinamiento, para minimizar la propagación del virus, obligaron a cambiar el ambiente presencial por la virtualidad, lo cual ha afectado el ritmo de trabajo y educación.

En Costa Rica la enseñanza de estudios superiores se ha impartido mayoritariamente de manera presencial. Sin embargo, con el rápido desarrollo de la tecnología poco a poco se han venido incorporando nuevas herramientas tecnológicas. La educación a distancia utilizando entornos virtuales es de vital importancia para el sistema educativo, ya que se encuentra en un momento donde hay grandes cambios y se “requiere de la construcción de nuevos roles, nuevos espacios y nuevas competencias comunicativas, pedagógicas y tecnológicas” (Peña et al., 2012, p.121). Pero más allá de querer ahondar en el tema de la enseñanza virtual, el objetivo primordial es saber cuáles son los cambios que esta puede provocar en la vida cotidiana, laboral y académica de los estudiantes. Por tanto, es considerable conocer la perspectiva de los estudiantes de Economía Agrícola de la UCR en relación con la modalidad virtual que ha implementado esta casa de enseñanza para salir a flote con la educación superior en el país. Esta investigación permitirá analizar los cambios que han ocasionado los semestres virtuales en la vida cotidiana, laboral y académica de los estudiantes activos de la carrera de Economía Agrícola y Agronegocios de dicha institución.

Referente Teórico

El COVID-19 ha afectado de manera indirecta en estudiantes universitarios, esto se debe a la migración a la educación virtual (Montalvo & Montiel, 2020). Se han realizado estudios que muestran los cambios cotidianos de los estudiantes especialmente en el ámbito social y de salud. En el primer caso en el estudio de la UNESCO, se muestra cómo los estudiantes han tenido que reorganizar su vida cotidiana para adaptarse a la virtualidad, también se expresa que “la pérdida de contacto social y de las rutinas de socialización que forman parte de la experiencia cotidiana de un estudiante de educación superior tendrán un costo” (UNESCO, 2020, p.16).

La pandemia también ha generado implicaciones en la salud mental, en un estudio se pudo comprobar que los niveles de ansiedad de los estudiantes universitarios de China subieron un 24,9% a raíz de la pandemia, y algunos de los factores que afectaron

fueron: no vivir con los padres, vivir en zonas rurales, no tener un ingreso económico estable, el contagio por COVID-19 en el núcleo familiar y la ausencia de la comunicación interpersonal (Cao et al., 2020). Asimismo, existen estudios en donde se muestra que la población joven presentó mayores niveles de estrés, ansiedad y depresión debido a la pandemia y como las instituciones educativas tienen un rol fundamental para la implementación de programas de intervención para disminuir dichos niveles (Ozamiz et al., 2020).

También hay evidencia de cambios en la salud física, en un estudio a nivel mundial, se hace referencia a que el aislamiento social ha tenido una repercusión en los niveles de actividad física, se realizó una comparación con los 30 millones de usuarios de los monitores de movimiento Fitbit a nivel mundial en la actividad física, de marzo de 2019 y marzo 2020, se observó una disminución entre 7% a 38% en la cantidad de pasos caminados diariamente (Celis et al., 2020). Asimismo, en el caso de los estudiantes, existen estudios, en donde se realizó una encuesta a una muestra de 267 estudiantes de la Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues ubicada en Ecuador, en este estudio un 25,1% de los estudiantes manifestó no realizar actividad física durante la cuarentena, sin embargo, del porcentaje restante un 21,7% expresó realizar actividad física principalmente para estar en forma (Buri et al., 2020).

Las investigaciones que analizan los cambios académicos producto de la pandemia detallan aspectos como la conexión, la modalidad implementada y el rendimiento. En otro estudio se busca describir el efecto de la educación virtual, esto mediante la aplicación de encuestas a una muestra de una población de 260 estudiantes de Universidades de Perú, tanto públicas como privadas (Huanca et al., 2020). En este estudio se evidenciaron las brechas causadas por la falta de habilidades o herramientas tecnológicas por parte de estudiantes y docentes. Por su parte en un estudio de la CEPAL se evidenció que muchas instituciones educativas en América Latina y el Caribe no cuentan con la infraestructura necesaria para la implementación de tecnologías y además se muestra una diferencia de acceso a estas entre zonas urbanas y rurales (CEPAL, 2020). La UNESCO indica que el porcentaje de hogares con conexión a internet para América Latina es de un 45%, lo cual evidencia una problemática para aquellos estudiantes que no cuentan con conexión (UNESCO, 2020).

Por otro lado, el rendimiento de 458 estudiantes de la Universidad Autónoma de Madrid (España) ha mejorado por distintas razones, principalmente por la nueva metodología utilizada, la cual posibilita que los estudiantes tengan a disposición la materia en cualquier momento (Gonzalez et al., 2020). Asimismo, la modalidad virtual tiene ventajas como las grabaciones de las clases, poder retroceder los videos en incluso descargarlos, no obstante, evidencia que hay desventajas que se deben considerar como la dependencia a internet y la falta de concentración o compromiso que puede generar esta modalidad por parte de los estudiantes (De Oliveira-Dias, De Oliveira-Albergarias-Lopes, Correia-Teles, 2020).

Además, para un estudio se realizó un cuestionario a 548 estudiantes de la Universidad de Extremadura, en donde para un 75% de los estudiantes la virtualidad ha exigido una mayor dedicación en comparación con la modalidad presencial y un 51,6% de estos manifestó no estar aprendiendo con las clases virtuales (Pérez-López, Atochero, Rivero, 2021). De ahí que uno de los principales retos que implica la virtualidad es la autodisciplina (Aristovnik et al., 2020). En Costa Rica también se ha analizado el efecto de la virtualidad en los estudiantes de la UCR ante el COVID-19, por ejemplo, un estudio describe la perspectiva estudiantil de diferentes escuelas, facultades y sedes de la UCR ante la virtualización de los cursos, en donde se permite tener una referencia acerca de cuál modalidad se utilizó más o cuál despertó mayor interés en los estudiantes, o la disposición de mantener ciertos cursos de manera virtual, por ejemplo, 6 de cada 10 estudiantes indicaron que el curso podría seguirse impartiendo de manera virtual (Kikut, 2020).

Metodología

La población objetivo del presente estudio fueron los 596 estudiantes de bachillerato activos durante el primer semestre del 2020 de la carrera de Economía Agrícola y Agronegocios de la sede Rodrigo Facio y la sede del Sur, además del recinto de Guápiles de la Universidad de Costa Rica, donde también se imparte la carrera. Se estimó un tamaño de muestra empleando la fórmula de muestreo irrestricto, correspondiente a proporciones para poblaciones finitas, que según Mora (2015) se define como en la (Ecuación 1):

$$n = \frac{N(z_{\alpha/2})^2 PQ}{(e^2(N-1) + ((z_{\alpha/2})^2 PQ)} \quad (1)$$

Donde:

- n es el tamaño de la muestra,
- N es el tamaño de la población,
- $Z_{\alpha/2}$ valor de la distribución normal estándar asociado al nivel de significancia,
- P es la proporción esperada,
- Q es $1 - P$; y
- e corresponde al error de muestreo máximo permitido.

En la estimación del tamaño de muestra se utilizó una significancia del 5%, un error de muestreo del 10% y con $P=Q=0,5$. Con lo anterior, el tamaño de muestra resultó de 83 personas, detallándose en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Parámetros para la estimación del tamaño de la muestra.

Parámetro	Nomenclatura	Valor
Significancia	α	0,05
Desviaciones típicas	$Z_{\alpha/2}$	1,96
Error	e	0,10
Población total	N	596
Proporción esperada 1 (P)	P	0,50
Proporción esperada 2 (Q)	Q	0,50
Tamaño de la muestra (población finita)	N	82,83

Fuente: elaboración propia.

Se diseñó una encuesta y se aplicó a través del instrumento de Google Forms, esta contenía una introducción al tema, posteriormente, las preguntas se dividieron en cuatro secciones, información general, preguntas laborales, vida cotidiana del estudiante y preguntas de carácter académico. Dicha encuesta fue habilitada el día 6 de noviembre de 2020 y se cerró el día 13 de noviembre del mismo año, se obtuvieron 98 respuestas. En el cuadro 2 se observa la distribución de la población y la muestra por sede o recinto.

Cuadro 2. Distribución de la población y la muestra según sede o recinto.

Sede o Recinto	Población	Porcentaje	Muestra	Porcentaje
Recinto de Guápiles	129	22	29	30
Sede Rodrigo Facio	380	64	63	64
Sede del Sur	87	15	6	6
Total	596	100	98	100

Fuente: elaboración propia.

Para el análisis estadístico de los datos se realizó un ANOVA, sin embargo, al no cumplirse los supuestos que la sustentan, se llevó a cabo una prueba no paramétrica. Se efectuaron comparaciones entre las poblaciones de estudiantes según sede o recinto mediante la prueba de Kruskal Wallis (1952), se creó una variable dicotómica que registra si el o la estudiante cambió de residencia durante la pandemia y mediante la prueba de Wilcoxon (1945) se efectuaron comparaciones según esta condición. La heterocedasticidad se verificó mediante la prueba de Levene (1960) y todo se trabajó al 5% de significancia. Para el análisis se utilizaron los programas Microsoft Office Excel versión 2016, R versión 3.6.1 y GeoDa versión 1.16.

Resultados

Aspectos generales

De acuerdo con el análisis realizado a los datos recolectados en la primera parte de la encuesta aplicada a los estudiantes, se obtuvieron los siguientes resultados. En cuanto a los aspectos generales se realizó un recuento de los estudiantes según año de ingreso (Figura 1) y un registro de sus residencias durante el periodo estudiado (Figura 2, 3 y 4).

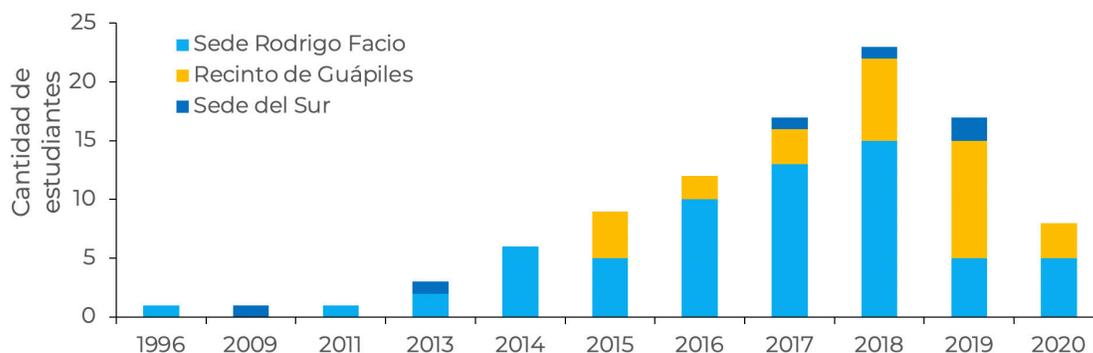


Figura 1. Cantidad de estudiantes encuestados según año de ingreso a la Universidad por sede o recinto
Fuente: elaboración propia.

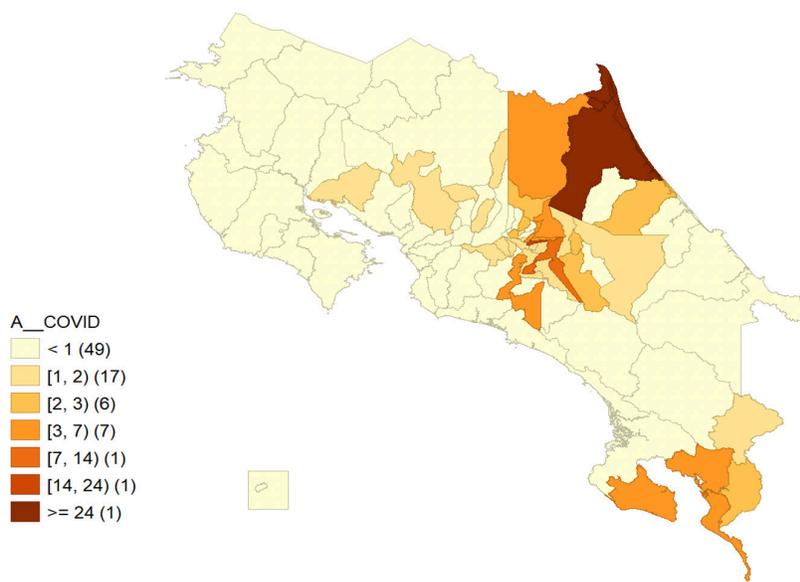


Figura 2. Distribución de los estudiantes en el territorio costarricense antes de la pandemia.
Fuente: elaboración propia.

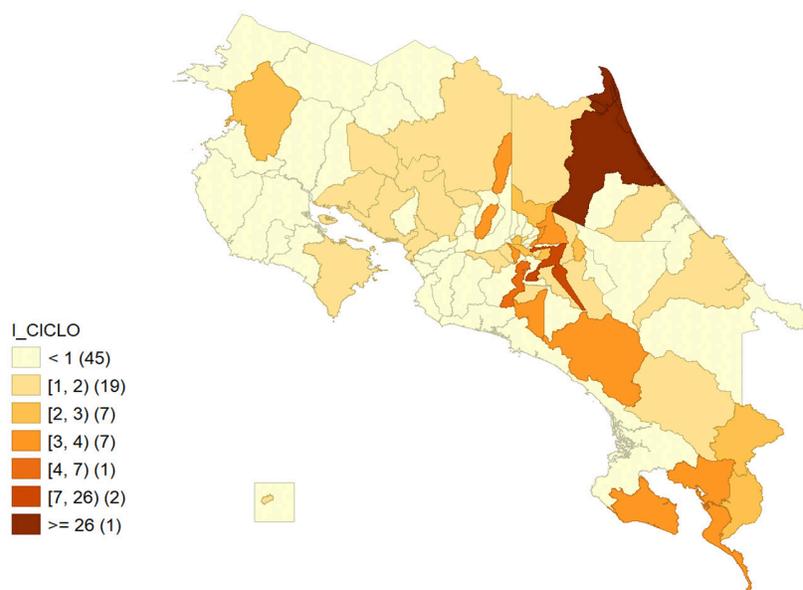


Figura 3. Distribución de los estudiantes en el territorio costarricense durante el semestre I 2020.

Fuente: elaboración propia.

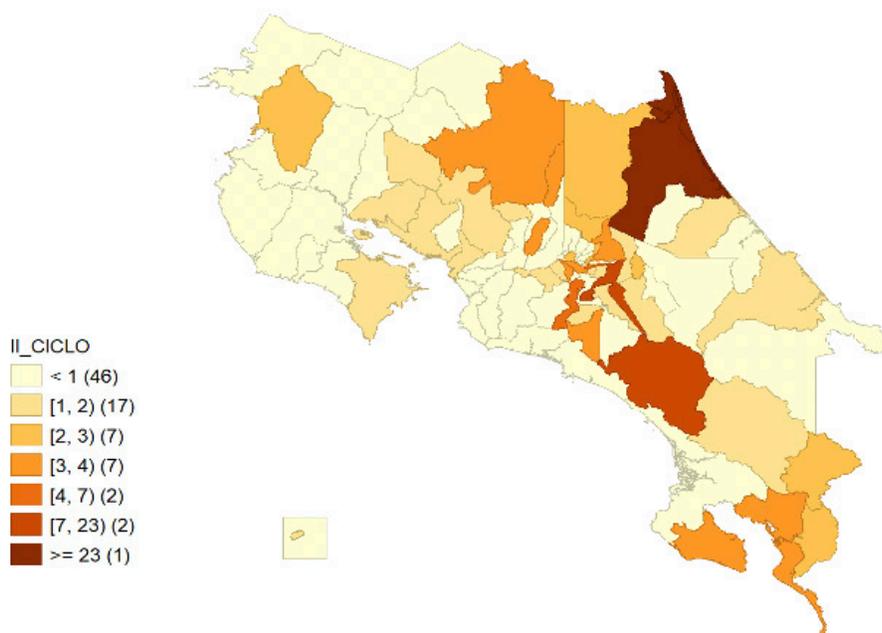


Figura 4. Distribución de los estudiantes en el territorio costarricense durante el semestre II 2020.

Fuente: elaboración propia.

Aspectos laborales

Referente a los aspectos laborales se buscó identificar la situación laboral de los estudiantes antes de la pandemia, durante el I y II semestre de 2020, esto con el propósito de conocer si habían experimentado cambios en su condición laboral (Figura 5).



Figura 5. Situación laboral de los estudiantes de Economía Agrícola y Agronegocios antes del Semestre I 2020, durante el Semestre I 2020 y después del Semestre I 2020.

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con los resultados obtenidos de las preguntas orientadas a estudiar y trabajar, los estudiantes expresaron que pueden disponer de más tiempo al no tener que trasladarse a la Universidad de Costa Rica, y que debido a las clases asincrónicas pueden organizar su tiempo a conveniencia e incluso algunos han empezado a trabajar en negocios familiares.

Aspectos cotidianos

Para todos los aspectos evaluados, al comparar entre sedes y recintos, así como al comparar según la condición de residencia, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) (Cuadro 3). Además, se resalta que un 51% de los encuestados manifestaron tener la oportunidad de invertir tiempo en otras actividades debido a la pandemia, dentro de las más mencionadas fue realizar actividad física como ejercicio o algún deporte, o actividades recreativas como leer, cocinar, pintar, e incluso 3 personas mencionaron la oportunidad de crear huertas.

Cuadro 3. Resumen de estadística de la variable de afectación de los estudiantes según actividad.

Actividad	Promedio	Moda	Min	Max	DE	CV%	n	Probabilidad	
								Caso1	Caso2
Pasatiempos	6,38	10	1	10	2,91	45,58	92	0,60	0,14
Relaciones Interpersonales	6,25	8	1	10	2,92	46,74	94	0,98	0,58
Horarios de sueño	6,10	10	1	10	3,28	53,82	92	0,61	0,35
Horarios de comida	5,30	1	1	10	3,42	64,52	93	0,49	0,14
Tiempo en familia	5,13	1	1	10	3,17	61,81	92	0,70	0,86

Nota. Caso 1 = Probabilidad según la prueba de Kruskal Wallis para la comparación de los estudiantes entre sedes y recinto, Caso 2 = Probabilidad según la prueba de Wilcoxon para la comparación entre estudiantes que cambiaron de residencia y los que no cambiaron.

Fuente: elaboración propia.

Con respecto al tema de la salud mental y física, un 73% de los estudiantes expresaron que las clases virtuales les han provocado ansiedad, estrés, cambios de humor, depresión, problemas de concentración e insomnio. Simultáneamente, un 86% de los estudiantes manifestaron una afectación en su salud física principalmente por el sedentarismo que presentan los estudiantes al permanecer frente a una computadora por largos periodos de tiempo, siendo el dolor de cabeza, cuello, espalda, rodillas y problemas de visión, los principales malestares manifestados.

Aspectos académicos

En cuanto al aspecto académico, según los datos recopilados, cerca del 90% de los encuestados matriculó entre cuatro y ocho cursos en el primer ciclo del 2020, dejando apenas un 10% de encuestados con tres o menos cursos matriculados. Además, un 21% de los estudiantes manifestó retirar al menos un curso. También, el 54% de los encuestados determinaron que su organización del tiempo durante la modalidad virtual fue regular, y cerca del 35% determinaron su distribución del tiempo como buena.

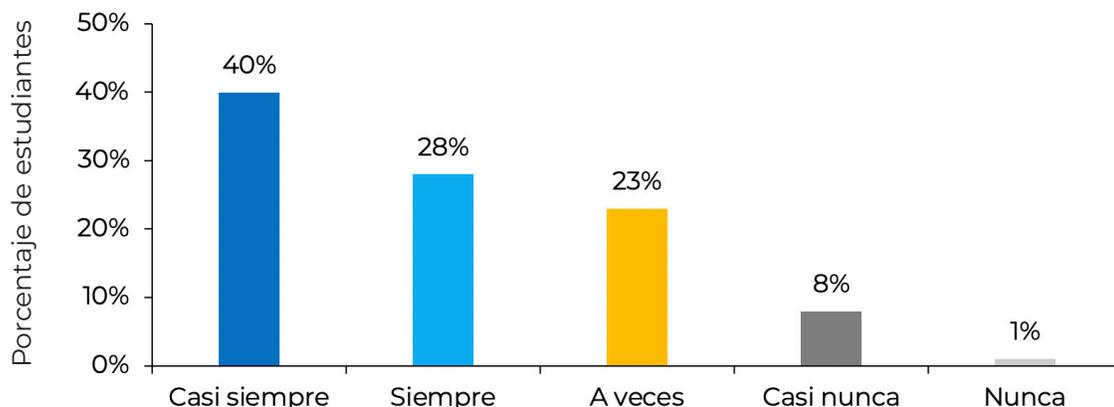


Figura 6. Percepción del nivel de empatía de los profesores ante dificultades de los estudiantes.

Fuente: elaboración propia.

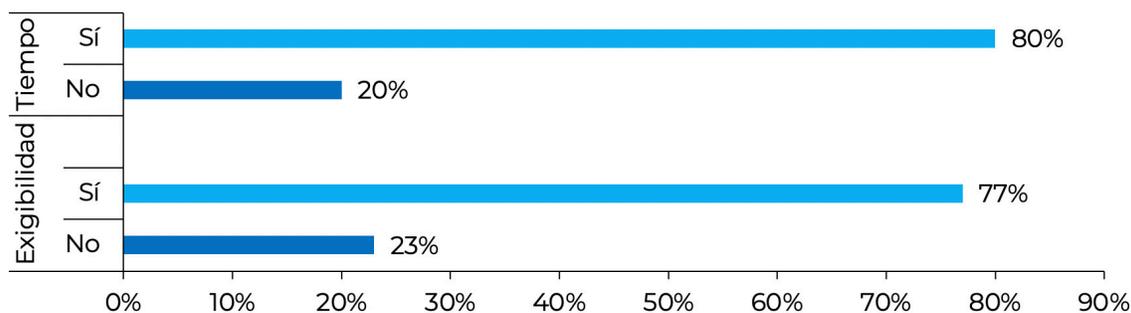


Figura 7. Comparación entre la percepción de los estudiantes respecto a si hubo o no mayor tiempo y exigibilidad durante el I semestre virtual del 2020.

Fuente: elaboración propia.

En una escala del 1 al 10, donde 1 representa la calificación más baja y 10 la calificación más alta, respecto a la influencia en el rendimiento académico, poco más del 50% de los encuestados determinó un nivel de afectación mayor o igual a 8, el 10 fue la respuesta más seleccionada por los estudiantes. Un 50% de los estudiantes de la muestra consideran que se sienten intimidados al participar en las clases virtuales más que en las presenciales. En cuanto a los horarios y la forma de impartir las clases, cerca del 70% de los estudiantes prefieren que haya una combinación entre clases sincrónicas y asincrónicas.

Cuadro 4. Percepción promedio de los estudiantes de Economía Agrícola y Agronegocios con respecto a tres actividades.

Actividad	Promedio	Moda	Max	Mín	DE	CV%	n	Probabilidad	
								Caso1	Caso2
Adaptación de los profesores a la virtualidad	7,56	8	10	3	1,76	23,34	98	0,03	0,65
Dificultad del estudiante para adaptarse	6,18	8	10	1	2,81	45,43	98	0,52	0,05
Nivel de aprendizaje del estudiante	6,43	8	9	2	1,97	30,62	98	0,02 [‡]	0,61

Nota. Caso 1 = Probabilidad según la prueba de Kruskal Wallis para la comparación de los estudiantes entre sedes y recinto. Caso 2 = Probabilidad según la prueba de Wilcoxon para la comparación entre estudiantes que cambiaron de residencia y los que no cambiaron. [‡]En este caso no se puede concluir debido a que no se cumple con el supuesto de homogeneidad de las varianzas.

Fuente: elaboración propia.

En la percepción de la adaptación de los docentes, los estudiantes de la Sede del Sur fueron los que dieron una calificación promedio mayor (8,83) y es el único caso en que la diferencia fue estadísticamente significativa ($p=0,03$). Los estudiantes del recinto de Guápiles dieron una calificación promedio de 7,93, mientras que en la sede Rodrigo Facio fue de 7,27 (Cuadro 4). Referente a la motivación que presentaron los estudiantes respecto a la metodología aplicada, un 65% de los estudiantes mostraron desmotivación, mientras que un 35% se vieron motivados. Lo cual conlleva a que un 59% de los estudiantes están dispuestos a continuar con la modalidad virtual, mientras que un 41% no lo están.

Discusión

Aspectos Generales

En cuanto al año de ingreso de los encuestados a la UCR (Figura 1) se visualizan dos puntos de interés: el primero corresponde a que la mayoría de los estudiantes dentro de la muestra ingresaron en el año 2018. Por otra parte, ocho de los estudiantes ingresaron a la Universidad de Costa Rica en el año 2020. Lo anterior se debe tomar en cuenta si se desea profundizar en los cambios que tuvieron que implementar, considerando que no tenían experiencia previa. Con los resultados expuestos anteriormente se logra

visualizar que los estudiantes ingresados en el año 2020 a la UCR no han percibido la experiencia universitaria presencial. Según la UNESCO (2020) estas personas no han tenido la oportunidad de desarrollar sus habilidades sociales en ese entorno, lo que les genera una desventaja significativa y puede llegar a ser un problema más grave en cuanto más amplio sea este periodo de confinamiento.

En las figuras 2, 3 y 4 se aprecian los cambios de residencia que los estudiantes experimentaron debido a la pandemia y al cese de clases presenciales. Se realizaron tres mapas que muestran la distribución de los estudiantes en el país, antes de la pandemia, durante el I semestre, 2020 y el II semestre, 2020. La figura 2 muestra que los dos cantones con mayor concentración de estudiantes antes de la pandemia fueron Montes de Oca y Pococí, cantones donde se encuentran localizadas la sede Rodrigo Facio y el recinto de Guápiles respectivamente. Asimismo, se aprecia una concentración no menos significativa de estudiantes en la zona Sur del país, debido a la presencia de la sede del Sur. Por consiguiente, la figura 3 manifiesta los cambios de residencia que ocasionó la pandemia y la modalidad virtual. Se logra apreciar una importante migración del Gran Área Metropolitana (GAM) hacia cantones rurales. Para este caso, provincias como Puntarenas, Guanacaste, Limón y Alajuela, aumentaron la concentración de estudiantes, mientras que San José, Heredia y Cartago disminuyeron. La provincia de San José pasó de albergar aproximadamente el 39% de los universitarios a un 33%; mientras que la provincia de Guanacaste pasó de 1% a 4%. A su vez, en la figura 4 se manifiesta una mayor distribución de los estudiantes en diferentes zonas del país para el semestre II 2020. Los estudiantes aseguraron que vivir cerca de la casa de enseñanza no era preciso, a causa de la ausencia de las clases presenciales y decidieron regresar a las áreas donde se localizaban su núcleo familiar.

En relación con los cambios de residencia, se puede evidenciar que muchos de los encuestados se trasladaron de su lugar natal para poder cursar su educación superior. Sirva de ejemplo la figura 4 en la que en la provincia de San José pasó de residir un 33 a un 35% aproximadamente de la totalidad de los encuestados, siendo el principal motivo el movimiento de los estudiantes al cantón de Pérez Zeledón. No obstante, las demás provincias siguieron conservando un escenario similar al presentado en la figura 3. Existen múltiples razones que explican los cambios de residencia de los estudiantes. Por ejemplo, uno de los estudiantes entrevistados explicó que debido a su necesidad de seguir percibiendo la beca por reubicación geográfica debió mantenerse en Montes de Oca para no perder este beneficio. Mientras que una estudiante explicó que en su hogar no lograba concentrarse en sus estudios, esto por motivo de ruido, problemas familiares y personales, por lo que tuvo que trasladarse a otra residencia.

Aspectos Laborales

En la parte laboral, llama la atención como algunos estudiantes manifiestan estar trabajando en el negocio familiar, lo cual es muy beneficioso considerando el contexto socioeconómico en el que la pandemia ha colocado al sector comercial nacional. Sin embargo, después del primer semestre del 2020, dos estudiantes abandonaron los estudios. Tal como lo menciona Bazán (2020), esto sucede por falta de recursos económicos o por inaccessión a las tecnologías requeridas para recibir clases en línea.

Aspectos Cotidianos

Para evaluar la afectación de los estudiantes en ciertas actividades se utilizó una escala Likert de 10 puntos, en donde 1 representa una baja afectación y 10 que ha habido una alta afectación. En el cuadro 3 se puede observar que en promedio una de las actividades que tuvo mayor afectación en los estudiantes son los pasatiempos. Asimismo, las actividades con mayor coeficiente de variación fueron los horarios de comida y el tiempo en familia, lo cual representa una mayor dispersión en las respuestas. Sin embargo, con las pruebas Kruskal Wallis y Wilcoxon no se encontró una diferencia significativa en la afectación de las actividades, lo que demuestra que las medidas de virtualidad que la universidad aplicó han afectado de manera muy similar a todos los estudiantes, indiferentemente de su sede o recinto.

Asimismo, con respecto a invertir tiempo en otras actividades, los estudiantes de la UCR invirtieron tiempo en actividades físicas principalmente, lo cual coincide con el estudio de Buri et al. (2020) en donde un 21,7% de los estudiantes de la Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues expresó realizar actividad física. Además, en relación con la oportunidad de crear huertas, Alfaro (2020) menciona que esta fue una medida inmediata implementada debido a la pandemia para el autoabastecimiento de alimentos en Costa Rica y hace referencia a que, en las zonas urbanas, las huertas verticales son una práctica que sirve para aprovechar el espacio, además expresa que esta implementación por parte de los estudiantes es una buena práctica para la salud mental.

Con respecto a la afectación en la salud mental y física, existen estudios que coinciden con los resultados encontrados. En el caso de la salud mental, están los estudios de Cao et al. (2020) y el de Ozamiz et al. (2020), en el primer caso se mostró un incremento en problemas de salud mental de estudiantes de Universidades de China, por ejemplo, de la ansiedad debido a la ausencia de comunicación interpersonal. De igual manera en el segundo caso se evidencia que la población entre la edad de los 18 y 25 años presenta una mayor afectación de estos problemas de salud mental, principalmente por la adaptación al nuevo contexto, el estrés ocasionado por la exigencia académica y las evaluaciones de manera virtual. En cuanto a la salud física, en el estudio de Celis

et al. (2020) se evidencia que el “comportamiento sedente es una reacción inevitable del aislamiento social y las actuales condiciones de confinamiento, sus consecuencias a corto y mediano plazo podrían ser más severas” (Celis et al., 2020, p.885).

Aspectos Académicos

El hecho de que algunos estudiantes decidieran retirar algún curso puede estar relacionado a muchos factores, entre los cuales podrían estar, según Ozamiz et al. (2020), mayores niveles de estrés, ansiedad y depresión debido al COVID-19. Además, una distribución del tiempo “regular” en la modalidad virtual, en más de la mitad de la muestra (54%), se debe, según Aristovnik et al. (2020), a que uno de los principales retos que implica la virtualidad, es la autodisciplina. En cuanto a los que determinaron la distribución del tiempo como “buena”, esta podría relacionarse con lo especificado por Gonzalez et al. (2020), el cual determina a esta modalidad virtual más beneficiosa para algunos por la nueva metodología utilizada, debido a que posibilita a los estudiantes tener a disposición la materia en cualquier momento del día y estudiarla en el mejor momento posible.

En la Figura 6 se observa un panorama positivo en donde los estudiantes consideran que los profesores fueron empáticos con sus dificultades la mayoría del tiempo. No obstante, en algunos casos los profesores no lo fueron, principalmente con problemas de conexión. Cabe resaltar el hecho de que la UCR realiza grandes esfuerzos para ayudar a la población estudiantil a tener igualdad de oportunidades y que las situaciones socioeconómicas no limiten la calidad de la educación, por ejemplo, con la implementación del sistema de préstamo de tabletas para los estudiantes que no contaban con el equipo electrónico necesario para recibir clases de manera virtual (UCR, 2020). Con respecto a la figura 7 los estudiantes coinciden en que las clases resultan más demandantes en la modalidad virtual que en la presencial. Además, los resultados acerca de la influencia en el rendimiento académico coinciden con los presentados por Aristovnik et al. (2020) “Estudiar desde casa comúnmente requiere una mayor autodisciplina y motivación para seguir lecciones en línea” (p.9). Como se menciona en el artículo, al no estar habituados a la nueva modalidad esta puede generar una sensación de sobrecarga en las obligaciones académicas.

En cuanto a la cantidad de estudiantes de la muestra que mencionaron sentirse más intimidados al participar de manera virtual, se evidencia que uno de los factores que pueden influir es que no se logra el mismo nivel de interacción que ofrece la presencialidad, afectando las relaciones interpersonales y que las personas pueden evadir con mayor facilidad su participación y compromiso. Entre las razones que mencionaron los encuestados respecto a preferir una combinación entre clases sincrónicas y asincrónicas es que no en todos los casos es necesario que el profesor utilice tanto tiempo para impartir las lecciones (De Oliveira-Dias, De Oliveira-Albergarias-Lopes &

Correia-Teles, 2020). Por otro lado, hay algunos cursos que se complementan mejor cuando el estudiante realiza el estudio de manera individual y utiliza como complemento ciertos espacios para interactuar con el profesor. Otra razón de gran relevancia para los encuestados es que con las clases asincrónicas tienen la facilidad de que pueden ver los videos en cualquier momento y de esta forma distribuir de mejor manera el tiempo que le dedican al estudio.

Referente al cuadro 4, se les consultó a los estudiantes su percepción con respecto a la adaptación de los profesores de Economía Agrícola a la virtualidad en una escala de 10, siendo 10 la mejor calificación. Los estudiantes consideraron que, en promedio, su nivel de adaptación fue de 7,56. Así mismo, se observa el menor porcentaje del coeficiente de variación, el cual demuestra que hay menor variabilidad en las respuestas, por lo que la percepción de los estudiantes varía en menor grado. Simultáneamente, al realizar la prueba de Kruskal Wallis, se observa que los estudiantes de la sede del sur en promedio percibieron que sus profesores lograron adaptarse de mejor manera a la virtualidad

Por otro lado, el nivel de dificultad que experimentaron los estudiantes para adaptarse a la virtualidad es donde se obtuvieron los resultados con mayor grado de variabilidad. Esto se puede deber al conocimiento previo del manejo de herramientas como las tecnologías de información y comunicaciones (TICs), además de contar con las condiciones óptimas y, principalmente, acceso a internet. De hecho, según la UNESCO (2020), la conectividad de los hogares es uno de los factores determinantes para la adecuada adaptación de los estudiantes a las clases virtuales y en Costa Rica aproximadamente un 80% de los hogares cuenta con conexión a internet. Teniendo en cuenta lo anterior, y según la moda, los estudiantes percibieron una dificultad de adaptación de 8, en una escala de 10, siendo 10 una excelente adaptación. Este es un nivel de adaptación positivo y deja entrever que los estudiantes, pese a lo inesperado que fue el cierre, lograron adaptarse.

Con respecto al último rubro del cuadro 4, en promedio, el nivel de aprendizaje en las clases virtuales fue de 6,43. Este promedio puede ser explicado debido a que las mallas curriculares y la metodología de los cursos no fue diseñada para la modalidad virtual. Además, tal como lo menciona la UNESCO (2020) los estudiantes requieren de un alto grado de disciplina y compromiso para poder sobrellevar de manera exitosa la modalidad virtual. Por otro lado, los encuestados expusieron sus razones por las cuales la metodología les motivaba o no. Las desmotivaciones por parte de la gran mayoría de los encuestados (65% de los estudiantes) fueron principalmente la extensión de los videos, la poca capacitación de los profesores en modalidad virtual, la falta de comunicación con los estudiantes y la monotonía de los docentes. Mientras que, las motivaciones de la minoría de los encuestados (35% de los estudiantes) fueron la generación de una mayor capacidad analítica en las dinámicas de los cursos y no tanto sistemática como lo era en las clases presenciales, el uso de herramientas digitales aumentó la capaci-

dad creativa, un desarrollo más interactivo y una mejor comprensión de la materia de los cursos en ciertas ocasiones.

Así mismo, dentro de los retos percibidos por los estudiantes en la modalidad virtual en comparación a la modalidad presencial se encontraban las distracciones, la dificultad de comprensión, organización del tiempo y problemas de conectividad. Un 59% de la muestra de estudiantes consideran que estarían dispuestos a continuar con las clases virtuales. Algunos de sus argumentos son que les gustaría una combinación entre las clases virtuales y presenciales, ejemplo: "Las clases podrían ser alternadas, además hay ciertas clases que podría ser más provechosas de forma virtual, en relación con inversión en pases, alimentación y tiempo". Mientras que el otro 41% no estarían dispuestos a continuar con las clases en modalidad virtual. Otro de los argumentos utilizados es "No vale la pena sacrificar la salud física o mental por mantener clases virtuales. Claro, dependería de los profesores y del curso en sí.". Sin embargo, no descartan la posibilidad de la combinación de ambas modalidades. Los estudiantes calificaron del 1 al 10 las medidas y adaptaciones a la virtualidad por parte de la UCR, donde 1 es la calificación más baja y 10 la más alta, 7 fue la evaluación más escogida por los estudiantes para valorar la respuesta de la UCR ante la emergencia nacional.

Conclusiones

La pandemia ha hecho evidentes los retos que presenta la educación, se denota la necesidad de adaptarse al nuevo contexto en donde el uso de las tecnologías es una herramienta cada vez más imprescindible. Además, se evidencia que los cambios que han tenido que afrontar los estudiantes no se limitan al área académica, si no que trascienden al entorno personal de estos, como lo son su salud mental y física. Ante esto, la educación superior debe de priorizar la inclusión de los estudiantes a la modalidad virtual considerando aspectos como residencia, situación económica y laboral. Para esto es primordial brindar un seguimiento tanto a los estudiantes como a los docentes, con el fin de conocer la perspectiva y cambios que han tenido que implementar debido a la virtualidad y dar una respuesta asertiva ante posibles dificultades en el proceso.

Es de suma importancia relacionar los resultados obtenidos con la formación de los futuros profesionales en Economía Agrícola y Agronegocios, reconocer que la educación virtual tiene falencias y que estas pueden afectar sus futuras decisiones. Se debe procurar la calidad de la enseñanza, asegurándose que los estudiantes verdaderamente estén adquiriendo los conocimientos necesarios, aunque esto signifique reevaluar las metodologías de evaluación. El presente trabajo es una muestra de que incluso en la virtualidad los estudiantes pueden aplicar el conocimiento adquirido y aportar a la sociedad.

Además, se recomienda a las instancias que tengan la capacidad, facilitar herramientas, asesoría y capacitaciones a los docentes, para que participen activamente junto con las universidades con el fin de mejorar el modelo pedagógico impartido en esta modalidad y adaptar el perfil del personal docente a la nueva normalidad. Por último, se resalta la importancia documental de este estudio, que recopila información de fuente primaria de un evento trascendental para la historia, enfocado hacia la experiencia de los estudiantes de Economía Agrícola y Agronegocios, exponiendo su voz.

Literatura citada

Alfaro, D. (2020, mayo 13). Huertas urbanas: autoabastecimiento durante la pandemia por el COVID-19. Universidad de Costa Rica. <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2020/05/13/huertas-urbanas-autoabastecimiento-durante-la-pandemia-por-el-covid-19.html>

Aristovnik, A; Keržič, D; Ravšelj, D; Tomaževič, N & Umek, L. (2020). Impacts of the COVID-19 Pandemic on Life of Higher Education Students: A Global Perspective. *Sustainability*, 12(20), 8438. <https://doi.org/10.3390/su12208438>

Bazán, H. (2020, mayo 14). La educación universitaria y su respuesta a la crisis del covid-19: Continuidad, adaptación e innovación. UPAGU. <https://upagu.edu.pe/es/la-educacion-universitaria-y-su-respuesta-a-la-tesis-del-covid-19-continuidad-adaptacion-e-innovacion/>

Buri, F. N. A., León, D. A. H., Mediavilla, C. M. Á., & Navarro, W. H. B. (2020). La actividad física en estudiantes universitarios antes y durante la pandemia COVID-19. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 5(11), 163-176.

Cao, W., Fang, Z., Hou, G., Han, M., Xu, X., Dong, J., & Zheng, J. (2020). The psychological impact of the COVID-19 epidemic on college students in China. *Psychiatry Research*, 287, 112934. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.112934>

Celis-Morales, C., Salas-Bravo, C., Yáñez, A., & Castillo, M. (2020). Inactividad física y sedentarismo. La otra cara de los efectos secundarios de la Pandemia de COVID-19. *Revista médica de Chile*, 148(6), 885-886.

CEPAL. (2020). América Latina y el Caribe ante la pandemia del COVID-19. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45337/4/S2000264_es.pdf

De Oliveira-Dias, M., De Oliveira-Albergarias-Lopes, R., & Correia-Teles, A. (2020). Will Virtual Replace Classroom Teaching? Lessons from Virtual Classes via Zoom in the Times of COVID-19. *Journal of Advances in Education and Philosophy*, 4(05), 208-213. www.doi.org/10.36348/jaep.2020.v04i05.004

Gaiser, E. (2020). Atravesando la crisis con un espíritu de innovación. Fundación Konrad Adenauer Costa Rica. <https://www.kas.de/documents/273967/8233910/Atravesando+la+crisis+con+un+esp%C3%ADritu+de+innovaci%C3%B3n.pdf/841eb70b-a674-7d2b-2dff-a65cac440e2a?version=1.0&t=1588689139037>

Gonzalez, T., De La Rubia, M. A., Hincz, K. P., Comas-Lopez, M., Subirats, L., Fort, S., & Sacha, G. M. (2020). Influence of COVID-19 confinement on students' performance in higher education. *PloS one*, 15(10), e0239490.

Huanca-Arohuanca, J., Supo-Condori, F., Leon, R. S., & Quispe, L. S. (2020). El problema social de la educación virtual universitaria en tiempos de pandemia, Perú. *Innovaciones Educativas*, 22, 115-128.

Johnson, M., Saletti, L., & Tumas, N. (2020). Emociones, preocupaciones y reflexiones frente a la pandemia del COVID-19 en Argentina. *Ciência & Saúde Coletiva*, 25(1.1) 2447-2456. <https://scielosp.org/pdf/csc/2020.v25suppl1/2447-2456/es>

Kikut, L. (2020). 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.

Kruskal, W., & Wallis, W. (1952). Use of Ranks in One-Criterion Variance Analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 47(260), 583-621. www.doi.org/10.2307/2280779

Levene, H. (1960). In *Contributions to Probability and Statistics: Essays in Honor of Harold Hotelling*, I. Olkin et al. eds., Stanford University Press, 278-292.

Montalvo, N., & Montiel, A. (2020). IMPACTO DEL COVID-19 EN EL ESTRÉS DE UNIVERSITARIOS. <http://itchetumal.edu.mx/avacient/index.php/revista/articulo/download/132/102>.

Mora, M. (2015). Formulas y tablas estadísticas. Universidad de Costa Rica.

Ozamiz-Etxebarria, N., Dosil-Santamaria, M., Picaza-Gorrochategui, M. & Idoiaga-Mondragon, N. (2020). Niveles de estrés, ansiedad y depresión en la primera fase del brote del COVID-19 en una muestra recogida en el norte de España. *Cadernos de Saúde Pública*, 36(4). https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-311X2020000405013&script=sci_abstract&tlng=es

Peña, R., Waldman, F., Soneyra, N., Tejada, G., Carrere-Cadirant, G., Passaglia, J., & Contrera, M. (2012). Implementación de los entornos virtuales de aprendizaje en cursos de capacitación docente. *Revista Iberoamericana de educación*, 60(2012), 117-128. <https://rieoei.org/historico/documentos/rie60a07.pdf>

Pérez-López, E., Atochero, A. V. & Rivero, S. C. (2021). Educación a distancia en tiempos de COVID-19: Análisis desde la perspectiva de los estudiantes universitarios. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 331-350.

UNESCO (2020). COVID-19 y educación superior: De los efectos inmediatos al día después. ONU.

Universidad de Costa Rica. (2020, septiembre 23). La UCR robustece mecanismo de préstamo de tabletas a estudiantes para el II ciclo lectivo 2020. <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2020/09/23/la-ucr-robustece-mecanismo-de-prestamo-de-tabletas-a-estudiantes-para-el-ii-ciclo-lectivo-2020.html>

Wilcoxon, F. (1945). Individual Comparisons by Ranking Methods. *Biometrics Bulletin*, 1(6), 80-83. www.doi.org/10.2307/3001968

Artículo

Estimación del costo de producción de un kilogramo de leche y sus variables más influyentes

Estimation of the production cost of a kilogram of milk and its most influential variables

Olga María Calvo Hernández¹

Fecha de recepción: 29 de abril, 2021
Fecha de aprobación: 29 de junio, 2021

Vol.7 N° 2 Julio- diciembre 2021

Calvo, O. (2021). Estimación del costo de producción de un kilogramo de leche y sus variables más influyentes. Revista e-Agronegocios, 7(2). <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/eagronegocios/article/view/5682>

 DOI: <https://doi.org/10.18845/ea.v7i2.5682>

¹Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
Correo: olga.calvohernandez@ucr.ac.cr

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6225-3017>



Resumen

El objetivo de esta investigación fue cuantificar el costo de producción de un kilogramo de leche y sus variables más influyentes, a través del sistema de costo ABC (Activity Based Costing) para la Estación Experimental Alfredo Volio Mata de la Universidad de Costa Rica, para el periodo 2019-2020. La estimación de un costo de producción es una herramienta fundamental para la toma de decisiones dentro de una unidad productiva. Conocer sus componentes y variables más influyentes, permite evaluar cada elemento de forma individual, con lo que se permite realizar un análisis y abordaje más focalizado de cada una de las partes que lo integran y su influencia sobre el costo total. Para ello, se utilizó un sistema de acumulación de costos ABC, en el cual se definieron e identificaron las actividades principales y subactividades, así como las necesidades de materiales, insumos, mano de obra, entre otros. A partir de lo anterior, se obtuvo un costo de producción de ₡713,04 (\$1,16) por kilogramo de leche. Que se caracteriza, por ser altamente influenciado por la alimentación (46,52%), mano de obra (23,38%) y materiales de lechería (8,97%); y en menor proporción (menores a un 10%) por variables como mantenimiento de potreros, enfermedades eventuales, materiales de limpieza, agua, electricidad y manejo reproductivo. El costo obtenido en la Estación es un reflejo propio de su manejo productivo y del fin investigativo y no lucrativo, de esta unidad de producción.

Palabras clave: Costo, producción de leche, costo ABC, costos fijos, costos variables.

Abstract

The objective of this study was to determine the production cost of one kilogram of milk and its most influential variables, at the Alfredo Volio Mata Experimental Station of the University of Costa Rica, for the period 2019-2020. The estimation of a production cost is a fundamental tool for decision-making within a production unit. Knowing its most influential components and variables allows each element to be evaluated individually, thus allowing a more focused analysis and approach to each of the parts that make it up and their influence on the total cost. For this, an ABC (Activity Based Costing) accumulation system was used, in which the main activities and sub-activities were defined and identified, as well as the needs for materials, supplies, labor, among others. From the above, a production cost of ₡ 713,04 (\$ 1,16) per kilogram of milk was obtained. The cost is characterized by being highly influenced by food (46,52%), labor (23,38%) and dairy materials (8,97%); and to a lesser extent (less than 10%) due to variables such as pasture maintenance, eventual diseases, cleaning materials, water, electricity and reproductive management. The cost obtained at the Station is a reflection of its productive management and the investigative and non-profit purpose of this production unit.

Key words: Cost, milk production, ABC costing, fixed costs, variable costs.

Introducción

A nivel centroamericano, Costa Rica posee el primer lugar en lo que respecta a los países productores de leche, seguido por El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá (Coto, 2019). Esto se traduce en una producción que alcanza los 1 154 millones de litros anuales de leche, lo que representa alrededor de 46 000 empleos directos e indirectos en el país (Valerio, 2020). Debido a ello, el propósito de esta investigación se enfocó cuantificar el costo de producción de un kilogramo de leche y sus variables más influyentes, a través del sistema de costeo ABC (Activity Based Costing) para la Estación Experimental Alfredo Volio Mata de la Universidad de Costa Rica, para el periodo 2019-2020.

En Costa Rica, la producción de leche de vaca se ha caracterizado por poseer una importancia significativa en lo que respecta a las actividades pecuarias, situándose por encima de la avicultura de carne y huevos, ganado vacuno, porcicultura y leche de cabra. Alcanzando al 2019, una participación del 75,70% de la producción total (toneladas métricas) de actividades pecuarias a nivel nacional (Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria [SEPSA], 2021).

Según datos de la Cámara Nacional de Productores de Leche (CNPL) (2020), el precio pagado al productor por un kilogramo (kg) de este producto, oscila entre los ₡264 (\$0,43)¹ y ₡284 (\$0,46), sin considerar bonificaciones ni castigos. En estos casos, es de esperar que el costo de producción unitario no supere los niveles anteriormente mencionados, con el fin de garantizar un margen de contribución positivo y la generación de ganancias en la unidad productiva.

En Costa Rica, el costo de producción es variable e incluso es altamente influenciado por los costos de alimentación. Por ejemplo, en una unidad productiva donde se hace uso racional de concentrado, el costo de producción de un kilogramo para una unidad de 35 animales fue de ₡140,5 (\$0,27)². Donde la alimentación simbolizó en este caso, el 54% del valor total, la mano de obra por otra parte representó un 19% en menor proporción, se identificaron costos de medicinas, transporte, servicios y mantenimiento (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2007).

Asimismo, en 2010, el costo de producción de un kilogramo de leche se estimó en ₡252,53 (\$0,48)³. Y se determinó que la estructura porcentual del costo de producción de una finca

¹ Tipo de cambio de venta del Banco Central de Costa Rica, al 26 de enero 2021: ₡614,92.

² Tipo de cambio de venta del Banco Central de Costa Rica, en función del promedio del valor de venta para el 2010: ₡518,74.

³ Tipo de cambio de venta del Banco Central de Costa Rica, en función del promedio del valor de venta para el 2010: ₡530,84.

lechera se encuentra distribuida en un 52% en alimentación, 20% mano de obra, 7% mantenimiento, 6% reproducción y salud, 6% transportes, 3% servicios y el 6% está conformado por gastos financieros, depreciaciones y otros (González, 2010).

Pese a la importancia de la estimación y conocimiento de un costo de producción, a nivel exploratorio no se encuentran datos nacionales y menos aún, más recientes, sobre este punto de la actividad lechera. Lo que incentiva el desarrollo de este tipo de investigaciones, que permitan conocer valores más actualizados, referidos a la producción de leche en Costa Rica, su costo y el comportamiento de sus variables.

La importancia de ello radica en que, el costo de producción es un reflejo del manejo general que se le da a la unidad productiva. Es decir, se convierte en un indicador sustancial de la eficiencia en la producción de leche. Esto permite la maximización de ingresos de la empresa, ya sea a través movimientos en los precios o la minimización de los costos (Umamageswari, Dixit y Sivaram, 2017), en otras palabras, es una herramienta relevante para la toma de decisiones.

No obstante, como indican Castignani et al. (2007), se hace necesario resaltar que el sector primario de leche se caracteriza por poseer una fuerte variabilidad productiva y tecnológica, presente incluso entre unidades productivas de una misma región. Esto genera diversidad de modelos productivos, que significarán por ende diferentes estructuras de costos, que se forman a partir de la composición de los diferentes factores de producción.

En función de esta variabilidad en las unidades productivas, Chauvete et al. (2005) determinaron que el 56% de los costos de producción de leche se asocian a la alimentación, seguido por la mano de obra familiar y contratada, esto en un país como México. Igualmente, en este país, Posadas et al. (2014), encontraron que la alimentación consumió un 54,79%; la mano de obra un 29,73% y combustible un 1,97% del costo total productivo. Hernández et al. (2013) encontraron resultados que difieren de los anteriores, ya que identificaron que el rubro de alimentación en una estructura de costos para leche, en México, puede llegar a alcanzar un 60% del costo total de producción, sucesivo siempre, de la mano de obra familiar y forrajes.

En India, Venkatesh y Sangeetha (2011), establecieron que la alimentación significa el 65,30% del costo de producción de leche, mientras que de la mano de obra equivalía al 14,32%. Los datos anteriores se asemejan a los presentados por Umamageswari et al. (2017), donde la alimentación les simbolizó el 65,62% del costo, no así con la mano de obra, la cual estimaron que llegó a ocupar el 21,87% del costo total.

Manteniéndose en la India, la información planteada por Shah (2012) difiere con los resultados de las investigaciones anteriores, ya que la alimentación constituye más de un 70% del costo total, y la mano de obra se encuentra en segundo lugar. Comportamiento que se asemeja al expuesto por Ghule et al. (2012), quienes identificaron que, el costo de alimentación ronda entre el 68,82% y 70,93%, seguido por la mano de obra, que no supera el 10% de su participación en el costo total de producción.

También Castignani et al. (2007) identificaron en Argentina, que el costo de alimentación equivalía al 41,5% de los costos totales directos. Mientras que para Aktürk et al. (2010), en Turquía, el costo de alimentación alcanzó valores cercanos al 60% del costo total, considerando en menor proporción el costo de mano de obra.

En función de lo anterior y de la variabilidad en el comportamiento de las variables, el objetivo de esta investigación se enfocó cuantificar el costo de producción de un kilogramo de leche y sus variables más influyentes, a través del sistema de costeo ABC (Activity Based Costing) para la Estación Experimental Alfredo Volio Mata de la Universidad de Costa Rica, para el periodo 2019-2020. Con lo que se busca, que sea un punto de partida en cuanto a información actualizada, así como las variables más significantes que influyen en la determinación del costo de producción de leche.

Referente teórico

El costo puede entenderse como el valor monetario que tiene que pagarse por un bien o servicio para poder hacer disfrute de éste (Horngren, Datar y Rajan, 2012). O como aquella variable importante, que se convierte en la plataforma esencial para poder generar el costeo total de un producto, tomar decisiones a nivel empresarial e indicador sustancial para la medición del desempeño contable financiero (Polimeni et al., 1994).

Asimismo, la significancia concerniente del costo, la tecnología para recopilación de información y el diseño de las operaciones, son variables que influyen de forma directa sobre la clasificación de los costos (Horngren et al., 2012). Estos se pueden clasificar en costos fijos y variables.

Los costos variables totales son aquellos que dependen de los niveles de producción, es decir, varían en función de las unidades producidas, dentro de un rango relevante y se caracterizan porque el costo variable unitario se mantiene constante. Los costos fijos se especifican por ser invariables dentro de una economía de escala, eso significa, que no cambian según los niveles de producción (Polimeni et al., 1994).

Por otra parte, sistema de costeo ABC (Activity Based Costing), es una metodología utilizada para la cuantificación de costos, donde se "identifican las actividades de todas las funciones de la cadena de valor, calculan los costos de las actividades individuales y asignan los costos a los objetos de costos con base en la mezcla de actividades necesarias para producir cada producto o servicio" (Horngren et al., 2012, p.146).

En esta metodología, se considera que las actividades que son llevadas a cabo en la unidad productiva conllevan el uso de recursos y por ende generan un costo (Buitrago, 2020). Como cita Buitrago (2020) a Laporta (2016), este sistema ABC, permite la identificación de las actividades, facilita el desarrollo del modelo de costos, cuantifica un costo por absorción; así también permite identificar actividades generadoras, lo cual facilita la toma de decisiones.

La cuantificación de mano de obra, materiales, insumos, así como otros costos de fabricación, es esencial para determinar el valor unitario del costo de producción. Que, en lo referido a lechería especializada, estará a cargo del manejo de los animales en producción y vacas secas. El periodo de producción de una vaca se entiende como aquel lapso que se presenta posterior al momento del parto y después de que le es retirada su cría, teniendo una duración aproximada de 7 meses por cada ciclo productivo (Viguera, Watler y Morales, 2018).

Una vaca seca es aquel animal que se encuentra en estado de gestación y se excluye de la producción al menos 2 meses antes del parto, con el fin de preparar y mejorar la condición corporal de los animales antes del nuevo proceso de lactancia a comenzar (Viguera et al., 2018).

Metodología

El estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental Alfredo Volio Mata (EEAVM) de la Universidad de Costa Rica (UCR), ubicada en el distrito de San Rafael, del cantón de la Unión, provincia de Cartago, Costa Rica. Esta unidad productiva, se caracteriza por trabajar con un sistema de lechería especializada con raza Jersey, manejando un máximo de 40 animales en producción. Para el caso del estudio se trabajó con un total de 35 animales, con una producción promedio de 15,32 kg de leche diarios y 4 596 kg anuales por animal. En el anexo 1, se muestra el proceso productivo de la actividad evaluada.

La recolección de información fue llevada a cabo durante el 2019, así como en los meses de enero y febrero del 2020. Como parte del proceso para la determinación del costo de un kilogramo de leche, se utilizó el sistema de acumulación de costos ABC (Activity Based Costing) por sus siglas en inglés, con el objetivo de trabajar con datos acordes a la realidad y así reducir el uso de promedios.

En función del costeo ABC y con el apoyo técnico-zootecnista, se definió el proceso productivo y se identificaron aquellas actividades a evaluar, contemplando para estas, la alimentación, preparación de la mezcla de alimentación, traslados de animales de potreros hacia corrales y viceversa, manejo sanitario y pesado, palpaciones, inseminaciones, ordeños, limpieza de corrales de espera y áreas de ordeño, lavados de pilas, limpieza de patios, corta de pastos y manejo de potreros.

Con las actividades anteriormente definidas, se identificaron las necesidades de mano de obra, materiales, equipos e insumos que se utilizaron en cada una de las actividades, según se tratara de vacas en producción, secas o prontas al parto.

El costo determinado refleja el valor de un kilogramo de leche para un año de producción, iniciando el costeo desde el momento de parición del animal, y considerando dentro de éste, el secado de los animales, su estado pronto a parir y su periodo de producción.

El valor de mercado unitario de los equipos, materiales e insumos para alimentación, lechería, manejo sanitario, costo de enfermedades, entre otros, se obtuvieron a partir de los registros físicos de las facturas de compra de la EEAVM, para el periodo 2017-2019. Con estos valores monetarios se determinó un valor de unitario de mercado, que se multiplicó por la cantidad unitaria de insumos o materiales requeridos, en cada uno de los casos.

Para establecer el costo de mano de obra, se definieron las actividades a realizar y se ejecutaron las mediciones de tiempo que acarrea cada proceso. Como actividades generales se contemplaron los traslados de animales de potreros hacia corrales y viceversa, preparación de la mezcla y alimentación, manejo sanitario y pesados, palpaciones, inseminaciones, ordeños, limpieza de salas de ordeño y áreas de espera, lavado de pilas, limpieza de patios, corta de pastos; tanto en lo referido a vacas secas, como en producción.

En cada una de las actividades mencionadas se realizaron como mínimo 3 mediciones. No obstante, en el caso del ordeño, se ejecutaron 12 comprobaciones. Debido a que, se presentaron diferencias importantes con respecto a los tiempos del ordeño de la mañana, en función del personal encargado de esta actividad.

Una vez definidos los tiempos en horas, estos se multiplicaron por el costo unitario. Definido a partir de la Escala Salarial Administrativa referida a julio 2019, para trabajadores operativos A y B, de la Universidad de Costa Rica (Oficina de Recursos Humanos [ORH], 2020).

En lo que respecta a la alimentación, debido a las diferentes dietas que presenta un animal, fue necesario la separación de este rubro, en vacas de producción, secas y prontas. Los animales en producción (10 meses)⁴ mantienen una dieta constituida por pasto de corta o ensilaje, concentrado, soya, Citrocom, melaza y sal. Para el caso del componente de pasto, se valoró tanto el uso de corta como de ensilaje. Esto debido a que la cantidad de pasto disponible se ve reducida durante la época seca, por lo que de forma preventiva se trabaja con ensilaje durante el periodo seco.

Para el pasto de corta se consideraron aspectos como horas hombre invertidas en las cortas, así como el mezclado del producto, combustible, mantenimiento del tractor y mezcladora, y los agroquímicos aplicados al pasto. Mientras que para el pasto de ensilaje se tomaron en cuenta igualmente los rubros anteriores, más el costo referido a la melaza y el de compactación y volteo del ensilaje.

Por otra parte, la etapa de secado de los animales se da 2 meses antes del momento de parición del animal, durante un mes de esta etapa a las vacas se les brinda 4 kg de concentrado

⁴ En la EEAVM los animales se vuelven a preñar a los 1,5 meses después del parto, por lo que se encuentran en etapa de producción por aproximadamente 8,5 meses por periodo productivo; pero en un lo referente a un valor anual estarían en producción por 10 meses, considerando parte del nuevo periodo de producción, después de la segunda parición.

por día. Mientras que, un mes antes del parto, el animal es llevado con las vacas prontas, en esta etapa la alimentación se turna, con alimento de vaca en producción y concentrado de parto.

En lo que respecta al manejo sanitario, se incluyeron aspectos como vitaminas, minerales, insumos para el control de parásitos, parches de detección de celos, vacunas, pruebas de enfermedades, pajillas e implementos de inseminación, insumos de secado, jeringas y agujas. Sin dejar de lado las necesidades de mano de obra.

A su vez, se determinó un costo referido a enfermedades eventuales. Esto se realizó a partir de la revisión de las bitácoras de lechería para el periodo 2017-2019. Donde se efectuó la trazabilidad de los animales que estuvieron enfermos, identificando los productos, dosis y frecuencia de aplicación, para con ello determinar este costo adicional.

El consumo de electricidad se basó a partir de datos obtenidos en investigaciones previas, tomando en cuenta el equipo de refrigeración, ordeño (bomba de vacío, bomba de leche, pulsado, entre otros), calentamiento de agua, así como costos de iluminación, bomba de lavado y otros (Taverna et al., 2016). En función de lo anterior, se utilizó como referente un consumo de 516 kWh por animal por año (Bartolomé et al., 2013). Que se adecuó y multiplicó por la tarifa comercial mensual (TG) de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (2020), para diciembre 2019, según la factura eléctrica.

En lo referente al agua, con apoyo técnico-zootecnista, se determinó el consumo de este insumo por animal. El valor obtenido se multiplicó por el costo del metro cúbico indicado por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2020). Según las lecturas expresadas en los recibos de pago sobre el consumo de m³ y pago total por concepto de agua.

También se consideraron otros costos asociados específicamente a la actividad, referentes al ordeño como, materiales de lechería, pruebas de mastitis, guantes, toallas de papel, presellador, postsellador, yodo, filtros de la máquina de ordeño, cloro, removedores, jabones, entre otros. Que fueron valorados según su valor de mercado y uso.

Por último, se estimó un costo por manejo de pasturas, coligado específicamente al uso de agroquímicos para su mantenimiento. Este costo, es el reflejo de la revisión de bitácoras de lechería donde se indicaron los potreros trabajados, así como el producto y dosis aplicadas, que posteriormente se multiplicó por el valor de mercado de cada producto.

Para la cuantificación del costo a estimar, el valor se obtuvo de forma directa a partir de la aplicación y medición real de horas hombre, así como insumos y dosis aplicados, los cuales se estimaron a partir de un valor de mercado. De igual forma, esto permitió la estimación directa de los costos fijos y variables, cuantificando como fijos, aquellos costos que se mantienen de forma constante y cuya compra o consumo no son determinados por la cantidad de animales en producción; mientras que los variables están en relación directa con la cantidad de anima-

les en producción.

A partir de todo el proceso anterior, se determinó el costo de producción para un kg de leche, que se dividió a través de los componentes de costos fijos y variables. Cabe rescatar que los valores obtenidos en esta investigación, no son comparables con el costo de una finca comercial. Ya que el manejo y costos que ello representa, reflejan el comportamiento de un sistema de producción de leche, dentro de una finca experimental, que es diferente a una unidad productiva con un fin comercial.

Resultados

El costo de producción de un kilogramo de leche es un parámetro que depende exclusivamente de cada unidad productiva, ya que está asociado directamente, con el tipo de manejo en el que se desarrolla la actividad general. Por lo que, el costo obtenido para esta investigación es explícito para las características propias de la EEAVM.

El costo de mano de obra coligado a cada una de las actividades del proceso de producción ascendió a los ₡166,69 por kg de leche, equivalente a \$0,27 (Cuadro 1). De este, el 77,01% es absorbido por el traslado de los animales. Esta actividad, es indiferente a la cantidad de animales que se trasladan y está en función de la cercanía o lejanía del potrero de pastura.

De forma general el ordeño, lavado de pilas y áreas de ordeño, preparación de la mezcla y alimentación, son en su mayoría tareas de carácter diario, pese a ello, sus valores no constituyen más del 10% del costo de mano obra, como se muestra en el Cuadro 1.

Por otra parte, el manejo reproductivo, que contempla los tiempos de inseminaciones y palpaciones, es la tarea que absorbe menor costo de mano de obra (0,11%), ya que son tareas que presentan una baja periodicidad, e incluso se pueden llegar a presentar sólo una vez al año.

Cuadro 1. Costo de mano de obra asociado a la producción de un kg de leche, para la EEAVM

Actividades	Colones/kg de leche	Participación (%)
Traslado de animales	128,36	77,01
Ordeño	13,25	7,95
Lavado de pilas y patio, mantenimientos	10,35	6,21
Lavado de áreas de ordeño	7,29	4,37
Preparación de mezcla y alimentación	7,05	4,23
Manejo sanitario y pesado	0,20	0,12
Manejo reproductivo	0,19	0,11
Costo total	166,69	100,00

Fuente: elaboración propia.

En lo referente al costo de insumos y materiales para la producción de un kg de leche, éste obtiene un valor de ₡546,35 (\$0,89) (Cuadro 2). Donde la alimentación corresponde al rubro de mayor importancia, figurando alrededor del 60% de esta partida. Y lo absorbe mayoritariamente el costo de alimentación de animales en producción.

Seguido en nivel de importancia, se encuentran los materiales de lechería, referentes a pruebas de mastitis, guantes, toallas de papel, filtros, yodo, selladores, entre otros. La mayoría de estos materiales son de uso diario en el proceso de ordeño, lo cual se ve reflejado en el costo (11,70%) que representan.

Costos como el de enfermedades eventuales, manejo sanitario, mantenimiento de potreros, materiales de limpieza y electricidad, son valores que no superan el 10% del costo total de insumos y materiales.

Cuadro 2. Costo de mano de obra asociado a la producción de un kg de leche, para la EEAVM

Insumos y materiales	Colones/kg de leche	Participación (%)
Alimentación:		
Producción	216,70	39,66
Prontas	109,64	20,07
Secas	5,38	0,98
Materiales lechería	63,94	11,70
Enfermedades eventuales	52,81	9,67
Manejo sanitario y reproductivo	32,85	6,01
Mantenimiento y manejo de potreros	22,64	4,14
Materiales de limpieza	18,52	3,39
Agua	17,04	3,12
Electricidad	6,82	1,25
Costo total	546,35	100,00

Fuente: elaboración propia.

Se puede decir que, el costo total de producción de un kilogramo de leche asciende a los ₡713,04 (\$1,16) (Cuadro 3). De este, su mayor concentración se encuentra en la alimentación de los animales, que supera más del 45% de los costos de producción y siendo liderada esta partida, por el costo del concentrado. En segundo lugar, está la mano de obra, que alcanza un 23,38% y en menores proporciones, no superiores al 10%, se identifican costos de materiales de lechería, agua, electricidad y manejo sanitario.

Cuadro 3. Costos fijos, variables y totales asociados a la producción de un kg de leche, para la EEAVM

Rubro	Colones/kg de leche	Participación (%)
Costos variables totales	604,74	84,81%
Mano de obra	166,69	23,38
Alimentación	331,72	46,52
Materiales lechería	63,94	8,97
Agua	6,82	2,60
Electricidad	18,52	2,39
Manejo reproductivo y sanitario	17,04	0,96
Costos fijos totales	108,30	15,19%
Enfermedades eventuales	32,85	4,61
Mantenimiento de potreros	52,81	7,41
Materiales de limpieza	22,64	3,18
Costo total	713,04	100%

Fuente: elaboración propia.

Los costos variables representan un 84,81% del costo total, mientras que los costos fijos sólo un 15,19%. Cabe mencionar que, como parte de los costos fijos también se encuentra la depreciación de los diferentes activos, esta alcanza un valor de \$24,48, lo que generaría un costo total de producción por kilogramo de leche por \$737,52. No obstante en ese caso, se quería mostrar una estructura enfocada en aquellos costos de carácter meramente desembolsable.

Discusión

Una vez definidos los costos de mano de obra, así como insumos y materiales, estos se clasificaron en fijos y variables. Considerando como fijos, aquellos costos cuyo uso, consumo o compra no depende o se asocia a la cantidad de animales en producción. Mientras que los variables son aquellos que tienen a aumentar o disminuir en función del número de animales trabajados. Esta clasificación es la más utilizada en la mayoría de las investigaciones previas, lo que permite un mejor análisis de los datos.

Resultados presentados por Chauvete et al. (2005), quienes estudiaron 69 unidades productivas en el Noroeste del Estado de México, determinaron un costo de \$0,25 por kilogramo de leche para un sistema especializado. Con ello, estimaron que el 56% del costo corresponde al valor asociado a la alimentación, seguido por la mano de obra familiar con un 21% y la contratada por un 10%. Resaltando que el costo de producción no sólo está determinado por el tamaño de hato y la extensión agrícola, sino también

por el manejo aplicado; aspecto que explica las diferencias exhibidas con este trabajo.

Los resultados de esta investigación parecen semejarse a los obtenidos por Castignani et al. (2007) en Argentina. Estos autores definieron un costo de producción, donde la alimentación tuvo una mayor importancia, significando un 41,5% de los costos totales directos, continuando con la mano obra con un 17,3%, así como sanidad y reproducción con un 6,4%. Ambos comportamientos concuerdan con los resultados de esta investigación, en función a las categorías de peso sobre el costo total.

En 2007, el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (2007), estimó un costo de producción de ₡140,5 (\$0,27)⁵. Donde se resalta que se hace un uso racional de concentrado en la alimentación de los animales, lo que afecta directamente el costo, y concibe que la alimentación signifique un 54% del costo total. En menor medida se encuentra la mano de obra, con un 19%, transporte con un 6%, así como medicinas, servicios y mantenimiento que no alcanzan el 5% del costo total. Pese a que hay diferencia significativa con el monto obtenido en esta investigación, hay un acercamiento en lo que respecta, al comportamiento porcentual de las variables.

Así también en 2010, Aktürk et al. (2010) analizaron 94 establecimientos productivos, en Çanakkale, Turquía. Con el objetivo de conocer los niveles de producción de leche y la relación entre sus factores más influyentes. Identificando un costo de producción por kg de leche de \$0,29. Donde el rubro de forrajes y concentrados (alimentación), simbolizó el 57,04% del costo total, seguido por la de mano de obra con un 15,57%, así como costos médicos y veterinarios, por un 3,11%.

A su vez, Aktürk et al. (2010), identificaron otros costos variables como inseminación artificial (1,20%), electricidad (1,03%), agua (0,62%), maquinarias y equipos (0,66%), insumos de limpieza (0,25%) y costo de camas (0,19%). En el estudio se consideraron también otros costos fijos, como depreciaciones e intereses, que alcanzan un valor del 20% del costo total.

Se presenta una gran diferencia entre el costo obtenido en esta investigación con respecto a la de Aktürk et al. (2010) e incluso el de González (2010). Pese a ello, hay coincidencia en que los costos de alimentación y mano de obra son aquellos con mayor importancia dentro de una explotación lechera.

Igualmente, para éste mismo año, González (2010) realizó estudios de casos en 25 explotaciones lecheras de Costa Rica, ubicadas en la Meseta Central, San Carlos y Gua-

⁵ Tipo de cambio de venta del Banco Central de Costa Rica, en función del promedio del valor de venta para el 2010: ₡518,74.

nacaste. A partir de estas investigaciones el autor definió un costo por kilogramo de leche correspondiente a los ₡252,53 (\$0,48)⁶. A partir de lo anterior, se identificó que el costo de alimentación constituyó un 52,17% del valor estimado, seguido de la mano de obra con un 20,75% y mantenimiento con 7,19%.

En menor proporción se encuentran otros costos, como reproducción y salud (6,54%), transportes (5,38%), servicios (2,95%), egresos financieros (2,57%) y depreciación de activos (1,87%) (González, 2010). Si este costo se actualizará en términos del Índice de Precios al Consumidor (IPC), tendría un valor de ₡322,93; lo que equivale a una cantidad 2,19 veces menor, al costo obtenido en la EEAVM. No obstante, la distribución porcentual coincide y se acerca a los valores definidos por González (2010), así como los identificados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (2007).

Donde tanto la alimentación, como mano obra son los costos de mayor importancia, alcanzando un 46,52% y 23,38% respectivamente para esta investigación; valores cercanos al 52,17% (alimentación) y 20,75% (mano de obra) que presentó González (2010). Igualmente hay coincidencia cercana con el porcentaje que representa reproducción y salud, e igualmente el manejo sanitario y reproductivo. No así con los servicios, que para esta investigación significaron un 5,01%, considerando agua y electricidad.

Cabe aclarar que, el valor de la EEAVM se ve afectado por un mayor costo unitario de mano de obra, que se define en función de la Escala Salarial Administrativa propia de la Universidad y los beneficios que esta otorga. Así también, la cantidad de personal encargado de las labores de finca asciende a más de 5 personas.

Del mismo modo, en lo que respecta a la distribución de los costos de producción, Venkatesh y Sangeetha (2011), identificaron en granjas lecheras en el distrito de Madurai de Tamil Nadu, India. Que el costo de producción de mayor proporción, en una estructura de costos corresponde a la alimentación (65,30%). En segundo puesto estuvo la mano de obra (14,32%); aspectos que concuerdan con el orden de importancia de las partidas de esta investigación; no así con los porcentajes de representación.

Por otra parte, Posadas et al. (2014) analizaron las estrategias productivas, económicas y comerciales utilizadas por productores de leche en Texcoco, México, del 2000 al 2012. Definiendo para ello, costos de producción en función de diferentes estratos. En ese caso, para el estrato I, se identificó una producción promedio de 17,67 litros de leche por día y un costo total por litro de leche de \$4,05 pesos mexicanos (\$0,31 dólares es-

⁶ En función del promedio, tipo de cambio de venta para el 2010 de ₡530,84 del BCCR.

tadunidenses)⁷.

Los resultados de esta investigación concuerdan con el nivel de importancia de los porcentajes obtenidos por Posadas et al. (2014), tanto para la alimentación y la mano de obra. Donde identificaron la alimentación como el rubro de mayor importancia, con un 54,79%; seguido de la mano de obra, que alcanza 29,73% y combustible con un 1,97%. En proporciones menores a un 2% se encuentran partidas como medicamentos, servicios reproductivos, agua, electricidad, entre otros.

No obstante, Hernández et al. (2013) tipificaron sistemas de producción de leche en Tejupilco, sur del Estado de México. Con lo que identificaron que el costo de alimentación en las unidades productivas puede llegar a alcanzar el 60% del costo total de producción, complementado por la mano de obra familiar y forrajes, equivalentes al 33% y 30% respectivamente; mostrando valores por encima de los obtenidos en esta investigación.

Datos presentados por Umamageswari et al. (2017), muestran un comportamiento semejante al identificado por Hernández et al. (2013). Estos autores recopilaron información de productores agremiados (cooperativas) y no agremiados de los distritos de Coimbatore y Tiruppur de Tamil Nadu, India. Con lo que concluyeron que el costo promedio de alimentación alcanza el 65,62%, mientras que la mano de obra un 21,87% y un 4,79% correspondiente a costos veterinarios, el porcentaje restante se consideró como costos fijos.

Los porcentajes estimados por concepto de mano de obra de esta investigación difieren con los exteriorizados por Hernández et al. (2013) y Umamageswari et al. (2017). Ya que los valores presentados por ambos autores, en cuanto alimentación, superan el 60% con respecto al porcentaje de participación del costo. No así, con el caso de la mano de obra, donde la proporción estimada en este estudio se encuentra cercana a los valores obtenidos por Umamageswari et al. (2017). Esta variabilidad en los escenarios, está en función de las variables o actividades, así como las regiones o países, que fueron considerados en cada uno de los estudios.

Shah (2012) plantea un escenario distinto, tanto en función de los datos obtenidos en este estudio, como los referidos a las demás investigaciones. Ya que, este autor, analizó el escenario de producción de leche y su costo, desde el punto de vista cooperativo en la India. Donde al igual que en los casos anteriores, el costo de alimentación se mantiene como aquel de mayor importancia. No así, su valor porcentual, ya que éste no

⁷ Referente a tipo de cambio de dólar estadounidense con respecto al peso mexicano, para el 2012, según datos del BCCR.

coincide con los valores anteriores, esto porque el costo de alimentación representa más de un 70% del costo total (76,65%), seguido por la mano de obra, con solo un 7,55%.

Así mismo Ghule et al. (2012), identificaron que el costo de producción está constituido mayoritariamente por la alimentación, que ronda entre el 68,82% y 70,93% dependiendo del tamaño de la unidad productiva. A su vez, la mano de obra es aquella que ocupa el segundo nivel en importancia, no obstante, el porcentaje de significancia no va más allá del 10%. Aspectos que presentan baja concordancia con la información generada en esta investigación.

Un aspecto importante de considerar es el mencionado por Ndambi et al. (2008), quienes indican que el costo de producción de leche será cada vez menor en función se aumente el tamaño del hato de animales que se encuentren en producción, así como también los rendimientos que se generen por animal.

Conclusiones

A manera general, pese a que se puede dar la estandarización de un proceso se evidencia que la determinación de un costo de producción y el comportamiento de sus variables, no corresponde a un valor o proceso que pueda ser generalizado, ni se puede mantener en el tiempo, ya que, esto guarda relación directa con el manejo propio de cada una de las unidades productivas y todo lo que ello conlleva, así como la distribución geográfica, y el momento espacial en el que se concreta y los valores de mercado que esto representa.

Por otra parte, pese al fin investigativo que posee la EEAVM, se muestra con certeza que, tanto la alimentación como la mano de obra son las variables más importantes y totalmente influyentes en el costo de producción, por lo que son criterios importantes para el manejo y la toma de decisiones dentro de una unidad productiva. El costo obtenido en esta investigación, también guarda una relación directa con la cantidad de animales, así como el rendimiento obtenido en la producción. Por lo que, el costo podría ser reducido en función de la mejora de los niveles de rendimiento por animal y la revisión del proceso productivo actual.

La cantidad de personas que atienden las labores de producción, el costo por hora propio de la Universidad, e incluso la dieta de los animales (con fin investigativo) y la forma de alimentación de estos, donde no se realizaba distribución por rendimiento, sino que se alimentaba, en el momento evaluado, a todos los animales por igual; son aspectos importantes que pueden justificar un aumento significativo del costo obtenido, sobre la tendencia de datos identificados a nivel de Costa Rica.

Se muestra un comportamiento generalizado de que el costo de alimentación y mano de obra son los más relevantes, en lo que respecta al costo de litro de leche, según diferentes investigaciones. No obstante, no se puede generalizar el porcentaje que representa cada una de estas partidas, ya que, para el caso de la alimentación, su porcentaje sobre el costo total puede ir desde un 41% hasta más de 70%. En lo que respecta a mano de obra, este valor puede significar desde un 7%, hasta más de 30% del costo total.

Al tener un fin investigativo, los datos de la Estación Experimental presentan una realidad diferente a las unidades productivas con fines comerciales, no obstante, los hallazgos presentes en esta investigación, generan un aporte importante al hacer muestra de cómo debería ser el manejo ideal en una explotación lechera.

La comparación de costos a nivel país, así como las estructuras de mano obra e insumos de alimentación, que se reflejan como las variables más influyentes en cada uno de los países, no se pueden comparar con facilidad. Estas requieren de la aplicación de técnicas y análisis, que se encuentra fuera de los alcances de esta investigación. No obstante, se convierten en puntos sustanciales necesarios de abordar en futuras investigaciones. Relacionadas con la aplicación de la Ley de único precio y la Paridad del poder de compra (PPC), en costos internacionales de producción de leche por país, para poder hacerlos comparables entre sí.

Literatura citada

- Aktürk, D., Bayramoğlu, Z., Savran, F., & Füsün Tatlıdil, F. (2010). The Factors Affecting Milk Production and Milk Production Cost: Çanakkale Case – Biga. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(2), 329–335. http://www.vetdergikafkas.org/uploads/pdf/pdf_KVFD_652.pdf
- Banco Central de Costa Rica. (26 de enero 2021). Indicadores económicos. <https://www.bccr.fi.cr/indicadores-economicos>
- Bartolomé, D., Posado, R., Bodas, R., Tabernero de Paz, M., García, J. y Olmedo, S. (2013). Caracterización del consumo eléctrico en las granjas de vacuno lechero de castilla y león. *Archivos de Zootecnia*, 62(239), 447–455. <https://doi.org/10.4321/S0004-05922013000300013>
- Buitrago Núñez, D. A. (2020). Costos ABC para la producción de leche y carne en el municipio de Capitanejo, Santander. *Aglala*, 11(2), 117-132. <http://revistas.curnvirtual.edu.co/index.php/aglala/article/view/1701>

Cámara Nacional del Productores de Leche. (2020). Precios de leche nacionales

pagados al productor [Archivo PDF]. <http://proleche.com/wp-content/uploads/2020/03/Precios-nacionales.-Leche-al-productor.pdf>

Castignani, H., Terán, J., Engler, P., Litwin, G., Mancuso, W., Rodríguez, M., Suero, M., Ghida, C y Juárez, M. (2007). Costo de Producción del Litro de Leche. [Archivo PDF]. <http://helminto.inta.gob.ar/patobiologia/pdf%20fisiologia/IDIA%20LECHE.pdf>

Chauvete, M., Espinoza Ortega, A., Alvarez Macías, A. y Valle, M. (2005). La economía de los sistemas campesinos de producción de leche en el Estado de México. *Técnica Pecuaria En México*, 43(1), 39–56. <https://www.redalyc.org/pdf/613/61343104.pdf>

Compañía Nacional de Fuerza y Luz. (17 de enero 2020). Consulta de recibos. <https://www.cnfl.go.cr//consulta-de-recibos>

Coto, A. (2019). Sector lácteo costarricense. Desafíos y oportunidades [Archivo PDF]. <http://proleche.com/wp-content/uploads/2019/11/1.-Alvaro-Coto-Keith-Sector-L%C3%A1cteo-Costarricense.-Desaf%C3%ADos-y-oportunidades.pdf>

Ghule, Avinash K., Verma, N. K., Cahuhan, A.K. y Sawale, P. (2012). An Economic Analysis of Investment P attern, Cost of Milk Production and Profitability of Commercial Dairy Farms in Maharashtra. *Indian Journal Dairy Science*, 65(4), 329–336. https://www.researchgate.net/publication/281453130_An_Economic_Analysis_of_Investment_Pattern_Cost_of_Milk_Production_and_Profitability_of_Commercial_Dairy_Farms_in_Maharashtra

González, J. (2010). Situación actual, desafíos y oportunidades de le Lechería en Costa Rica. [Archivo PDF]. http://proleche.com/recursos/documentos/congreso2010/6_Vision_de_la_Camara_Nacional_de_Productores_de_Leche_Lic_Jorge_Manuel_Gonzalez_E.pdf

Hernández Morales, P., Estrada-Flores, J., Avilés-Nova, F., Yong-Angel, G., López-González, F., Solís-Méndez, A. y Castelán Ortega, O. (2013). Tipificación de los sistemas campesinos de producción de leche del sur del estado de México. *Universidad y Ciencia*, 29(1), 19–31. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792013000100003&lng=es&lng=es.

Horngren, C., Datar, S. y Rajan, M. (2012). *Contabilidad de costos. Un enfoque gerencial*. Pearson Educación.

- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (17 de enero 2020). Consulta de facturación. <https://www.aya.go.cr/servicioCliente/SitePages/consultaFacturacion.aspx>
- Laporta, R. (2016). Costos y gestión empresarial. Ecoe Ediciones.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2007). Agrocadena de la leche. [Archivo PDF]. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E70-10453.pdf>
- Ndambi, O. A., Garcia, O., Balikowa, D., Kiconco, D., Hemme, T., & Latacz-Lohmann, U. (2008). Milk production systems in Central Uganda: a farm economic analysis. *Tropical Animal Health and Production*, 40(4), 269-279. <https://doi.org/10.1007/s11250-007-9091-4>
- Oficina de Recursos Humanos. (3 de diciembre 2020). Escala salarial para el sector administrativo, julio 2019. https://orh.ucr.ac.cr/wp-content/uploads/2020/05/escala_administrativa_julio_2019_0.pdf
- Polimeni, R., Fabozzi, F., Adelberg, A. y Kole, M. (1994). Contabilidad de costos. McGraw-Hill.
- Posadas, R., Salinas, J., Callejas, N., Álvarez, G., Herrera, J., Arriaga, C., y Martínez, F. (2014). Análisis de costos y estrategias productivas en la lechería de pequeña escala en el periodo 2000-2012. *Contaduría y Administración*, 59(2), 253-275. [https://doi.org/10.1016/s0186-1042\(14\)71262-8](https://doi.org/10.1016/s0186-1042(14)71262-8)
- Shah, P. (2012). Exploring the Cost of Milk Production & Potential Economies of Scale in a Dairy Cooperative Exploring the cost of milk production & potential economies of scale in a dairy cooperative. Wharton Research Scholars [Archivo PDF]. https://repository.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1096&context=wharton_research_scholars
- Secretaria Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria. (26 de enero de 2021). Boletín Estadístico Agropecuario. Serie Cronológica 2016-2019. <http://www.sepsa.go.cr/productos.html#boletines>
- Taverna, M., Ruata, R. y García, K. (2016). Alternativas para reducir el consumo de energía en Tambos. [Archivo PDF]. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_libro_alternativas_para_reducir_consumo_electrico_en_tambos.pdf
- Umamageswari, M., Dixit, P. K. y Sivaram, M. (2017). Economics of milk production

in Tamil Nadu - a comparative study. Indian Journal of Dairy Science, 70(2), 221–227. https://www.researchgate.net/publication/316403877_Economics_of_milk_production_in_Tamil_Nadu_-_A_comparative_study

Valerio, M. (2 de junio de 2020). Consumo de leche se ha mantenido constante en los ticos durante tiempos de Covid-19. SINART Costa Rica Medios. <https://costaricamedios.cr/2020/06/02/consumo-de-leche-se-ha-mantenido-constante-en-los-ticos-durante-tiempos-de-covid-19/>

Venkatesh, P y Sangeetha, V. (2011). Milk Production and Resource Use Efficiency in Madurai District of Tamil Nadu: An Economic Analysis. Journal of Community Mobilization and Sustainable Development, 6, 25-30. https://www.researchgate.net/publication/259457098_Milk_Production_and_Resource_Use_Efficiency_in_Madurai_District_of_Tamil_Nadu_An_Economic_Analysis

Viguera, B., Watler, W. y Morales, M. (2018). Ficha técnica para sistemas productivos con ganado bovino. [Archivo PDF]. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/reduccion-impacto-por-eventos-climaticos/Informe-Bovino.pdf>

Anexos

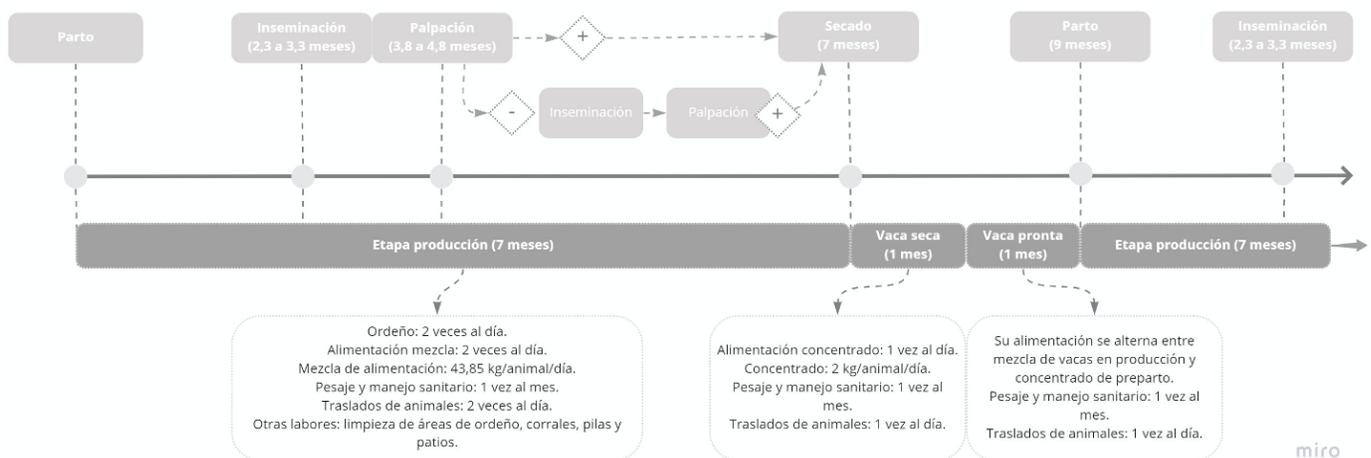


Figura 1. Flujo de proceso productivo utilizado en la Estación Experimental Alfredo Volio Mata, para el 2019.

Fuente: Elaboración propia.

Legislación costarricense y su relación con la bioeconomía moderna

Costa Rican legislation and its relationship
with the modern bioeconomy



José Ignacio Sánchez Gómez¹

Fecha de recepción: 27 de marzo, 2021

Fecha de aprobación: 13 de julio, 2021

Vol.7 N° 2 Julio- diciembre 2021

Sánchez, J. (2021). Legislación costarricense y su relación con la bioeconomía moderna. Revista e-Agronegocios, 7(2). <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/eagronegocios/article/view/5637>

 DOI: <https://doi.org/10.18845/ea.v7i2.5637>

¹Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
Correo: jose.sanchezgomez@ucr.ac.cr

 Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4213-1095>

Resumen

El desarrollo histórico de la bioeconomía, se ha caracterizado por estar sumido en un proceso de constante dinamismo y evolución teórica, albergando no solo numerosas definiciones, sino también diversas estrategias que le permiten tener una aplicación apacible. Este nuevo modelo, ha llevado a los gobiernos a reconsiderar la posición que deben tomar los marcos regulatorios para alinearse al desarrollo de los tres pilares básicos de la bioeconomía (biotecnología – biomasa – biodiversidad) y de esta forma, contribuir al desarrollo sostenible. El objetivo de esta investigación, es analizar las fortalezas y debilidades de la legislación costarricense en relación con el desarrollo de la bioeconomía, a través de una revisión de literatura de leyes actualizadas costarricenses del año 2017, emitidas por el Departamento de Servicios Parlamentarios de la Asamblea Legislativa. Los resultados indican un total de 58 instrumentos legales (leyes, políticas, decretos) que aportan positivamente a la producción y la conservación desde los principios bioeconómicos, una legislación limitante en la práctica de la bioeconomía y nueve herramientas que obstaculizan la producción pero aportan a la conservación, dando como conclusión, un extenso marco legal que no necesita mayor creación de leyes, sino mayormente una coordinación central y articulación de todas las herramientas con las que ya cuenta.

Palabras clave: Bioeconomía, Biotecnología, Biodiversidad, Biomasa, Legislación.

Abstract

The historical development of the concept of bioeconomy has been characterized by being immersed in a process of constant dynamism and theoretical evolution, fostering not only numerous definitions but also various strategies that allow a smoother application. This new model has led governments to reconsider the position that regulatory frameworks should take to align with the development of the three basic cornerstones of the bioeconomy (biotechnology -biomass- biodiversity) and thus contribute to achieving the sustainable development goals. The objective of this research was to analyze the strengths and weaknesses of the legislation of Costa Rica in relation to the development of the bioeconomy, through a literature review in the list of updated Costa Rican laws of the year 2017, issued by the Department of Parliamentary Services of the Legislative Assembly, finding as results, a total of 58 different legal instruments (laws, policies, decrees) that contribute positively to production and conservation from bioeconomic principles, one limiting legislation in the practice of bioeconomy, and nine legal tools that hinder production but contribute to conservation, resulting in an extensive legal framework that does not require the creation of laws, but only central coordination of all the tools it already has.

Key words: Bioeconomy, Biotechnology, Environment, Biomass, Legislation.

Introducción

El concepto de la bioeconomía se remonta a finales de los años 1960, en el que surgió inicialmente para conferirle el valor que toman las bases biológicas de las actividades económicas (Lewandowski, 2018). No obstante, con los avances del nuevo milenio, el conocimiento biológico para la explotación comercial dejó de ser una definición suficiente al observar el potencial de la bioeconomía. Al cuantificar estas capacidades, se ha logrado estimar que más de un 90% de los productos basados en petróleo, pueden ser remplazados por alternativas de base biológica (Borgström & Mauerhofer, 2016), lo que ha llevado al mundo a reconsiderar nuevas posibilidades.

Una sustitución de tal magnitud, da paso a un proceso de cambio en el paradigma productivo, y esto a su vez, impulsa una etapa de generación de conocimiento y apertura hacia el entendimiento de carácter holístico y multifuncional, el cual está fundamentado en la dualidad de producción y sostenibilidad simultaneas (de Jaramillo et al., 2019), conllevando a una actualización o ajuste de los marcos legales bajo los cuales se rigen todas las actividades.

Aunque actualmente hay múltiples definiciones y una amplia internacionalización del concepto bioeconomía (Rodríguez et al., 2017), la esencia de la ideología se mantiene constante, reflejando al medio ambiente como la herramienta más importante para dinamizar las economías, aumentar la competitividad y la eco eficiencia (Staffas et al., 2013). Dichas características son producto de la fusión entre la biomasa generada por los mismos sistemas productivos y ambientales, con la adopción de biotecnologías, apoyándose en los principios de la economía circular (Aguilar et al., 2018).

Sin embargo, con la adopción de la bioeconomía como política nacional, surge también la necesidad de un marco legal acorde a las necesidades (Schütte, 2018), las cuales deben abordarse de manera tal que la transición de las actividades productivas que históricamente han sido basadas en hidrocarburos, sean apacibles hacia un nuevo modelo de revolución industrial 4.0 (Hernández & Céspedes, 2020). El éxito bioeconómico, dependerá directamente de cómo se traduzca la definición adoptada en políticas funcionales, integrales y conectadas como un marco holístico que no obstaculice los principales pilares de la nueva propuesta (Brunori, 2013).

Esta situación implica alcanzar una simbiosis referentes a la bio seguridad, los bio riesgos, la protección de la biodiversidad, la regulación de los organismos modificados, entre muchos otros (Pyka, 2017), que vienen a ser factores determinantes para evaluar si un país está preparado para las nuevas oportunidades que trae la bioeconomía en el corto, mediano y largo plazo (Rodríguez, 2018).

Por lo tanto, considerando factores como: (a) los marcos regulatorios costarricenses

actuales, (b) la articulación de políticas existentes, (c) la coordinación de capacidades público-privadas con las necesidades de los potenciales bio negocios, se plantea la pregunta ¿Cuáles son las fortalezas y debilidades de la legislación costarricense en relación al desarrollo de la bioeconomía?

Referente teórico

La creciente adopción de la bioeconomía a nivel mundial, ha permitido una evolución vertiginosa de su significado original hacia múltiples variaciones, dando pie a establecer y entender nuevos conceptos en una misma tasa de crecimiento como estrategias se han presentado desde los inicios del siglo XXI (Sanz-Hernández et al., 2019). Esta versatilidad que presentan los nuevos enfoques bioeconómicos, ha servido a los países para desligarse de una única definición, y ha permitido potenciar todas aquellas ventajas competitivas propias de sus sectores más fuertes (Brunori, 2013).

Este principio de aprovechamiento inteligente de los recursos, es entendido como la potenciación de las capacidades productivas (Aguilar et al., 2018), llevando a los países ricos en biodiversidad, a enfocar su bioeconomía a través del uso de la biomasa, mientras que los países de mayor producto interno bruto y bagaje investigativo, a concentrarse en resaltar los avances biotecnológicos (El-Chichakli et al., 2016), mientras se asegure la simbiosis y la complementariedad de estas.

Al introducir este nuevo modelo productivo en una nación y/o región, el contenido legislativo se vuelve uno de los factores más complejos de analizar, ya que la transición hacia la bioeconomía, implica una reforma al marco jurídico sobre el cual se basan todas las actividades productivas del país (Barboza Arias, 2020). Este proceso de reestructuración, debe asegurar el funcionamiento satisfactorio de las nuevas oportunidades que traen consigo los diversos tipos de bioeconomía, y fomentar el engranaje de las relaciones entre industria, academia y gobierno como una unidad complementaria (Dietz et al., 2018).

Turnheim et al., (2015) explica el concepto de la transición sostenible para fundamentar el proceso de evolución bioeconómica en términos legales, ya que este "...representa un conjunto de procesos multidimensionales y de larga duración, cuyo objetivo principal es lograr metas de sostenibilidad en un régimen o sistema determinado...". Este concepto permite comprender como la introducción de nuevas bio-tecnologías, bio-negocios, o una estrategia bioeconómica, implica realizar intervenciones regulatorias de diferente alcance, que permita acercamientos integrativos, adaptativos y proactivos de la ley (Borgström & Mauerhofer, 2016).

El cuadro 1 muestra diferentes definiciones bioeconómicas, y permite identificar que el fortalecimiento de mercados, la inversión en I&D, las alianzas público-privadas, com-

petitividad, biomasa, adaptación social, bioenergía o entrenamiento vocacional (Vogelpohl & Töller, 2021), son puntos homogéneos en los que el mundo ha concentrado sus esfuerzos bioeconómicos y debe ajustar su legislación para hacerlos efectivos dentro del entendimiento propio de bioeconomía.

Cuadro 1. Definiciones nacionales de bioeconomía con enfoque holístico

País	Definición de bioeconomía
Costa Rica	"...es entendida como la producción, utilización, conservación y regeneración de recursos biológicos, incluyendo los conocimientos, la ciencia, la tecnología y la innovación relacionados con dichos recursos, para proporcionar información, productos, procesos y servicios a todos los sectores económicos, con el propósito de avanzar hacia una economía sostenible" (Estrategia Nacional de Bioeconomía, Costa Rica 2020 – 2030)
Austria	"...Concepto económico que tiene como objetivo reemplazar los recursos fósiles con materias primas renovables en tantas áreas y aplicaciones como sea posible, cubriendo todos los sectores económicos e industriales..." (Bioeconomy. A strategy for Austria)
Belgica	"...Incluye la producción de recursos renovables, los residuos para ser utilizados y procesados en productos de valor agregado como alimentos, concentrados animales, bioproductos y bioenergía..." (Bioeconomy in Flanders – The vision and Strategy of the Government of Flanders for a sustainable and competitive bioeconomy in 2030)
Francia	"...abarca toda la gama de actividades vinculadas a la producción, uso y procesamiento de recursos biológicos, con el propósito de brindar respuestas sostenibles a la necesidad de alimento, materias primas y energía, en armonía con los ecosistemas..." (A Bioeconomic Strategy for France – Goals, Issues and Forward vision)
Alemania	"...La bioeconomía toma los ciclos naturales de los materiales como su punto de orientación, abarcando los sectores de la economía que producen y procesan con recursos renovables..." (National Policy Strategy on Bioeconomy)
Irlanda	"...La agricultura y la producción de alimentos son ahora parte de una bioeconomía más grande, la cual abarca todos los sectores que explotan los recursos naturales y los bio procesos, para generar productos, servicios, trabajos e ingresos..." (Towards 2030 – Teagasc's Role in Transforming Ireland's Agri-Food Sector and the Wider Bioeconomy)
Italia	"...La integración de la producción sostenible de los recursos renovables y la transformación de estos, junto con las corrientes de residuos, en productos de valor agregado como alimentos, bio productos y bioenergía..." (Bioeconomy in Italy: a unique opportunity to reconnect the economy, society and the environment)
España	"...El conjunto de las actividades económicas que obtienen productos y servicios, generando valor económico, utilizando, como elementos fundamentales los recursos de origen biológico, de manera eficiente y sostenible..." (The Spanish Bioeconomy Strategy - 2030 Horizon)
Finlandia	"...Una economía que se fundamente en recursos naturales renovables para producir alimentos, energía, productos y servicios, todo esto bajo la independencia de los recursos fósiles, con protección ambiental y crecimiento económico alineado a los principios del desarrollo sostenible..." (The Finnish Bioeconomy Strategy)
Noruega	"...Una producción que es sostenible, eficiente, rentable y un uso de recursos biológicos renovables para alimentación, semillas, productos de salud, energía, materias primas, químicos, papel, textil y otros productos..." (Familial Resources – undream of possibilities – The Government's Bioeconomy Strategy)
Suecia	"...Una economía basada en una producción sostenible de biomasa que permita el crecimiento de los diferentes sectores productivos y que reduzca los efectos climáticos generados por el uso de materias primas de base fósil, así como una alta agregación de valor a los biomateriales que reduzca el consumo energético" (Swedish Research and Innovation Strategy for a Bio-Based Economy)
Sur Africa	"...Las actividades que hacen uso de bio-innovaciones, basadas en recursos biológicos, materiales y procesos que generan desarrollo sostenible económico, social y ambiental..." (The Bio – Economy Strategy)
Estados Unidos	"...Una economía basada en el uso de la investigación y la innovación en las ciencias biológicas con el propósito de crear actividades económicas y beneficio público..." (National Bioeconomy Blueprint)

Fuente: Elaboración propia con datos de BioStep, (2020) y Dietz et al., (2018), MICITT, (2020)

Aunque no existe un consenso general en la definición entendida por bioeconomía, el cuadro 1 permite observar cómo se repiten factores homogéneos en cada concepto, como es el caso de la construcción alrededor de la ideología de la transformación productiva sostenible, o su base teórica fundamentada en la triada de ambiente, economía y sociedad como partes iguales de un sistema que promueve la economía del futuro. Bajo esto, cada nación ha abordado su entendimiento por diferentes rutas pero buscando alcanzar los mismos objetivos de satisfacción de necesidades públicas y pri-

vadas, mientras se enfrentan grandes desafíos como el crecimiento demográfico, el cambio climático, la degradación ambiental o la disminución del recurso hídrico (Maciejczak & Hofreiter, 2015).

Metodología

Se desarrolló una investigación cualitativa basada en una revisión documental y recopilación de leyes costarricenses vinculadas directa o indirectamente a los pilares bioeconómicos de biotecnología, biodiversidad y biomasa-bioenergía propuestos por (Lewandowski, 2018). Dicha búsqueda se fundamentó en palabras clave como: conservación, protección, producción, bioeconomía, desarrollo sostenible, ambiente, agricultura, pecuaria, sostenibilidad, turismo, biotecnología, biomasa, bioenergía, y apoyo económico, en un lapso temporal indefinido que contempla legislación costarricense vigente desde el siglo XX hasta el año 2020.

Específicamente, el análisis se basa en la revisión del listado de leyes actualizadas costarricenses emitida por el Departamento de Servicios Parlamentarios en el año 2017, perteneciente a la Unidad de Actualización Normativa de la Asamblea Legislativa Costarricense. Para este análisis, se relacionan los listados de dicho documento con las tres categorías consideradas como pilares de la bioeconomía. Sumado a esto, se agrega a la discusión tres ejes transversales. Estos son: 1) leyes vinculantes a la bioeconomía específicamente para el sector turismo, debido al elevado importe económico que significa este campo para el país y la extensa relación con la biodiversidad y el desarrollo rural. 2) Manejo pecuario, por su estrecha relación entre la actividad ganadera y la biomasa-bioenergía, y finalmente, 3) incentivos económicos sujetos al desarrollo de posibles nuevos bio emprendimientos.

El proceso de análisis para esta investigación se centró en preseleccionar todas aquellas leyes costarricenses que actualmente estén dentro del período de vigencia, de publicación y/o de actualización (independientemente de su año de creación) y que dentro de su título se haga referencia a las palabras claves mencionadas anteriormente. Como segundo proceso de escrutinio, se detallaron a mayor profundidad las leyes seleccionadas en el Sistema Costarricense de Información Jurídica (disponible en línea) para corroborar que dentro del texto de la ley, la ficha de la norma o sus artículos, efectivamente se referencie directa o indirectamente los temas relacionados a bioeconomía, conservación y/o producción sostenible (pilares bioeconómicos). Una vez contemplada toda la legislación, se clasificó en tres cuadros, correspondientes a cada pilar bioeconómico y se procedió a categorizar de acuerdo al contenido de su texto, si las leyes aportan u obstaculizan al marco del desarrollo de la bioeconomía en Costa Rica.

Resultados

Pilares bioeconómicos

El papel de la biotecnología dentro de los alcances de la bioeconomía, implica no solo el crecimiento industrial sino que pone a disposición múltiples opciones innovadoras para cumplir los objetivos del desarrollo sostenible (Lokko et al., 2018). Esta característica, la ha posicionado como una de las bases fundamentales para asegurar el éxito de los nuevos modelos bioeconómicos, ya que gracias a esta se ha logrado verdaderamente optimizar el uso de los recursos naturales dentro de los procesos productivos (Wield, 2013), impactando áreas como la producción de alimentos, la industrias farmacéuticas o la preparación de materias primas biológicas (Kircher et al., 2020).

Este sinfín de aplicaciones involucra una afectación directa e indirecta sobre los diferentes actores de las cadenas de valor, por tanto, surge una necesidad imperante de regulación legal dentro de los procesos de obtención de nuevos bio productos y toda la cadena hasta los consumidores. Para evaluar esta condición en la legislación costarricense, se muestra el cuadro 2, el cual detalla la posición que toman las diferentes herramientas legales con respecto al tema biotecnológico, y su posición de apoyo o limitación a la bioeconomía costarricense.

Cuadro 2. Legislación costarricense de vinculo biotecnológico - bioeconómico

Leyes de apoyo a la bioeconomía (10)	Producción	Conservación
<ul style="list-style-type: none"> · Ley de Promoción del Desarrollo Científico y Tecnológico (7169) · Ley de Protección Fitosanitaria (7664) · Ley de Aprobación del Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la Biotecnología (8537) · Aprobación de la adhesión de Costa Rica al Tratado de Budapest sobre el reconocimiento internacional del depósito de microorganismos a los fines del procedimiento en materia de patentes (8633) · Aprobación del Tratado Internacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (8539) · Ley del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (8149) · Aprobación de los Estatutos y el Protocolo del Centro Internacional de Ingeniería Genética y Biotecnología (7613) · Aprobación del Acuerdo entre el Gobierno de la República de Costa Rica y el Instituto Internacional de Recursos Genéticos de Plantas (IPGRI) para el establecimiento y operación de una oficina IPGRI en Costa Rica (8541) · Ley de Procedimientos de Observancia de la Propiedad Intelectual (8039) · Ley Reguladora de Investigación Biomédica (9234) 	Aporta	Aporta
Políticas de apoyo a la bioeconomía (4)		
<ul style="list-style-type: none"> · Decreto Ejecutivo 40050-MINAE-MAG "Reglamento de Biocombustibles Líquidos y sus Mezclas" (2016) · Programa Nacional de Biocombustibles (2018) · Política Nacional de Sociedad y Economía basada en el Conocimiento 2017-2030 · Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2015-2021 (2015) 	Aporta	Aporta
Limitantes a la bioeconómica (1)		
<ul style="list-style-type: none"> · Trámites de las solicitudes de registro de agroquímicos (8702) 	Limita	Limita

Fuente: elaboración propia con datos de SCIJ (2020), Asamblea Legislativa República de Costa Rica (2020), UNED (2012), ICT (2009) y Senara (s. f.).

En cuanto a la biomasa – bioenergía, Scarlat et al., (2015) y Lago et al., (2019) la presentan como otro de los pilares básicos bioeconómicos, ya que tiene un rol de proveedora

de materias primas biológicas, las cuales van estrechamente ligada con la circularidad económica, sustituyendo la filosofía productiva de “tomar, fabricar y eliminar” e introduciendo nuevos conceptos como el “uso en cascada” (Haberl & Geissler, 2000), que sienta sus bases en la utilización eficiente del material considerado como “residuo” para extender la disponibilidad de biomasa dentro del sistema por mayor tiempo, mientras disminuye el impacto en el ambiente (Lago et al., 2019).

Considerando estos antecedentes y el potencial de surgimiento de nuevos campos de conocimiento como los biomateriales o la química verde (Scarlat et al., 2015), es que también se evalúa la complementariedad legal que tiene el país para fomentar la innovación biológica y asegurar la disponibilidad de biomasa sostenible. Esto se presenta en el cuadro 3, el cual detalla una serie de leyes y documentos legales que aportan herramientas para apoyar la producción y la conservación desde el enfoque bioeconómico.

Cuadro 3. Legislación costarricense de vinculo biomasa - bioeconomía

Leyes de apoyo a la bioeconomía (7)	Producción	Conservación
· Ley de Manejo Integral de Desechos (8839) · Ley de Promoción del Transporte Eléctrico (4905) · Ley de Generación Eléctrica autónoma o Paralela (7200) · Aprobación del Segundo Protocolo al Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central (9004) · Ley para regular el mejor aprovechamiento de la luz solar (7446) · Regulación del uso racional de la energía (7447) · Ley de creación del ICE (449)	Aporta	Aporta
Políticas de apoyo a la bioeconomía (6)		
· Plan Nacional de Energía 2015-2030 (2015) · Plan Nacional de Descarbonización · Estrategia Nacional de sustitución de plásticos de un solo uso 2017-2021 (2017) · Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible 2018-2030 (2018) · Plan de Promoción y Desarrollo de Fuentes Renovables no Convencionales · Plan Nacional de Gestión de Residuos 2016-2021 (2016)	Aporta	Aporta

Fuente: elaboración propia con datos de SCIJ,(2020), Asamblea Legislativa República de Costa Rica (2020), UNED (2012), ICT (2009) y Senara (s. f.)

Finalmente, el papel más importante en los cimientos de la bioeconomía lo toma la biodiversidad (Scarlat et al., 2015) ya que esta complementa de manera perfecta los avances biotecnológicos, y brinda a la biomasa los recursos para la creación de materias primas y esto a su vez para la transformación de energías (Valli et al., 2018). Desde el ámbito legal, este pilar implica dos caras de una misma moneda, ya que la ley debe asegurar su protección y preservación como base fundamental de la sostenibilidad, pero también debe promover su compromiso con el uso sin impedir que los avances generados por la innovación sean obsoletos. Esta situación se especifica en el cuadro 4, donde se muestra el marco legal costarricense concerniente a la relación bioeconomía – biodiversidad.

Cuadro 4. Legislación costarricense de vinculo biodiversidad - bioeconomía

Leyes de apoyo a la bioeconomía (14)	Producción	Conservación
<ul style="list-style-type: none"> · Ley Forestal (7575) · Ley de Protección de Obtenciones Vegetales (8631) · Convenio sobre Diversidad Biológica (7416) · Aprobación del Acuerdo sobre el establecimiento del Global Green Growth Institute (9239) · Aprobación del Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (8635) · Aprobación del Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes (8538) · Aprobación del Convenio Regional para el Manejo y Conservación de los Ecosistemas Naturales Forestales y el Desarrollo de Plantaciones Forestales (7572) · Aprobación del Convenio regional sobre cambios climáticos (7513) · Ley de bienestar de los animales (7451) · Ley de Pesca y Acuicultura (8436) · Ley de Desarrollo, Promoción y Fomento de la actividad agropecuaria orgánica (8542) · Ley de Aprobación del Acuerdo de París (9405) · Ley de apoyo y fortalecimiento del sector agrícola (8835) · Creación del Galardón Ambiental Legislativo (8759) 	Aporta	Aporta
Políticas de apoyo a la bioeconomía (17) <ul style="list-style-type: none"> · Decreto Ejecutivo de Regulación y Operación de los Mercados Domésticos de Carbono (37923-MINAE) del 2009 · Programa País Carbono Neutralidad (36-MINAE) del 2012 · Reglamento de Regulación y Operación del Mercado Doméstico de Carbono (Decreto Ejecutivo 37926-MINAE) · Decreto Ejecutivo de creación del Comisión Nacional para la Gestión de la Biodiversidad CONAGEBIO · Estrategia Nacional de Cambio Climático (2007) · Plan Nacional de Desarrollo Forestal 2011-2020 (2011) · Política Nacional de Biodiversidad (2015) · Estrategia Nacional de Biodiversidad 2015-2025 (2015) · Plan de Acción Estrategia Nacional de Cambio Climático (2010) · Política Nacional de Inversión en Saneamiento 2016-2045 (2016) · Política Nacional de Humedales 2017-2030 (2017) · Estrategia Nacional RED+ Costa Rica (2015) · Estrategia de Producción de Musáceas Bajas en Carbono, Resilientes y Adaptadas al cambio Climático (2018) · Plan Nacional de Desarrollo 2019-2022 · Programa Nacional de Agricultura Orgánica (1994) · Acuerdo MEIC y el MAG para la reducción de emisiones en el sector agropecuario (2018) · Manual Operativo del Piloto Nacional de NAMA Café 	Aporta	Aporta
limitantes a la bioeconómica (9) <ul style="list-style-type: none"> · Ley de Conservación de la Fauna Silvestre (6919) · Servicio Nacional de Parques Nacionales (6184) · Ley Orgánica del Ambiente (7554) · Ley de Conservación de la Vida Silvestre (7317) · Aprobación del Convenio Constitutivo de la Comisión Interparlamentaria Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (8210) · Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos (7779) · Convenio para la Conservación de la Biodiversidad y Protección de Áreas Silvestres prioritarias en América Central (7433) · Ley de Biodiversidad (7788) · Decreto Ejecutivo de Regulación de la Biodiversidad (2008) 	Limita	Aporta

Fuente: elaboración propia con datos de SCIJ,(2020), Asamblea Legislativa República de Costa Rica (2020), UNED (2012), ICT (2009) y Senara (s. f.)

Discusión

Desarrollo biotecnológico

Los resultados presentados en el cuadro 2 permiten observar como Costa Rica ha llevado a cabo esfuerzos por regular la actividad y colocar inversiones estratégicas en actividades científicas y de innovación, con el fin de apoyar el auge biotecnológico y el desarrollo científico. Un ejemplo de esto se da particularmente en el año 2018, cuando el país destinó una suma cercana a los 1836 millones de dólares (3,06% del PIB) para actividades científicas y tecnológicas (MICITT, 2019) colocándose como un vanguardista en la región, solo superado por Chile y México en los índices de innovación (OMPI, 2020)

Al contrastar el aporte económico de Costa Rica específicamente a la I&D (0,39% del PIB) contra países de mayor historial tecnológico como Corea (4,30%) o Japón (3,40%) se evidencia que aún el país está en etapas tempranas de desarrollo (UNESCO, 2020), no obstante, cuenta con al menos diez leyes directas de vínculo biotecnológico – bioeconómico y cuatro políticas diferentes que le aportan herramientas legales a la producción y conservación de los recursos a través del uso inteligente de los mismos. Se debe realizar una mención especial a la Ley 8039 sobre propiedad intelectual, y la Ley 9234 de investigación biomédica, las cuales, apoyan cada una desde su área al factor productivo, pero no tienen una relación obstaculizadora o directa con la conservación, por lo que, para este artículo se consideran aportes legales positivos a la bioeconomía.

El caso de la Ley 8702 de registro de agroquímicos, sobresale como una situación anómala dentro del marco regulatorio analizado, y se presenta como una limitante a la producción y conservación por su sistema actual de ejecución, mas no por su contenido. Esta ley desde el ámbito teórico expresa en su artículo 1 “...tramitar las solicitudes de registros de nuevos plaguicidas o de modificaciones a registros vigentes...” (Sistema Costarricense de Información Jurídica, 2009) sin embargo, es víctima de una fuerte limitante burocrática que le impide la autorización o el ingreso de nuevos productos a suelo costarricense, generando como consecuencia para el ambiente, un daño mayor al obligar a los agricultores a depender de mayores volúmenes de productos no óptimos que afectan directamente a la competitividad internacional (Chacón, 2018).

En cuanto a los programas, decretos o políticas, la revisión de información permitió establecer parámetros positivos para la bioeconomía, ya que a través de estas, se da soporte a áreas como el biorrefinamiento de combustibles, que es vital en la descarbonización de la atmosfera, la economía basada en el conocimiento o el desarrollo de la innovación y la tecnología (RECOPE, 2018), ambos puntos de convergencia en todas las estrategias mundiales desarrolladas a través de objetivos estratégicos.

Biomasa – Bioenergía

La recopilación de leyes mostradas en el cuadro 3 sobre manejo y aprovechamiento de la Biomasa-Bioenergía dentro del aparato económico del país, permite concluir que este aún se encuentra en etapas iniciales, no obstante, Rivera-Tenorio & Moya, (2020) y Chavarría et al., (2020) presentan a través de casos puntuales de éxito, evidencias del extenso potencial costarricense para aplicar fuentes renovables de energía y adaptación de residuos como nueva biomasa dentro de los sistemas productivos agrícolas e industriales.

Las trece diferentes iniciativas legales que rodean este pilar bioeconómico, tienen principalmente un impacto positivo en la adopción del modelo bioeconómico desde el ámbito teórico, ya que promulgan la protección de los recursos naturales, la circula-

rización de la economía, la descarbonización del ambiente o el uso de los biocombustibles, todo esto sin obstaculizar el desarrollo productivo sostenible, aunque se debe hacer la salvedad en casos específicos, su aplicación en el corto y mediano plazo puede ser un reto para el sector productivo debido a las implicaciones técnicas que conllevaría para cada actividad económica.

Dichas dificultades son más notorias en casos como la Ley 4905 de Promoción del transporte eléctrico, la cual se centra en incentivar su uso dentro de la población; o en la Estrategia Nacional sobre la sustitución de plásticos de un solo uso, las cuales, deben ser abordadas de manera paulatina, ya que los fuertes ajustes estructurales y económicos que implica el proceso de sustitución pueden traer impactos contraproducentes en los diferentes sectores. Imbert et al., (2017) explica esta condición a través de la necesidad de la progresión controlada, donde en un análisis de la estrategia bioeconómica Alemana e Italiana, encuentra dentro de sus diferencias, en el acercamiento teutón, un proceso controlado por una coordinación horizontal desde los niveles ministeriales más elevados, hasta la población, haciendo más pacífica la adopción de nuevos bio-productos.

Conservación de biodiversidad y ecosistemas

Desde la coyuntura del ámbito legal y ambiental, el cuadro 4 permite reafirmar los argumentos de Steinberg et al., (2001) sobre la postura vanguardista y defensora que adopta Costa Rica para perseguir el objetivo de la preservación de la biodiversidad y de los múltiples ecosistemas que alberga. Dicha posición, ha tomado un rol importante a nivel internacional, al convertirse en un marco de referencia para muchas otras naciones que abogan por salvaguardar el ambiente y potenciar el desarrollo sostenible (Blum, 2008).

Este cuadro, expone una amplia gama de leyes con una orientación estrictamente proteccionista, como es caso de las Leyes 7788 de Biodiversidad, 6919 de Conservación de la Fauna Silvestre, 7554 Ley Orgánica del Ambiente, o la Ley 7317 de Conservación de Vida Silvestre; las cuales, aunque en primera instancia obstaculizan el eje productivo de la dualidad “producción – conservación”, en un esquema mayor, no toma realmente una posición de limitante bioeconómica, sino que todas estas leyes, únicamente se encargan de delimitar los alcances físicos de los sectores productivos y no son un impedimento al uso de los recursos en forma sostenible dentro de la totalidad de la extensión del país, sino únicamente en zonas previamente definidas como protegidas, reafirmando que la conservación también es un principio básico de la bioeconomía.

Finalmente, este apartado se completa con un número importante de decretos, programas, planes y estrategias que dan fundamento teórico y práctico al modelo bioeconómico costarricense, mostrando que temas como la regulación de mercados de

carbono o el saneamiento de aguas residuales, indirectamente también son aspectos claves para una aplicación holística y productiva.

Sector turismo

La importancia que tiene el desarrollo del turismo rural dentro del contexto de la bioeconomía, surge de la simbiosis entre la explotación sostenible de los atractivos naturales, con los componentes culturales, históricos y sociales del área donde se desarrollan (Hadad, 2019). Este tipo de turismo, permite brindarle oportunidades de crecimiento y mejor calidad de vida a las pequeñas poblaciones alejadas del área industrializada, mientras que a su vez dinamiza las económicas locales y de las regiones aledañas (Hadad, 2019). Simultáneamente, al potenciar el turismo como parte del marco constituyente de la bioeconomía, el país ataca directamente problemas sociales como la migración a zonas urbanas, el desempleo o la baja industrialización (Martín, 2013).

Estos motivos, justifican introducir la relación entre bioeconomía y el turismo costarricense dentro de este análisis, especialmente cuando la magnitud de importe económico (6,3% del PIB) y el volumen de mano de obra directa e indirecta (20,8% del total de M.O del país) que alberga son tan elevadas (Benavides Vindas, 2020) & (ICT, 2020). Afortunadamente, la legislación que vincula ambos campos ha sido construida históricamente en función de la preservación de los recursos, y se ha publicitado mundialmente como una zona de refugio para la flora y la fauna, por lo que dicho marco regulatorio se apega a los límites de un modelo bioeconómico.

La principal legislación con la que cuenta Costa Rica para fomentar este tema nace desde la Ley Orgánica del Instituto Costarricense de Turismo (8694) y se apoya en otras leyes como: la Ley de Fortalecimiento de la Industria Turística (8694), Programa de apoyo y reactivación de las MIPYMES del sector turismo (9339), Contrato de préstamo N° 1824/OC-CR y su anexo entre el Gobierno de la República de Costa Rica y el Banco Interamericano de Desarrollo, para financiar el programa de turismo en áreas silvestres (8967), Incentivo de la responsabilidad social corporativa turística (8811), Fomento de Turismo Rural Comunitario (8724), Fortalecimiento del desarrollo de la industria turística nacional (8684), Aprobación del Convenio para el establecimiento de la zona de turismo sustentable del Caribe y su protocolo (8879) o el Plan Nacional de Turismo Sostenible 2010 – 2016.

Manejo Pecuario

La temática referente al marco regulatorio para el manejo pecuario y su vínculo con la bioeconomía, radican en gran parte por su relación con la biomasa residual generada por la actividad ganadera y la conservación del ambiente mediante el desarrollo rural. Todos los marcos regulatorios bajo los que se rigen estas actividades productivas en

el país, han contribuido de manera positiva en la protección de los animales utilizados para trabajo, y han sentado bases técnicas para el apoyo bioeconómico mediante diversas estrategias como la Nama Ganadería o la Ganadería Baja en Carbono, dando como resultado para el criterio de análisis de este artículo, que dicha legislación aporta a la bioeconomía desde el ámbito productivo y de conservación.

Los principales instrumentos legales que se encuentran en este apartado son: las acciones nacionales de mitigación (Nama Ganadería), Estrategia Nacional de Ganadería Baja en Carbono, Ley de bienestar animal (7451), Ley de desarrollo, promoción y fomento de la actividad agropecuaria orgánica (8542), Control de ganado bovino, prevención y sanción de su robo, hurto y receptación (8799), Desarrollo, promoción y fomento de la actividad orgánica (8591), Ley General de Servicio Nacional de Salud Animal (8495), Creación de la Corporación Ganadera (7837), Creación del programa de reconversión productiva del sector agropecuario (7742), Ley de fomento a la producción agropecuaria (7064), Control, elaboración y expendio de alimentos para animales (6883), Ley de fomento a la actividad porcina (6433), Ley sobre normas referentes al abastecimiento de ganado vacuno para el consumo nacional y la exportación (6247), Medidas sanitarias promovidas en relación con mejoramiento de producción animal y su repercusión directa en la salud del hombre (6243), Ley reguladora para la exportación de ganado vacuno hembra (5098), Declaratoria contra la economía nacional el dar muerte a las crías recién nacidas del ganado de leche (4443) o la Ley de Exportación de ganado vacuno (4412).

Incentivos económicos

Para concluir este apartado, se plantea un último conglomerado de leyes costarricenses con un importante vínculo para el desarrollo de la bioeconomía. Esta legislación es claves para el futuro de los bio emprendimientos, ya que tiene la capacidad de aportar factores de financiamiento y acompañamiento técnico en múltiples campos simultáneamente.

Dentro de las principales leyes que se destacan para esta labor, se encuentran: la Ley 8932 sobre Exoneración del pago de tributos de sistemas de tratamiento de aguas residuales para contribuir a mitigar la contaminación del recurso hídrico y mejorar la calidad del agua, la Ley 8634 del Sistema de Banca para el Desarrollo, la Ley 8663 sobre Fortalecimiento del Programa Integral de Mercadeo Agropecuario, la Ley 8262 de Fortalecimiento de las Pequeñas y Medianas Empresas, o la Ley de Fomento a la Industria Rural (6847).

Conclusiones

La construcción nomotética de las últimas décadas, permite amalgamar positivamente un vasto número de instrumentos legales con los principios básicos que envuelven a la bioeconomía moderna. Dichos estatutos, aunque originalmente no fueron concebidos bajo el marco teórico de la bioeconomía, si se adecúan directamente a los principios del desarrollo sostenible y uso inteligente de recursos, lo cual fundamenta la bioeconomía basada en conocimientos (Urmetzter & Pyka, 2017).

Las principales fortalezas que se encontraron en esta investigación son: 1) la elevada cantidad de marcos regulatorios en cada flanco; específicamente 58 instrumentos legales brindando contexto a los tres pilares principales, y al menos 30 legislaciones que se identifican con el modelo desde los ejes transversales de turismo, manejo animal e incentivos económicos. 2) Aunque las normativas muestran un enfoque proteccionista del ambiente, no se limita ni interrumpe en gran medida a la producción, sino que únicamente la ubica dentro de límites y alcances para asegurar la sostenibilidad de recursos. 3) A pesar de que la bioeconomía en Costa Rica es reciente, y está en pleno auge mundial, esta no ha postergado su implementación, sino que ha intentado aumentar sus fronteras y concentrar esfuerzos en ligar el concepto con la competitividad y la innovación.

Respecto a las debilidades identificadas, se presentan: 1) la aplicabilidad real de las leyes en el corto y mediano plazo, las cuales desde su fundamento teórico son positivas, pero ante la ausencia de un plan de transición paulatina, el resultado puede ser un efecto contraproducente al desarrollo económico, y 2) El reto técnico y administrativo que implica para el estado la articulación de los marcos regulatorio bajo un único esquema bioeconómico de enfoque holístico, ya que todo el proceso necesita una evaluación constante para garantizar su correcto funcionamiento en el paso del tiempo.

Finalmente, este diagnóstico lleva a plantear las condiciones sobre el futuro de la bioeconomía en Costa Rica, la cual necesita mantener un crecimiento constante que garantice una sustitución de bienes y servicios hacia bioproductos y bioservicios. Es necesario aumentar el respaldo económico de bioemprendimientos y el acceso a biotecnología, pero también debe iniciar el proceso de concientización poblacional que muestre las implicaciones de no adoptar los recursos naturales como la base primaria para todas las actividades, ya que la sostenibilidad debe ser vista como una nueva forma de vida (El Ghorab & Shalaby, 2016), más allá de una acción política específica.

Literatura citada

- Aguilar, A., Wohlgemuth, R., & Twardowski, T. (2018). Perspectives on bioeconomy. *New Biotechnology*, 40, 181-184. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.06.012>
- Asamblea Legislativa República de Costa Rica. (2017). Listado de Leyes Actualizadas. <http://www.asamblea.go.cr/sd/SiteAssets/Lists/Consultas%20Biblioteca/EditForm/LISTADO%20%20DE%20%20LEYES%20%20ACTUALIZADAS.pdf>
- Barboza Arias, L. M. (2020). Nota técnica sobre la formulación de la Estrategia Nacional de Bioeconomía en Costa Rica |. *e-Agronegocios*, 7(1), 21-37. <https://doi.org/10.18845/ea.v7i1.5190>
- Benavides Vindas, S. (2020). Vista de El aporte del turismo a la economía costarricense: Más de una década después. *Economía y Sociedad*, 25(57). <https://doi.org/10.15359/ey.s.25-57.1>
- BioStep. (2020). Bioeconomy strategies. <http://www.bio-step.eu/background/bioeconomy-strategies.html>
- Blum, N. (2008). Environmental education in Costa Rica: Building a framework for sustainable development? *International Journal of Educational Development*, 28(3), 348-358. <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2007.05.008>
- Borgström, D. S., & Mauerhofer, D. V. (2016). Developing law for the bioeconomy. *Journal of Energy & Natural Resources Law*, 34(4), 373-406. <https://doi.org/10.1080/02646811.2016.1200349>
- Brunori, G. (2013). Biomass, Biovalue and Sustainability: Some Thoughts on the Definition of the Bioeconomy. *EuroChoices*, 12(1), 48-52. <https://doi.org/10.1111/1746-692X.12020>
- Chacón, V. (2018). MAG busca control total del registro de agroquímicos. *Semanario Universidad*. <https://semanariouniversidad.com/pais/mag-busca-control-total-del-registro-de-agroquimicos/>
- Chavarría, H., Trigo, E., & Martínez, J. F. (2020). Políticas y Negocios para la Bioeconomía en ALC: Un proceso en marcha: C3-BIOECONOMY: Circular and Sustainable Bioeconomy, 1, 72-88 / 69-85 (EN). <https://doi.org/10.21071/c3b.vi1.13150>

- de Jaramillo, E. H., Henry, G., & Trigo, E. (Eds.). (2019). La bioeconomía. Nuevo marco para el crecimiento sostenible en América Latina: Bioeconomy. New framework for sustainable growth in Latin America (1.a ed.). Pontificia Universidad Javeriana. <https://doi.org/10.2307/j.ctvkwnpxt>
- Dietz, T., Börner, J., Förster, J. J., & Von Braun, J. (2018). Governance of the Bioeconomy: A Global Comparative Study of National Bioeconomy Strategies. *Sustainability*, 10(9), 3190. <https://doi.org/10.3390/su10093190>
- El Ghorab, H. K., & Shalaby, H. A. (2016). Eco and Green cities as new approaches for planning and developing cities in Egypt. *Alexandria Engineering Journal*, 55(1), 495-503. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2015.12.018>
- El-Chichakli, B., von Braun, J., Lang, C., Barben, D., & Philp, J. (2016). Policy: Five cornerstones of a global bioeconomy. *Nature News*, 535(7611), 221. <https://doi.org/10.1038/535221a>
- Haberl, H., & Geissler, S. (2000). Cascade utilization of biomass: Strategies for a more efficient use of a scarce resource. *Ecological Engineering*, 16, 111-121. [https://doi.org/10.1016/S0925-8574\(00\)00059-8](https://doi.org/10.1016/S0925-8574(00)00059-8)
- Hadad, S. (2019). Developing rural tourism in the context of sustainable bioeconomy – a Romanian perspective. *Proceedings of the International Conference on Business Excellence*, 13(1), 537-547. <https://doi.org/10.2478/picbe-2019-0047>
- Hernández, R., & Céspedes, J. (2020). Bioeconomía: Una estrategia de sostenibilidad en la cuarta revolución industrial. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 7(2), 126-133.
- ICT. (2009). Ley Organica del Instituto Costarricense de Turismo. <https://www.ict.go.cr/es/documentos-institucionales/legislaci%C3%B3n-de-empresas/leyes-y-reglamentos/610-ley-organica-del-instituto-costarricense-de-turismo/file.html>
- ICT. (2020). Divisas por concepto de Turismo (p. 5). Instituto Costarricense de Turismo. <https://www.ict.go.cr/es/documentos-institucionales/estad%C3%ADsticas/cifras-econ%C3%B3micas/costa-rica/960-divisas-por-concepto-de-turismo/file.html>
- Imbert, E., Ladu, L., Morone, P., & Quitzow, R. (2017). Comparing policy strategies

- for a transition to a bioeconomy in Europe: The case of Italy and Germany. *Energy Research & Social Science*, 33, 70-81. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.08.006>
- Kircher, M., Bott, M., & Marienhagen, J. (2020). The Importance of Biotechnology for the Bioeconomy. En J. Pietzsch (Ed.), *Bioeconomy for Beginners* (pp. 105-128). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-60390-1_5
- Lago, C., Herrera, I., Caldés, N., & Lechón, Y. (2019). Chapter One—Nexus Bioenergy–Bioeconomy. En C. Lago, N. Caldés, & Y. Lechón (Eds.), *The Role of Bioenergy in the Bioeconomy* (pp. 3-24). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813056-8.00001-7>
- Lewandowski, I. (Ed.). (2018). *Bioeconomy: Shaping the Transition to a Sustainable, Biobased Economy*. Springer International Publishing. [//www.springer.com/gp/book/9783319681511](http://www.springer.com/gp/book/9783319681511)
- Lokko, Y., Heijde, M., Schebesta, K., Scholtès, P., Van Montagu, M., & Giacca, M. (2018). Biotechnology and the bioeconomy—Towards inclusive and sustainable industrial development. *New Biotechnology*, 40, 5-10. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.06.005>
- Maciejczak, M., & Hofreiter, K. (2015). How To Define Bioeconomy? <http://www.maciejczak.pl/download/15-4-Maciejczak.pdf>
- Martín, P. A. (2013). La situación del empleo en turismo rural en España. *Estudios de economía aplicada*, 31(1), 15.
- MICITT. (2019). MICITT presentó X informe de Indicadores Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación: Costa Rica 2018 | MICITT. <https://www.micitt.go.cr/noticias/micitt-presento-x-informe-indicadores-nacionales-ciencia-tecnologia-e-innovacion-costa-rica>
- MICITT. (2020). ¿Qué es un proyecto o iniciativa bioeconómica? Bionegocios. <https://bionegocios.cr/que-es-un-proyecto-o-iniciativa-bioeconomica>
- OMPI. (2020, septiembre 2). Índice Mundial de Innovación 2020: Impacto previsto de la pandemia de COVID-19 en la innovación mundial; clasificación anual encabezada por Suiza, Suecia, los Estados Unidos, el Reino Unido y los Países Bajos. https://www.wipo.int/pressroom/es/articles/2020/article_0017.html

- Pyka, A. (2017). Dedicated innovation systems to support the transformation towards sustainability: Creating income opportunities and employment in the knowledge-based digital bioeconomy. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 3(4), 27. <https://doi.org/10.1186/s40852-017-0079-7>
- RECOPE. (2018). Plan de descarbonización del sector transporte terrestre (p. 92) [Viabilidad]. Refinadora Costarricense de Petróleo S.A. https://www.recope.go.cr/wp-content/uploads/2019/03/RECOPE-PLAN-DE-DESCARBONIZACION-DEL-SECTOR-TRANSPORTE-TERRESTRE_VF.pdf
- Rivera-Tenorio, M., & Moya, R. (2020). Potential for pellet manufacturing with wood waste from construction in Costa Rica. *Waste Management & Research*, 38(8), 886-895. <https://doi.org/10.1177/0734242X19893022>
- Rodríguez, A. G. (2018). La bioeconomía y la nueva revolución industrial. 43.
- Rodríguez, A. G., Mondaini, A. O., & Hitschfeld, M. A. (2017). Bioeconomía en América Latina y el Caribe: Contexto global y regional y perspectivas. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/42427>
- Sanz-Hernández, A., Esteban, E., & Garrido, P. (2019). Transition to a bioeconomy: Perspectives from social sciences. *Journal of Cleaner Production*, 224, 107-119. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.168>
- Scarlat, N., Dallemand, J.-F., Monforti-Ferrario, F., & Nita, V. (2015). The role of biomass and bioenergy in a future bioeconomy: Policies and facts. *Environmental Development*, 15, 3-34. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2015.03.006>
- Schütte, G. (2018). What kind of innovation policy does the bioeconomy need? *New Biotechnology*, 40, 82-86. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.04.003>
- SCIJ. (2020). Sistema Costarricense de Información Jurídica. http://www.pgrweb.go.cr/scij/avanzada_pgr.aspx
- Senara. (s. f.). 6877 Ley de creacion del SENARA. http://www.senara.or.cr/acerca_del_senara/marco_legal/leyes_senara/6877%20Ley%20de%20creacion%20del%20SENARA.pdf
- Sistema Costarricense de Información Jurídica. (2009). Trámite de las

Solicitudes de Registro de Agroquímicos No 8702. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aram1=NRTC&nValor1=1&nValor2=64772&nValor3=75297&strTipM=TC

Staffas, L., Gustavsson, M., McCormick, K., Staffas, L., Gustavsson, M., & McCormick, K. (2013). Strategies and Policies for the Bioeconomy and Bio-Based Economy: An Analysis of Official National Approaches. *Sustainability*, 5(6), 2751-2769. <https://doi.org/10.3390/su5062751>

Steinberg, P. F., Steinberg, P. F., Steinberg, M. L. C. of S. and S. and P. of P. S. and E. P. P. F., Kraft, M. E., & Kamieniecki, S. (2001). *Environmental Leadership in Developing Countries: Transnational Relations and Biodiversity Policy in Costa Rica and Bolivia*. MIT Press.

Turnheim, B., Berkhout, F., Geels, A., Hof, A., McMeekin, B., Nykvist, & D.van Vuuren. (2015). Evaluating sustainability transitions pathways: Bridging analytical approaches to address governance challenges. <https://www.sei.org/publications/evaluating-sustainability-transitions-pathways-bridging-analytical-approaches-to-address-governance-challenges/>

UNED. (2012). *Normativa_-_curso_Administración_Tributaria_Municipal.pdf*. https://www.uned.ac.cr/extension/images/ifcmdl/Normativa_-_curso_Administraci%C3%B3n_Tributaria_Municipal.pdf

UNESCO. (2020). How much does your country invest in R&D? http://www.uis.unesco.org/_LAYOUTS/UNESCO/research-and-development-spending/index-en.html

Urmetzer, S., & Pyka, A. (2017). Varieties of Knowledge-Based Bioeconomies. En S. Dabbert, I. Lewandowski, J. Weiss, & A. Pyka (Eds.), *Knowledge-Driven Developments in the Bioeconomy: Technological and Economic Perspectives* (pp. 57-82). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58374-7_4

Valli, M., Russo, H. M., Bolzani, V. S., Valli, M., Russo, H. M., & Bolzani, V. S. (2018). The potential contribution of the natural products from Brazilian biodiversity to bioeconomy. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*, 90(1), 763-778. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201820170653>

Vogelpohl, T., & Töller, A. E. (2021). Perspectives on the bioeconomy as an emerging policy field. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 23(2), 143-151. <https://doi.org/10.1080/15239082.2021.1911111>

doi.org/10.1080/1523908X.2021.1901394

Wield, D. (2013). Bioeconomy and the global economy: Industrial policies and bio-innovation. *Technology Analysis & Strategic Management*, 25(10), 1209-1221.
<https://doi.org/10.1080/09537325.2013.843664>

Nota técnica (inglés)

Biofuels Lines of debate around the production of agrofuels worldwide

Los biocombustibles
Líneas de debate en torno a la producción
de los agrocombustibles a nivel mundial



Dustin Tahisin Gómez Rodríguez¹

Fecha de recepción: 13 de mayo, 2021
Fecha de aprobación: 29 de junio, 2021

Vol.7 N° 2 Julio- diciembre 2021

Gómez, D. (2021). Biofuels. Lines of debate around the production of agrofuels worldwide. Revista e-Agronegocios, 7(2). <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/eagronegocios/article/view/5688>

 DOI: <https://doi.org/10.18845/ea.v7i2.5688>

¹Universidad Agustiniana, Bogotá, Colombia.
Correo: dustin.gomez@uniagustiniana.edu.co

 Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5359-2300>



Resumen

El objetivo general de la nota técnica es caracterizar las tendencias referentes a la producción de los biocombustibles a nivel mundial. La metodología es de corte cualitativo y el método es de revisión documental por matrices con una ventana de observación de la última década. Los principales resultados en referencia con las líneas de debate en torno a la producción de los agrocombustibles a nivel mundial son desde la legislación que sustenta el ambiente jurídico del comercio; en segundo lugar, los precios; en tercer lugar, el comercio; en cuarto lugar, la producción y por último el impacto de la producción en el medio ambiente. La principal conclusión, es que existe evidencia científica que establece las ventajas y las desventajas de la producción de biocombustibles tanto en lo económico, lo social, lo político como lo ambiental. Una forma como ha respondido la agroindustria de los biocombustibles es a través de la utilización de tecnologías para minimizar los efectos de la producción. Un ejemplo de ello son los biocombustibles de segunda generación. No obstante, todavía falta mucho para afirmar que son la mejor opción desde las dimensiones económicas, ambientales y sociales.

Palabras clave: agricultura, economía verde, petróleo, recursos energéticos.

Abstract

The overall objective of the note is to characterize trends in biofuel production worldwide. The methodology is qualitative, and the method is of documentary review by matrices with an observation window of the last decade. The main results in reference to the lines of discussion around the production of agrofuel worldwide are from the legislation underpinning the legal environment of trade; secondly, prices; third trade; fourthly production and finally the impact of production on the environment. The main conclusion is that there is scientific evidence that establishes the advantages and disadvantages of biofuel production both economically, socially, politically, and environmentally. One way the agribusiness of biofuels has responded to is through the use of technologies to minimize the effects of production. An example of this is second-generation biofuels. However, there is still a long way to go to say that they are the best choice from the economic, environmental, and social dimensions.

Key words: agriculture, green economy, oil, energy resources.

Introduction

The birth of biofuels goes hand in hand with the use of hydrocarbons in the 19th century. Precisely, the development of using vegetable oils as an energy source can be identified as early as 1895, when Mr. Diesel, who created the Diesel engine, intended his prototype to run on vegetable oils, such as those derived from peanuts. Similarly, Ford, with the Model T, was expected to use ethanol. Likewise, in the 1920s, the multinational Standard Oil used 25% corn-derived gasoline ethanol in the Baltimore area. However, the low gasoline prices at that time did not allow the proposal to be developed. Now, from the point of view of the first time it was used in public transport, it was in 1938 during the Second World War by both the Germans and the Belgians. However, with the oil crisis in the 1970s, the possibility of using biofuels was reopened due to the high prices of the commodity (Salinas and Gasca, 2009; Hernández and Hernández, 2008; Barrera et al., 2011).

Biofuels What are they?

Biofuels are all fuels that come from biomass. Biomass originates from the biological processes of plants, metabolic wastes, and newly living organisms. In other words, biomass comprises products derived from both animal and plant origin (Stachett et al., 2007; Serna, Barrera and Montiel, 2011). There are several types of biomass. For example, Primary Biomass refers to organic matter derived from plant biomass. Secondary Biomass, which is constituted by metabolic wastes such as fecal matter and meat from non-human animals. Tertiary Biomass, which is made up of the production of non-human animals that feed on Secondary Biomass. Natural Biomass is generated from wild ecosystems. Residual Biomass, as its name implies, includes residues derived from agricultural, forestry and human animal activities. Finally, Energy Crops, which can be categorized as any agricultural crop that provides biomass to generate biofuels (Salinas and Gasca, 2009; Rainforest Foundation Norway, 2020; Schmidhuber, 2006).

The general objective of this article is to characterize the trends in the production of biofuels worldwide. It begins with the introduction already presented and continues with the different types of biofuels. It continues with the lines of debate on the production of agrofuels worldwide. It continues with a brief discussion and ends with some small conclusions of the research exercise. The methodology is qualitative, and the method is a documentary review by matrices (Gómez et al., 2017a;2017b;2016) with a window of observation of the last decade before the pandemic, by virtue of the changes in the business and social fabric (Fedesarrollo, 2020a; 2020b).

Different types of biofuels

First Generation Biofuels (IG)

First Generation Biofuels -(IG) are those that are liquid. Among them are Bioalcohols, Biooils, and Biodiesel. Among their advantages, it can be identified that they are a strategy to "combat" climate change by being able to substitute part of the fossil fuels. Biofuels have no net impact on the amount of carbon dioxide in the atmosphere. Another advantage, and following Precision Agriculture, is that it could generate planting and harvesting cycles considering that resources are not exhausted or polluted and finally this kind of technology is much more adaptive than using hydrogen, for example. Without forgetting that blending ethanol with gasoline generates better combustion in engines, for example in the case of the E85 combination; however, the distance traveled is less per liter (Benavides, et al., 2007; De Paula and Cristian, 2009).

"Replacing a percentage, for example, of gasoline and diesel with biodiesel or bioethanol, is the easiest way to increase the availability of fuels in the transport sector (Camus and Laborda, 2006) and replace part of the fossil fuel energy in vehicles. However, the efficient use of the resources used in the biofuel production chain is an aspect that deserves as much attention as its own alternative development" (Yáñez et al., 2009, p.78).

Continuing with the disadvantages, another one is the so-called "food crisis". The use of biofuels greatly increases food prices. In anecdotal terms, filling the tank of a pickup truck with ethanol means the consumption of cereals of an average person in the U.S. Also, the consumption of fresh water is a disaster for generating biofuels, since if a car travels 20,000 km it would be equivalent to the consumption of 100 people in Europe and 500 people in Africa. Another disadvantage is that the production of biofuels requires high concentrations of agrochemicals, contributing to pollution. Not to mention the deforestation caused by the cultivation of biofuels, which is estimated to cause 18% of greenhouse gas emissions (Salinas and Gasca, 2009; Solano et al., 2008).

In other words, there is evidence that the concentration of biofuels production tends to be located mainly in territories with reiterative legal insecurity and little institutional framework (De Paula and Cristian, 2009), favoring the usurpation of possible economic and social benefits in groups outside the law. Examples of these can be found in Latin American countries such as Colombia and Mexico. The latter, taking as an example the constructions for the generation of biofuels that were carried out in Sinaloa in 2006, have increased the corn transport quota, generating an absurdity such as the importation of food to reduce prices, which has caused society as a whole to support an inefficient activity that is not profitable and is also exported (Chauvet and González, 2008). In Colombia, a symmetry is identified between the growth of oil palm monocultures that generate biofuels and the loss of farmers' land and violence (Gómez et al, 2020). Even if, the simulations that have been carried out in the territory of Colombia for the

production of biodiesel by means of oil palm using biocatalysts are the best option for production in terms of efficiency and effectiveness (Solano et al., 2008).

In Brazil, for example. It is presented that the high value of the oil received and the relatively low extraction method since the use of technology makes production unfeasible on average unless state subsidies are used (Stachett et al., 2007). Agricultural subsidies granted in the U.S. for biofuel development do not reduce fiscal costs as the literature on ethanol policy claims. On the contrary, it increases food prices (Gorter and Just, 2010).

Each of the biofuels is described below:

Biodiesel

Biodiesel is a liquid fuel that substitutes a part of diesel by means of different vegetable oils and oleaginous crops such as oil palm, soybean, rapeseed, sunflower, and Jatropha. Moreover, it could be stated that there are more than 300 plant species that could be used as a substitute for diesel (Aimaretti et al., 2008; National Biodiesel Board, 2007).

Bioalcohols

Bioalcohols are of organic origin and are divided into ethanol and methanol. Ethanol, according to its chemical composition and productivity studies, is the most widely used and is called bioethanol. The raw material of ethanol is wide, it can be derived from wheat, corn, barley, sweet potato, potatoes, sweet potato, agricultural residues, wood, sugar beet, sorghum, molasses, etc. In general terms, this raw material is transformed into sugar, from which alcoholic fermentation takes place. The blends can range from E5 to E95 for the use of this biofuel (Recompensa et al., 2008; IEA, 2004; Agarwal, 2006).

Bio-oils

Bio-oils are the result of oleaginous plants such as vegetable oils, specifically cooking oil. One advantage of this biofuel is that it does not release harmful pollutants such as sulfur dioxide into the atmosphere (Salinas and Gasca, 2009).

Second Generation Biofuels (2G)

Second Generation Biofuels (2G) have two different characteristics than First Generation Biofuels. The first is that they are produced by means of technological innovations that are more "responsible" with the environment and the second is that the biomass obtained from plants is not intended for food. Hence, one of the great advantages is that by having a greater variety of raw materials that are not edible, it does not com-

pete with hectares that are predisposed for food. Likewise, plantations to obtain these biofuels can be harvested in non-agricultural areas such as cattle ranches, which can diversify the use of forests as an incentive for forestry and reduce deforestation (Stachett et al., 2007; De Souza et al., 2009).

Third and Fourth Generation (3G y 4G)

Third Generation biofuels are also those derived from "energy crops". They are non-food plants that reflect rapid growth with high energy density. Examples are green algae, perennial grasses, trees, and plants exhibiting rapid growth. These are still in the development phase, although it has been possible to generate biodiesel and ethanol in pilot plants. However, they have disadvantages, since they are developed on cropland, except for green algae. The advantages are that they are carbon dioxide (CO₂) sequestrators. Anyway, Fourth Generation Biofuels are derived from genetically modified bacteria, which use carbon dioxide (CO₂) or another carbon source, as the case may be. Their distinctive feature in comparison with the other generations of biofuels is that the bacteria are the ones that carry out the biofuels process. Also, this Fourth Generation, like the Third Generation, is under development (Álvarez, 2009 Ritter, 2007).

Methodology

The methodology is qualitative, and the method is a documentary review by matrices (Gómez et al., 2017a; 2017b; 2016) with a window of observation of the last decade before the pandemic by virtue of the changes that emerged in the business and social fabric (Fedesarrollo, 2020a; 2020b).

The documentary review was based on a matrix. In which the objective of the article or document consulted was identified, followed by the methodology and the cut used, followed by the results of the writing, the author's conclusions, and the reader's synthesis. With this, it was possible to identify the divergences as well as the convergences of the authors and consequently the general objective of the article (Paramo, 2008). Similarly, in order to answer the problem question, which was: What are the lines of debate on the production of biofuels at world level in the last decade?

Results

Lines of debate on the production of agrofuels at a global level.

After having presented what biofuels are, the different generations of this product and their advantages and disadvantages, the following are the current lines of debate on biofuels at the international and national level.

Legislation

Since the 2000s, the biofuels market has been supported worldwide on average by the governments of the producing countries. In the U.S. they have an Energy Independence and Security Act that was enacted in 2007. The EISA Act that establishes the regulations that require biofuels to achieve a share of at least 20% to 50% GHG reduction as the standards of biodiesel as cellulose. There is also the 2017 final regulation of the United States Environmental Protection Agency-EPA that set the requirement regarding the volume of Biodiesel from 2018. For the European Union EU, the legal framework is set by the Renewable Energy Directive (RED) of 2009. It states that biofuels must be used beyond 10% of total transport fuel use from 2020. In China, it is estimated that the government generated mandatory standards for the development of biofuel-based transport fleets. India's standard is that at least 10% ethanol must be used. In Thailand, goals have been established until 2036 in which the use of ethanol and biodiesel should be 4.1 billion liters and 5.1 Mml. Brazil has standards that biofuel derivatives such as Gasohol must be used. A fusion between gasoline and Anhydrous Ethanol with Hydrated Ethanol. The mandatory biodiesel standard is 10% and must be met by 2020, ending with Colombia where it is assumed that since 2016 the State meets a standard of 9% ethanol. However, they estimate that by 2026 it will only reach 7% (FAO, 2017; OECD and FAO, 2017; 2016; Official Journal of the European Union, 2009).

Prices

In nominal terms, it is expected that after 2020 ethanol will grow by 3% and biodiesel by 11%. From the point of view of real prices, it is estimated that the price of ethanol will remain stable and that of biodiesel will fall accordingly, assuming that by this time demand will fall both in the USA and the European Union (EUROPEAN COMMISSION, 2016; Faaij, 2010).

Trade

Estimates on global ethanol trade for example remain constant and are expected to exhibit 5% globally. Likewise, following with prices, it is projected that after 2020 and after 2028 it will fall back to 7.9 Mml in production. However, for the EU it will grow by 0.5Mml since 2016 and by 2020 it is projected to drop by 0.7Mml. In addition, countries such as Canada and Japan are expected to reduce their imports, as they are expected to use less transportation fuels. For the USA, the estimate of being a net exporter of ethanol is maintained while in Brazil it will remain constant as it is expected to be more for domestic consumption (OECD & FAO, 2017; 2016; 2014; Furtado, 2009; FAO, 2010).

Production

By 2026, global biodiesel production is estimated at 40.5Mml which is equivalent in

percentage terms to a 12% increase over 2016. Similarly, vegetable oil is the preferred feedstock for production. Estimating that both US and EU will generate production also through waste oil and tallow oil. Likewise, the USA will keep its production stable at around 7.4 Mml, which is related to its use and its legal framework. On the other hand, Argentina increases its production from 3.1 Mml in 2016 to 3.7 Mml in 2020 and is expected to reduce in 2026 to 2.9 Mml. Brazil, Thailand, and Indonesia will contribute to the total world market with 36% biodiesel. Indonesia estimates that by 2026 it will be 4.4 Mml, as will Malaysia and the Philippines, although the latter will be mainly for domestic consumption. Finally, Colombia shows a miniscule increase since 2006 compared to the producers described above. However, the Colombian domestic market has a deficit of at least 61%, although as time goes by it is the first exporter in Latin America and fourth worldwide of oil palm derivatives. Without forgetting the leadership of large producers such as Malaysia and Indonesia (Vásquez, De la Cruz & Coello, 2016 Delgado, Salgado and Pérez, 2015; OECD and FAO, 2017; 2016; 2015).

Repercussions in terms of the environmental dimension

In environmental terms, biofuels, as mentioned above, reduce greenhouse gases (GHG). Not to mention, a much higher energy balance than petroleum-derived fuels, assuming that they are obtained under sustainability certification systems. However, this also permeates barriers as it raises costs when obtaining such certification (OECD and FAO, 2016; 2015; 2014). Such as (Rajagopal and Zilberman; 2007; Kammen, 2006), argue that biofuel production is based on renewable resources that can reduce carbon emission. If forgetting and generalizing the indirect injuries of carbon emission such as agriculture in general and its processing (Vásquez et al., 2016).

However, studies by (Solange and Martinelli, 2008; Gerlad and Robertson, 2008) on sugarcane biomass indicate that biofuel production contributes to soil damage, that burning sugarcane heats and removes density and erodes soils. Likewise, leaving soils exposed decreases water infiltration, which further affects erosion density. In the same sense, the same authors indicate that burning has harmful effects on the air, since it dissolves carcinogenic substances that cause damage to health, which inevitably increases the costs of governments and individuals in weighing health contingencies. These particles also reach water sources as sediments, pesticide residues and heavy metals are spread in the ecosystem.

"With a focus on biofuels, it has been claimed that carbon debts caused by deforestation are eventually offset by carbon savings from the production of biodiesel from oil palm, rather than diesel produced from petroleum. However, the time required for offsetting depends largely on the previous land use. It is about 86 years when oil palm replaces tropical rainforests and up to 840 years when deforested and drained peat (Fargione et al., 2008), therefore, relative to emissions caused by fossil fuels, biodiesel production from oil palm actually increases net CO₂ emissions for decades or even

centuries (Qaim, Sibhatu, Hermanto & Grass, 2020, p.55).

By the way, Gerald, and Robertson (2008) argue that increased production of biofuels inevitably leads to problems in land use and land vocation. First, because more inputs will be demanded, so that the agricultural goods used will increase their prices, encouraging greater use of soil and change of other crops. Secondly, as more soil is needed for production, more fertilizers are also needed, contributing to the generation of greenhouse gases and greater exploitation of water sources. Finally, the contributions of Venghaus and Selbmann (2014) who analyzed the socioeconomic and socio-environmental effects generated by large-scale production of biofuels and synthesized that biofuel production would meet the growing world demand without generating negative impacts on both the production of agricultural products and land use, especially in societies where subsistence agriculture persists, for example, Colombia. Although they also proclaim that biofuels if effectively produced could be considered positive if they go hand in hand with social justice of the territory and territoriality (Vásquez et al., 2016; Hill, Nelson et al., 2006).

"Due to the nature of bioenergy, developments in this sector are closely related to food security. Moreover, as demand increases, agriculture also has to increase food production due to economic and population growth" (Faaij, 2010, p.76).

Discussion

Biofuels are a possible response of orthodox economics to the problems of the 21st century in relation to the negative effects of the use of fossil fuels as energy to lubricate the capitalist socioeconomic system. Therefore, this article agrees with the postulates of (Gómez, 2021; Correa, 2017; Neumayer, 1999; Trigo et al., 2013) when these relate biofuels with weak sustainability and especially when they identify them as results of the Bioeconomy. Both from the postulates of New Economy and Environmental Economics. Both are anchored in the paradigm of modernity, in Kuhn's terms, which argue that manufactured capital can supply the ecosystem services of natural capital.

In addition, "the object of sustainability science is the socio-ecological resilience of systems" (Salas, 2012, p.63). Indeed, the results of the trends on biofuels emphasize that the dynamics of biofuels are in accordance with the predictions of continuing with the economic cycles of the orthodox economy and not necessarily with the resilience of the systems from the strong sustainability, much less with the social ones. Since it is intended through technology in the case of second-generation biofuels to use them as an answer to supply the energy needs having as a path the classical economy that does not conceive in its category and as concepts to nature as a living and dynamic being but as a given input (Aguilera et al., 2020; Zarta, 2018; Maldonado, 2018).

"A bioeconomy-based economic growth strategy is one in which biodiversity and residual biomass are efficiently and sustainably managed to generate new products, processes and value-added services, based on knowledge and innovation, that leverage growth, development and progress in Colombia's regions" (EAFIT et al., 2018, p.12).

Therefore, biofuels, having a strong political and economic lobby at the global level, have positioned themselves and continue to be a possible answer to the incessant energy needs of the capitalist machinery, taking weak sustainability as a path. Indeed, multilateral entities such as the Inter-American Development Bank -IDB, the United Nations Organization -UN, the Organization for Economic Cooperation and Development -OECD, among others, in their lines of argument support this strategy (OECD 2020; 2019; Henry et al., 2017; UN, 2015) to the detriment of other possible energies that are in tune with the territories such as territorialities since they are the hegemonic discourse that demerits strong sustainability.

Conclusions

Biofuels are a bioeconomic strategy that seeks to guarantee the scaffolding of growth and economic development from the conventional economy. Evidently, the non-renewable resource of oil in full reduction has generated strategies of economic agents worldwide, supported on average by governmental and intergovernmental entities to maintain world production. One of these strategies is the use of biofuels.

The neoliberal discourse of the free market is synchronized with non-renewable energy sources and, by virtue of the fact that they can be easily controlled. However, this is especially true in countries with strong property rights such as the European Union, some English-speaking countries, Japan, etc. On the other hand, in countries that present institutional precariousness regarding minerals and these new energy sources, such as biofuel exporters on average, there is little technology to develop them, violence by illegal or legal groups against the population and above all a great dependence on the former to export them under their conditions and with gradual detriment to the territories and territorialities, without forgetting the impacts on the environment, which has very little of a sustainable nature.

There is scientific evidence that establishes the advantages and disadvantages of the production of biofuels. Indeed, there are both positive and negative features, economically, socially, politically, and environmentally. One way in which the biofuel agribusiness has responded is through the use of technologies to minimize the effects of production. An example of this is second-generation biofuels. However, there is still a long way to go before we can say that biofuels are the best option for energy use after the disappearance of oil.

Literature cited

- Álvarez, C. (2009). Biocombustibles: Desarrollo histórico -tecnológico, mercados actuales y comercio internacional. *Economía informal*, (359),63-89.
- Aimaretti, N., Intilángo, L., Clementz, A., & Yori, C. (2008). Aprovechamiento de la glicerina obtenida durante la producción de biodiesel. *Revista Invenio*, 11(020), 137-144.
- Agarwal, A. K. (2006). Biofuels (alcohols and biodiesel) applications as fuels for internal combustion engines. *Progress in Energy and Combustion Science*, 33: 233–271.
- Aguilera, M., Rincón, M. & Gómez, D. (2020). Bioeconomía, una alternativa de investigación en administración y afines. En M. Aguilera-Prado y M. Rincón-Moreno (eds.). *Temas y métodos de investigación en negocios, administración, mercadeo y contaduría* (pp. 193-218). Bogotá: Editorial Uniagustiniana. Doi: <https://doi.org/10.28970/9789585498426.06>
- Barrera, L., Montiel, H., & Serna, S. (2011). Impacto social y económico en el uso de biocombustibles. *Journal of Technology Management & Innovation*, 6(1), 100-114.
- Benavides, A., Benjumea, P., & Pashova, V. (2007). El biodiesel de aceite de higuerilla como combustible alternativo para motores Diesel. *Revista Dyna*, 74(153),141-150.
- Chauvet, M. & González, R. (2008). Biocombustibles y cultivos biofarmacéuticos: ¿oportunidades o amenazas? *Revista El Cotidiano*, 23(147), 51-61.
- Delgado, J., Salgado, J., & Pérez, R. (2015). Perspectivas de los biocombustibles en Colombia. *Revista Ingenierías*. 14: (27) ,13-28
- De Paula, G., & Cristian, L. (2009). Inseguridad energética y gestión de recursos naturales estratégicos: análisis de la política de biocombustibles en Argentina en el contexto global. *Revista UNISCI Discussion*,1(20), 60-77.
- De Souza, P., Sin, A., Nigro, F. & Lima, C. (2009). Exogenous Factors in the Development of Flexible Fuel Cars as a Local Dominant Technology. *Journal of Technology management y innovation*, 4(4), 110-119.
- EAFIT, Corporación Biontropic, SILO, UMedellín, CUL, BID y DNP. (2018). Estudio

sobre la Bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia-Fase II. EAFIT. Obtenido en: <https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/ejes-tematicos/Bioeconomia/Informe%202/1%20Documento%20Principal%20Bioeconomia%20fase%20II.pdf>

EPA. United States Environmental Protection Agency. EPA. Obtenido en: <https://www.epa.gov/renewable-fuel-standard-program>

EUROPEAN COMMISSION (2016). Directive of the European parliament and of the council on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast). EC. Obtenido en: <https://eurlex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=CELEX:52016PC0767R%2801%29>

Faaij, A. (2010). Perspectivas para la producción sostenible de biocombustibles: recursos, tecnologías y sistemas de energía. *Revista Palmas*, 31(especial), 73-93.

FAO (2010). An Economic Assessment of Alternative Production Pathways for Peruvian Biofuels Production. BEFS/FAO.

Fedesarrollo (2020^a). Impacto de los aislamientos obligatorios por covid19 sobre la pobreza total y extrema en Colombia. Fedesarrollo. Obtenido en: https://www.fedesarrollo.org.co/sites/default/files/DocumentosTrabajo/impacto_de_los_aislamientos_obligatorios_.pdf

Fedesarrollo (2020b). Impacto en el mercado laboral de las medidas de aislamiento para combatir el COVID-19. Fedesarrollo. Obtenido en: https://www.fedesarrollo.org.co/sites/default/files/DocumentosTrabajo/impacto_del_covid_sobre_el_empleo_cf.pdf

Furtado, A. (2009). Biocombustibles y Comercio Internacional: Una Perspectiva Latinoamericana. Documento de Proyecto N° 247. CEPAL.

Hill, J; Nelson, E; Tilman, D; Polasky, S; & Tiffany, D. (2006). Environmental, economic, and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Obtenido en: <http://www.pnas.org/cgi/reprint/103/30/11206>

Henry, G., Hudson, E., Aramendis, R., Trigo, E., & Rankin, S. (2017). La bioeconomía: motor de desarrollo integral para Colombia. Cirad-CIAT-European Commission. Obtenido en: https://agritrop.cirad.fr/589173/1/La_bioeconom%C3%ADa_

motor_de_desarrollo_integral_para_Colombia.pdf

- Hernández, M., & Hernández, J. (2008). Verdades y mitos de los biocombustibles. *Elementos* 71, 15-18.
- Gerald, N., & Robertson, R., (2008). Green Gold or Green Wash: Environmental Consequences of Biofuels in the Developing World. *Review of Agricultural Economics*, 30(3), 517-529.
- Gómez, D. (2021). Sostenibilidad. Apuntes sobre sostenibilidad fuerte y débil, capital manufacturado y natural. *Inclusión & Desarrollo*, 8 (1), 131-143
- Gómez, D., Téllez, C. & Velasco, N. (2020). The theory of social representations: possibilities in the municipality of Aracataca, Magdalena, Colombia. *Religación. Revista De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 5(24), 92-102. <https://doi.org/10.46652/rgn.v5i24.652>
- Gómez, D., Pérez, E. & Rojas, W. (2017). El Bidesarrollo como ruptura de la categoría desarrollo. *Revista Ciencias económicas*. 75-87.
- Gómez, D., Ramos, C., & Carranza, Y. (2017). Aportes de negociadores internacionales para el crecimiento, la innovación, el emprendimiento y la competitividad de las empresas colombianas. *FACCEA*, 7(2), 157-164.
- Gómez, D., Carranza, Y., & Camilo, R. (2016). Revisión documental, una herramienta para el mejoramiento de las competencias de lectura y escritura en estudiantes universitarios. *Chakiñan* (1), 46-56.
- Gorter, G. & Just, D. (2010). The Social Costs and Benefits of Biofuels: The Intersection of Environmental, Energy and Agricultural Policy. *Applied Economic Perspectives and Polic*, 32(1), 4–32.
- International Energy Agency (IEA). 2004. Biofuels for Transport - An international perspective. IEA. Obtenido en: www.iea.org
- Maldonado, C. (2018). Bioeconomía, Bidesarrollo y civilización. Un mapa de problemas y soluciones. En *Epistemologías del Sur para germinar alternativas al desarrollo. Debate entre Enrique Leff, Carlos Maldonado y Horacio Machado*. Bogotá: Editorial Universidad del Rosario. 57-81
- Neumayer, E. (1999). *Weak versus strong sustainability*. London, Ed Ward Elgars

Publisher.

OECD (2020). How's Life? 2020: Measuring Well-being, OECD Publishing, Paris. OECD. Obtenido en: <https://doi.org/10.1787/9870c393>

OECD (2019). Measuring Distance to the SDG Targets 2019: An Assessment of Where OECD Countries Stand. OECD. Obtenido en: <https://doi.org/10.1787/a8caf3fa>

ONU, (2020). The Sustainable Development Goals Report 2020. ONU. Obtenido en: <https://uns-tats.un.org/sdgs/report/2020/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2020.pdf>

OCDE & FAO (2017). Biocombustibles. OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2017-2026, OECD Publishing, París. DOI: http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2017-13-es

OCDE & FAO (2016). OCDE-FAO Agricultural Outlook 2016-2025, OECD Publishing, Paris. Obtenido en http://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/oecd-fao-agriculturaloutlook_19991142

OCDE y FAO (2015). OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2015-2024, OECD Publishing, Paris. OCDE & FAO. Obtenido en: http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2015-es. Gerencia de Políticas y Análisis Económico – Osinergmin 96

OCDE & FAO (2014). OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2014-2023, OECD Publishing, Paris. Obtenido en: http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2014-es.

Official Journal of the European Union (2009). Directive 2009/28/ec of the european parliament and of the council of 23 April 2009. OJEU. Obtenido en: <https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:EN:PDF>

Qaim, M., Sibhatu, T., Hermanto, S., & Grass, I. (2020). Consecuencias ambientales, económicas y sociales del auge de la palma de aceite (Traductor Arenas, C.). *Palmas*, 41(2), 48-78

Rajcaniova, M., Drabik, D., & Pavel C. (2014). How policies affect international biofuel price linkages. *Energy Policy*, 59, 857-865.

- Rainforest Foundation Norway. (2020). Biocombustibles: más leña al fuego. repercusiones del incremento de la demanda de aceite de palma y soja a través de la política de biocombustibles. Rainforest Foundation Norway. RFN. Obtenido en: <https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/2020/03/informe-biocombustibles-rf.pdf>
- Recompensa, L., Días, D., Zabala, A., y Ramos, P. (2008). Biocombustibles: ¿Una estrategia de desarrollo o de mercado lucrativo sostenible? Polis, Universidad Bolivariana, 021, 1-17.
- Ritter, S. (2007). Biofuel Bonanza. Chemical & Engineering News, 85 (26).
- Salinas, E., y Gasca, V. (2009). Los biocombustibles. El Cotidiano. (157), 75-82.
- Schmidhuber, J. (2006). Impact of an increased biomass use on agricultural markets, prices, and food security: A longer-term perspective Global Perspective Studies Unit of fao. This paper for the International symposium of Notre Europe. 27-29.
- Serna, F., Barrera, L., & Montiel, H. (2011). Impacto Social y Económico en el Uso de Biocombustibles. Journal of Technology Management & Innovation.6(1), 100-114.
- Solano, P., Moncada, J., Cardona, C., & Simón, O. (2008). Modelamiento y simulación de un biorreactor de membrana para obtención de biodiesel. Revista Interciencia, 44(151), 84-92.
- Solange, F., & Martinelli, L. (2008). Expansion of Sugarcane Ethanol Production in Brasil: Environmental and Social Challenges. Ecological Applications, 18(4), 885-889.
- Stachett, G., Rodrigues, Aparecida, I., Buschinelli, C., & Ligo, M. (2007). Socio-environmental al impact of biodiesel production in Brasil. Journal of Technology management y innovation, 2(2), 46-66.
- Trigo, E. J., Henry, G., Sanders, J., Schurr, U., Ingelbrecht, I., Revel, C., Santana, C. & Rocha P. (2013). Bioeconomy Working Paper No. 2013-01. Obtenido en: https://www.researchga-te.net/publication/273761114_Towards_bio-economy_development_in_Latin_America_and_the_Caribbean
- Vásquez, A., De la Cruz, R., & Coello, F. (2016). Los Biocombustibles: Desarrollos recientes y tendencias internacionales. Documento de Trabajo No 36,

Gerencia de Políticas y Análisis Económico – Osinergmin, Perú. Obtenido en: https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Documentos_de_Trabajo/Documento-Trabajo-36.pdf

Venghaus, S., & Kirsten Se. (2014). Biofuel as social fuel: ¿Introducing socioenvironmental services as a means to reduce global inequity? *Ecological Economics*, 97, 84- 92.

Yáñez A., Escobar, J., Lora, E., Venturini, O., Castillo M., & Almazán, O. (2009). Biocombustibles, medio ambiente, tecnología y seguridad alimentaria. *Revista Palmas*, 30(1), 71-91.

Zarta, P. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula Rasa*, (28), 409-423. Doi: <https://doi.org/10.25058/20112742.n28.18>

Resumen

La presente investigación, tiene como objetivo evaluar el comportamiento del nivel de incidencia de cuatro problemas fitosanitarios *Phytophthora infestans*, *Alternaria solani*, *Phthorimaea operculella* y nematodos, ante el combate químico que realiza un productor de papa (*Solanum tuberosum*) en una finca productora de papa del sector de Tierra Blanca de Cartago; así como la influencia que tiene el combate de problemas fitosanitarios en el costo productivo. Se realizó una investigación del alcance descriptivo y de campo, donde se midió semanalmente durante el ciclo productivo de la papa la cantidad de plantas sanas y las plantas con síntomas de presencia de *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani*, cantidad de individuos capturados de *Phthorimaea operculella*. Además, se realizaron en semana 0, 10 y 15 del ciclo un diagnóstico de nematodos en suelo, para evaluar el comportamiento poblacional durante el ciclo productivo. Se registraron los tipos de agroquímicos, su concentración y cantidad aplicada en el cultivo, la frecuencia en que se realizaron las aplicaciones y el costo asociado a estas aplicaciones. Los resultados principales obtenidos fueron que establecer el cultivo en época seca favorece a disminuir el nivel de incidencia de las enfermedades fúngicas, pero aumenta la incidencia de *Phthorimaea operculella*; la utilización racional de insecticidas a base de Benzoato de emamectina, Dimetoato, entre otros; determinan una acción curativa rápida y confiable cuando el nivel de incidencia supera el umbral de daño económico. La aplicación de insumos a base de Etoprofos (0-etil-S-S-dipropilfosforoditioato) en la etapa de siembra redujo las poblaciones iniciales de *Criconemella* sp, *Pratylenchus* sp y *Globodera* spp en un 78%, 25% y 86% respectivamente. El combate de los problemas fitosanitarios corresponde a un 15% del costo total productivo del cultivo de la papa.

Palabras clave: Nivel de incidencia, Combate fitosanitario, Costos productivos, umbral de acción.

Abstract

The objective of this research is to evaluate the behavior of the incidence level of four phytosanitary problems *Phytophthora infestans*, *Alternaria solani*, *Phthorimaea operculella* and nematodes, in the face of chemical combat carried out by a potato producer (*Solanum tuberosum*) from the Tierra Blanca sector of Cartago; as well as the influence that the combat of phytosanitary problems has on the productive cost. A descriptive and field investigation was carried out, where the quantity of healthy plants and plants with symptoms of *Phytophthora infestans* and *Alternaria solani* was measured weekly throughout the potato production cycle; and the number of captured individuals of *Phthorimaea operculella*. In addition, in week 0, 10 and 15 of the cycle, a diagnosis of nematodes in the soil was carried out, to evaluate the population behavior during the production cycle. In addition, the types of agrochemicals, their concentration and quantity applied in the crop, the frequency in which the applications were carried out and the cost associated with these applications were recorded. The main results were that establishing the crop in the dry season favors a decrease in the incidence level of fungal diseases but increases the incidence of *Phthorimaea operculella*; the rational use of insecticides based on emamectina benzoate, Dimethoate, among others; determine a fast and reliable healing action when the incidence level exceeds the economic damage threshold. The application of inputs based on Etoprofos (0-ethyl-S-S-dipropylphosphorodithioate) in the sowing stage reduced the initial populations of *Criconemella* sp, *Pratylenchus* sp and *Globodera* spp by 78%, 25% and 86% respectively. The combat of phytosanitary problems corresponds to 15% of the total productive cost of potato cultivation.

Key words: Level of incidence, Phytosanitary combat, Productive costs, damage threshold.

Introducción

La papa es un producto de importancia por su concentración de carbohidratos, proteínas, vitaminas y minerales. El cultivo tiene facilidades de adaptarse a diferentes condiciones ambientales, favoreciendo al desarrollo y economía de diferentes regiones del mundo, por lo que el International Potato Center (2016) menciona que la papa es el tercer cultivo alimenticio más importante del mundo, en términos de consumo humano después del arroz y el trigo.

En Costa Rica la producción de papa es de suma importancia para los costarricenses, pues es componente principal de la dieta alimenticia, con un consumo per cápita de 14.7 kg al año. La principal zona productiva del cultivo de papa en Costa Rica se encuentran en la provincia de Cartago, que contribuye con el 75% de la producción nacional y con el 68.3% del consumo nacional de papa fresca (Caravaca, 2019).

Algunas comunidades, como Tierra Blanca de Cartago, se ha desarrollado económicamente en torno a este cultivo, principalmente por condiciones favorables del clima que permite mejores rendimientos en la producción. Pero, en los últimos años los productores han perdido competitividad en el mercado nacional, principalmente por los altos costos de producción que manejan.

González (2019) indicó que los productores encarecen el producto final por la falta de criterio sobre la aplicación de insumos principalmente en el combate de problemas fitosanitarios, ya que muchos se basan por manejo cultural y no por un análisis científico que les indique el momento en que el cultivo requiere de insumos para combatir los problemas fitosanitarios. Además, con el pasar del tiempo, los agentes patológicos crean resistencia a ciertos insumos, pero los productores realizan la misma aplicación sin examinar la eficiencia de las aplicaciones con la reducción del nivel de incidencia de los problemas fitosanitarios. Según Avilés y Piedra el costo productivo en Costa Rica ronda los \$8 000 USD por hectárea, donde el 13% corresponde al costo por compra de insumos, sin agregar el costo de mano de obra y costos indirectos asociados a la aplicación de los insumos.

La presente investigación pretende brindarles a los productores de la zona de Tierra Blanca de Cartago, un proceso de análisis para determinar el momento indicado del ciclo productivo, en que se debe variar la frecuencia y concentraciones de insumos; según las variables ambientales y del nivel de afectación fitosanitaria que presenta el cultivo. Además, conocer porcentaje correspondiente que incurre el combate fitosanitario en los costos productivos.

Referente teórico

Generalidades del cultivo

Harris (1992), indicaron que el cultivo de la papa se origina en Suramérica, principalmente los arqueólogos determinan que en zonas de la cordillera de los Andes, entre Perú y Bolivia. También deducen que fue domesticado y distribuido por las culturas autóctonas como los Incas, Moches y Chimú que lo distribuyeron a todo su imperio y por el comercio pudo llegar a regiones en el norte como México y Centroamérica (pág. 11). La papa pertenece a la familia Solanáceas, de la cual también pertenecen, el tomate, el chile dulce, la berenjena y otros cultivares más. Forma parte del género Solanum, que abarca muchas especies cultivadas y no cultivadas (CONABIO, 2010).

Morales, Flores y Serrano (2007), en su ficha técnica del cultivo de la papa, mencionaron que las variedades de consumo tienen la pulpa blanca formada por células pequeñas, son utilizadas tanto en la alimentación humana como en la de algunos animales domésticos, también se emplean para la extracción de fécula, como las variedades Granola y Floresta.

El ciclo fenológico del cultivo de papa se puede dividir en cuatro fases, iniciando en la fase de emergencia o brotación, floración o desarrollo vegetativo; la fase de maduración y cosecha. La duración del ciclo fenológico está determinada por la variedad y las condiciones agroclimáticas de cada una de las regiones productiva (Vignola, Watier, Vargas y Morales, 2017).

En Costa Rica, la siembra se realiza principalmente en surcos, los cuales se trazan con labranza animal tomando en cuenta el contorno del terreno, el trazado de líneas de conservación de suelos que, de no tener codal o clinómetro, son realizadas empíricamente por productor, lo cual a veces redundante en problemas conservación del suelo. La distancia entre cada surco es de 70 centímetros a 1 metro y la distancia de las plantas en los surcos, entre 15 a 30 centímetros de acuerdo con el tamaño de la semilla y la variedad (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2007).

El combate de malezas por lo general no se realiza control químico, las labores como la aporca y la buena preparación del terreno contribuyen a disminuir este problema. Sin embargo, puede realizarse un combate de malezas con herbicidas en dosis recomendadas por un técnico o ingeniero agrónomo. También puede realizarse un combate químico post emergente cuando se efectúe la aporca (Jiménez, 2009).

La aporca se realiza entre los 50 y 60 días de la siembra, con medios de tracción animal principalmente, consiste en levantar los lomillos hechos en la siembra entre 30 y 35 centímetros sobre el nivel del suelo para evitar en lo posible daños de la polilla. En este momento se aprovecha para realizar la segunda aplicación de abono de fórmula

completa (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2007).

Para el manejo integrado de enfermedades es importante conocer el umbral de acción necesario para realizar las aplicaciones de insumos fitosanitarios, el umbral de acción se define como “la densidad de la población (enfermedad o plaga) en la cual debe realizarse una acción de control para impedir que se alcance el nivel de daño económico perjudicando la rentabilidad de la producción” (CASAFE, 2016).

Una vez cumplido el ciclo vegetativo de la papa (depende de la variedad y altura de siembra), se procede a su recolección, cuando se presentan una serie de características como el amarillamiento y la muerte del follaje. Según datos del International Potato Center (2016), cada planta puede producir como máximo 20 papas. No obstante, lo habitual es que el número sea menor, generalmente entre 8 y 15. Para facilitar su recolección se puede realizar una defoliación utilizando un producto químico (herbicida) como el paraquat. La cosecha puede realizarse mecánica o manual, en nuestro país casi toda se realiza manual (Jiménez, 2009).

La ficha técnica de la papa, según el SIMM (2009), nos describe las enfermedades y plagas más comunes en el cultivo de papa son:

Tizón tardío (*Phytophthora infestans*): Pérez y Forbes (2011), describieron que los síntomas se presentan en las hojas con manchas necróticas de color marrón claro a oscuro, en el tallo manchas alargadas que los hacen quebradizos y en los tubérculos presencia de manchas irregulares de color marrón rojizo y de apariencia húmeda en la superficie de los tubérculos. Los autores añaden que las condiciones favorables para la propagación de la enfermedad son en los días templados (temperaturas entre 15 – 21°C y alta humedad relativa mayor de 90%), siembras de papa durante todo el año, por lo que las esporas de la plaga están siempre presentes.

Tizón temprano (*Alternaria solani*): Acuña y Sandoval (2017), diagnosticaron que los síntomas se encuentran presentes en las hojas con manchas circulares de color café, rodeadas por un halo clorótico que no sobrepasa las nervaduras de las hojas. En casos severos esta enfermedad puede generar enroscamiento de hojas, necrosis y defoliación; pero si las condiciones ambientales son de alta humedad, las hojas se secarán permaneciendo unidas a los tallos. En los tallos se presentan características muy similares a las mencionadas en hojas pero en menor grado, se forman manchas necróticas marcadas internamente por series de anillos concéntricos. En los tubérculos las lesiones son de color oscuro y se distribuyen de forma irregular sobre la superficie, proyectándose hacia el interior con una apariencia seca y dura.

Los inóculos de *Alternaria solani* y *Phytophthora infestans* suelen transportarse por viento, lluvia y restos de plantas, suelo y tubérculos infectados, coloniza e infecta las hojas inferiores de la planta, ocasionando la liberación y dispersión de más esporas ha-

cia tejido sano, cuando las condiciones ambientales son favorables, conllevando a un aumento progresivo de la infección (Acuña y Cádiz, 2011).

Polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*): De la familia de los Gelenchiidae, es de origen americano y se encuentra extendido por todo el mundo. Acuña y Castro (2015), aluden que el ciclo biológico de la polilla se caracteriza por el depósito de los huevos en los diferentes órganos de la planta, lo que al eclosionar y desarrollarse, la larva de este insecto se alimenta de distintos órganos de la planta. Aquí se distinguen dos fases principales de ataque de larvas. En el primero, ésta actúa como minadora de hojas, generando galerías en éstas y desencadenando daños, principalmente en tallos y brotes. En una segunda fase, las larvas dañan con mayor intensidad a los tubérculos, ya que las larvas de 1 centímetro y color amarillo sucio entran en hojas o tubérculos, donde excavan galerías, inutilizando las papas para el consumo.

Los muestreos se hacen semanalmente, sobre todo después de la aporca, cuando empieza el período crítico del daño de polilla. El umbral de acción para esta plaga es de 60-100 adultos por trampa por semana. En zonas donde se sabe que las poblaciones de polillas son muy altas se toma un promedio de 60 polillas por trampa por hectárea (Avilés y Piedra, 2017).

Nemátodos: Los nematodos son animales microscópicos no segmentados que constituyen el grupo más abundante de animales multicelulares en la tierra, ocupando la mayoría de los hábitats. Existen nemátodos bacterívoros, fungívoros, predadores de otros nemátodos, parásitos de insectos y herbívoros o parásitos de plantas. Presentan seis etapas en su ciclo de vida: huevo, cuatro estadios juveniles y adultos. (Talavera, 2003)

Núñez (2017), comentó que para el cultivo de la papa (*S. tuberosum*), es sensible a 68 especies de nematodos fitoparásitos de los cuales se pueden encontrar por su mayor grado de daño económico debido a que los endoparásitos se alimentan penetrando la raíz y tienen presencia en el trópico a *Globodera* spp, *Pratylenchus* spp.

Globodera (*Globodera* spp): Cid del Prado (2015), expone las dos especies del nematodo formador de quiste en las raíces de la papa: *G. rostochiensis* conocido como el nematodo dorado de la papa y *G. pallida* cuyas hembras son blancas o cremosas; ambas especies tienen como hospedante preferencial a la papa. A bajas densidades poblacionales, las plantas y tubérculos que se producen son de tamaño pequeño, mientras que a densidades poblacionales altas el tamaño de los tubérculos se reduce severamente. Cuando en suelo se tiene de 8 a 64 huevos por gramo, las pérdidas de la producción varían del 20 al 70%. Piedra, Obregón, Vargas, Avilés y Meckbel (2009) indican que para en la variedad floresta el umbral de acción es de 13 larvas y huevos por gramo de suelo seco (pág. 51-58).

Pratylenchus (*Pratylenchus spp*): *Pratylenchus penetrans* es la especie más importante de este género, en el cultivo de papa. Otras especies como *P. scriberi* y *P. neglectus* también afectan el cultivo. Ingresan en los tejidos rompiendo paredes celulares y a medida que se alimentan provocan la necrosis de las zonas afectadas. En raíces la penetración de los nemátodos sirve de entrada a otros patógenos (*Verticillium*, *Rhizoctonia*, etc.). El ciclo de vida se completa generalmente en tres o cuatro semanas dependiendo de la temperatura del suelo, por lo que pueden producir varias generaciones por estación (Talavera, 2003).

Metodología

Para la investigación se seleccionó una finca con un área productiva una hectárea (10.000m²), en el distrito de Tierra Blanca de Cartago, ya que como mencionan Avilés y Piedra (2017) y Caravaca (2019), este sector de Cartago es el principal proveedor de papa en el mercado nacional. La finca seleccionada se ubica en Laguna de Tierra Blanca a 2.263 m.s.n.m, tiene un área productiva es 1,01ha, su sistema productivo químico convencional y registra un rendimiento productivo de 14 tn/ha para la variedad de semilla granola.

Porcentaje de incidencia

Se determinó la incidencia de los problemas fitosanitarios por medio de la observación del cultivo. Se realizó un muestreo aleatorio simple, el cual se tomaron las variables del tamaño del terreno que es de 11.030 m², un nivel de error del 10%, nivel de confianza 90% y un 50% de posibilidad de tener o no alguna patología presente. Se utilizó (Ecuación 1) el cual arrojó un resultado de 68 muestras.

$$n = \frac{z^2(p * q * N)}{(e^2 * (N - 1) + z^2 * p * q)} \quad (1)$$

Donde N fueron los metros cuadrados totales del área terreno, z fue la variable del nivel de confianza, e la variable del porcentaje de error, p la variable de la posibilidad que la planta presente síntomas fitosanitarios, q fue la variable de posibilidad que la planta no presente síntomas fitosanitarios y n la cantidad de muestras a realizar.

El resultado al realizar formula, indicó realizar el conteo de las plantas presentes en 68 m², pero por motivos del tiempo de realización del proyecto, distancia de recorrido a la zona de muestreo, evitar mínimo daño posible al cultivo y las condiciones de época lluviosa presentes en la zona se realizaron 12 unidades muestrales de 2 m lineales cada una.

Utilizando la Ecuación 2, se calculó el porcentaje de incidencia de cada enfermedad

en el cultivo por semana, lo que concordó con la metodología propuesta por Arguedas et al. (2019). Además, se adecuó una sección donde se anotó la cantidad de individuos capturados en la trampa para polilla de papa.

$$\text{Porcentaje de incidencia} = \frac{\text{Cantidad de plantas con presencia de enfermedad}}{\text{Cantidad de plantas en la muestra}} * 100 \quad (2)$$

Desde la semana 0 hasta la semana 16 se visitó el cultivo, en cada semana se registró el comportamiento del nivel de incidencia.

Nivel de incidencia de tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y con tizón temprano (*Alternaria solani*)

Con el uso de la herramienta (Cuadro 1), se organizó y tabuló los datos del nivel de incidencia de los problemas fitosanitarios en el cultivo durante el muestreo. Para mejorar la identificación de la unidad muestral se colocó una cuerda de 2 m de longitud contiguo al surco. Lo que permitió identificar las plantas de la muestra como muestra la Figura 1. Una vez identificada la unidad muestral se observaron las condiciones físicas de las plantas empatándolo con la sintomatología descritas por Pérez y Forbes (2011) y Acuña y Sandoval (2017).



Figura 1. Identificación de unidad muestral para la determinación del nivel de incidencia de enfermedades fúngicas.

El Tizón tardío (*Phytophthora infestans*), se identificó por la presencia de manchas necróticas de color marrón claro a oscuro en las hojas y en el tallo manchas alargadas.

El Tizón temprano (*Alternaria solani*), se evidenció por la presencia de manchas circulares de color café, rodeadas por un halo clorótico limitadas por las nervaduras de las hojas y en tallo con características similares a las mencionadas en hojas.

En cada unidad muestral, se contabilizó la cantidad de plantas en total, posteriormente se registró con ayuda de la herramienta (Cuadro 1) las plantas con sintomatología de tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y tizón temprano (*Alternaria solani*) y las plantas sanas.

El procedimiento se desarrolló durante las 16 semanas del desarrollo del cultivo. Conjuntamente en casa visita, se entrevistó al productor con el fin de recopilar la información sobre las aplicaciones de agroquímicos de la semana en que se realizó la visita. Al completar las 16 semanas, se recolectó los registros correspondientes a la herramienta (Cuadro 1) de las 16 semanas. Utilizando una hoja electrónica con el programa Microsoft Excel, se sistematizó la información recolectada (Cuadro 2), lo que generó una gráfica que permitió visualizar el comportamiento del nivel incidencia de cada enfermedad *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani*.

Nivel de incidencia por polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*)

Primeramente para obtener los datos del comportamiento poblacional de la polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*), se construyó una trampa con feromona atractante de la polilla de la papa. Para ello se siguió la recomendación del fabricante ChemTica Internacional (S.f), la estructura de la trampa se elaboró con un envase cerrado de 25 cm de alto y 10 cm de ancho. Al envase se realizaron dos aperturas en los laterales del envase (Figura 2). La feromona se colocó en la parte superior interna, en la parte inferior interna se disolvió jabón neutral para evitar la salida de los insectos. Esta trampa se instaló a 45 cm del nivel del suelo y se colocó en uno de los linderos del terreno.



Figura 2. Trampa con feromona atractante para obtención de muestra de población de la polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*).

En cada visita en la finca, se contabilizó las polillas (*Phthorimaea operculella*) presentes en la disolución de jabón en la que se encontraban las polillas capturadas que con ayuda de un tamiz, esta disolución se filtró permitiendo el conteo de las polillas capturadas. La cantidad de polillas capturadas se registraron en la sección “Polilla capturada en trampa” de la herramienta (Cuadro 1). Al finalizar el conteo y registró, se desecharon las polillas del tamiz y se renovó la solución de jabón.

Al completar las 16 semanas, se recolectaron los registros correspondientes a la herramienta (Cuadro 1), con ayuda de una hoja electrónica con el programa Microsoft Excel, se sistematizó la información (Cuadro 3), se realizó el análisis estadístico y se creó la gráfica que permitió visualizar el comportamiento poblacional de las polillas (*Phthorimaea operculella*) en desarrollo del ciclo productivo.

Nivel de incidencia por nematodos

Para el diagnóstico de nematodos, primero se realizó la toma de muestra del suelo, para ello se realizaron según los pasos sugeridos por Schweizer (2011). A continuación se detallan los pasos seguidos:

1. Se corroboró que el lote fuera homogéneo, se utilizó un patrón de muestreo al azar que consistió en tomar 20 submuestras por hectárea en todo el campo. El muestreo se realizó en forma de “zig zag”, obteniendo una muestra representativa de todo el sector del terreno, como se muestra en la figura 2.
2. Con un barreno, balde de recolector de muestras y una cuchilla, se recolectaron las submuestras que se tomaron a los 15cm de profundidad.
3. Al completar el total de las 20 submuestras, se mezclaron para obtener una muestra compuesta de aproximadamente 1 kg.
4. La muestra compuesta se envió al Laboratorio de Fitoprotección y Laboratorio de Suelos, Plantas y Aguas del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), para su debido diagnóstico de nematodos.



Figura 3. Distribución al azar de la toma de la muestra de suelo.

Se realizaron tres diagnósticos de nematodos durante las 16 semanas del ciclo productivo de la papa. El primer diagnóstico fue en la semana 0, el segundo diagnóstico fue en la semana 10 y el tercero en la semana 15 después de la siembra. Los diagnósticos de nematodos permitieron observar el comportamiento poblacional de los nematos en el ciclo del cultivo.

Para determinar el resultado del diagnóstico de nematodos se contrató los servicios del Laboratorio de Fitoprotección del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), el cual es el ente gubernamental certificado para el emitir resultados de estos estudios, acorde con la metodología propuesta por Schweizer (2011) y (Talavera, 2003).

Los resultados obtenidos de los diferentes diagnósticos se sistematizaron en una hoja electrónica con el programa Microsoft Excel, lo que generó una gráfica que permitió visualizar el comportamiento de las diferentes poblaciones de nematodos y el umbral de acción teórico descrito por Piedra, Obregón, Vargas, Avilés, y Meckbel (2007).

Intervalo de confianza (IC)

Para estimar el IC del nivel de incidencia de las enfermedades fúngicas y nematodos, primero se determinó el promedio (\bar{X}) y la desviación estándar (σ) de cada muestreo por medio de la Ecuación 3 y Ecuación 4 respectivamente. Seguidamente se estimó el intervalo de confianza de los datos de cada semana con la Ecuación 5, se determinó el coeficiente de error analizando las variables que presentaba cada uno de los mues-

treos. El intervalo de confianza del nivel de incidencia para las enfermedades fúngicas se determinó por medio de asignar un coeficiente de error de 10%, por las dificultades del investigador de identificar la sintomatología correctamente por el método de observación.

$$\bar{X} = \frac{(S_1 + S_2 + S_3 \dots + S_{16})}{N} \approx \frac{S_i}{N} \quad (3)$$

\bar{X} : Promedio.

S_i : Dato recolectado en cada semana.

N : Cantidad de semanas de muestreo.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(S_i - \bar{X})^2}{N - 1}} \quad (4)$$

σ : Desviación estándar.

S_i : Dato recolectado en la semana.

N : Cantidad de semanas de muestreo.

$$IC = \left(\bar{X} - \frac{z \cdot \sigma}{\sqrt{n}}; \bar{X} + \frac{z \cdot \sigma}{\sqrt{n}} \right) \quad (5)$$

\bar{X} : Promedio de plantas con la enfermedad

Z : Coeficiente de error.

σ : Desviación estándar.

n : Total de plantas en la muestra.

Resultados y discusión

Angulo (2019), indicó que el Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y Tizón temprano (*Alternaria solani*) son las enfermedades que se desarrollan regularmente en la región, debido a que las condiciones climáticas de Tierra Blanca de Cartago brindan al inoculo la capacidad de desarrollarse y reproducirse. Provocan grandes daños en el desarrollo del cultivo de la papa. En la figura 4, se observa el nivel de incidencia de las enfermedades tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y tizón temprano (*Alternaria solani*) en el cultivo durante el desarrollo del ciclo productivo de papa.

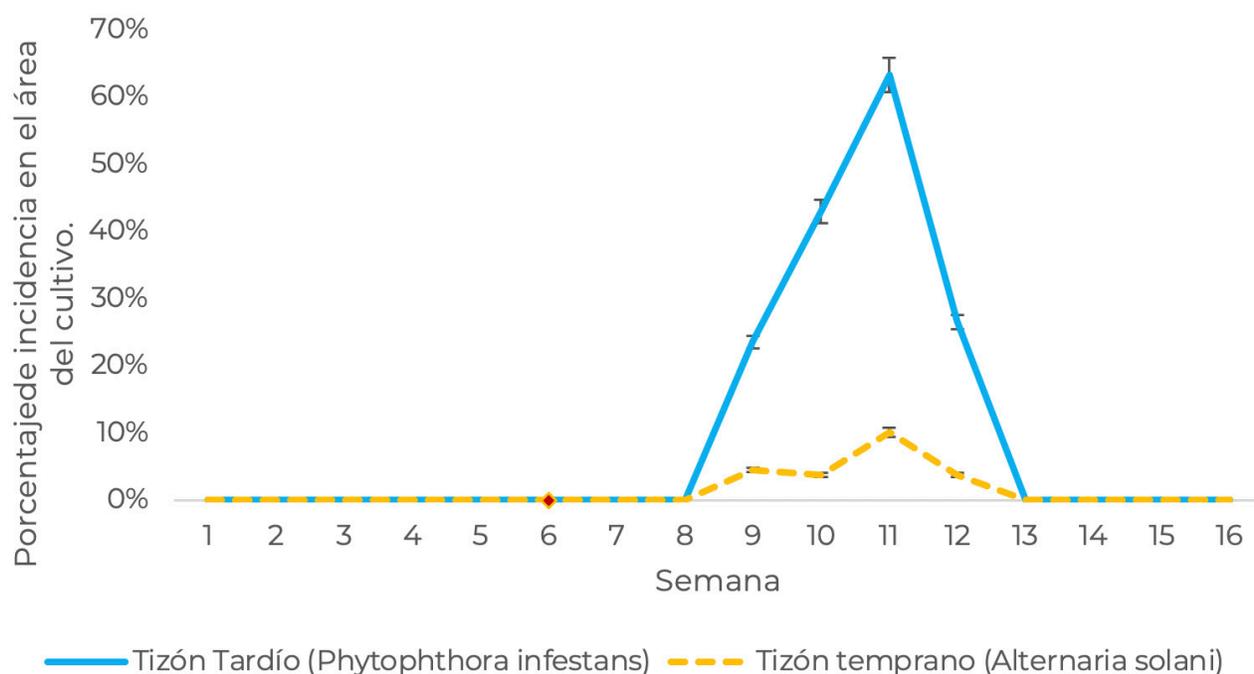


Figura 4. Incidencia de Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y Tizón temprano (*Alternaria solani*) en el ciclo del cultivo.

● Semana 6 a porca.

Muzhinji, Woodhall, Truter y Van der Waals (2018), comentan que los cultivos son más susceptibles a desarrollar estas enfermedades en condiciones climáticas de alta humedad y temperaturas entre 15 – 21°C. El productor estableció su cultivo entre los meses de noviembre-marzo, los cuales presentan características de época seca, por lo que existe un bajo desarrollo y afectación del inoculo.

En los meses de diciembre-enero (semana 7-semana 12), se presentó mayor frecuencia de frentes fríos en el caribe que provocan lluvias frecuentes, fuerte vientos e inestabilidad atmosférica en el sector montañoso del Valle Central; lo que provoca que en este lapso del ciclo productivo el inóculo se desarrolle e infecte los cultivos.

El productor realizó diferentes aplicaciones de fungicidas a base de Cymoxanil, Chlorothalonil, Dithiocarbamate y Mancozeb con función de contacto de manera preventiva y curativa. Antes de la semana 7, se realizaba aplicaciones de fungicida una vez cada semana a bajas concentraciones y sin la ayuda de coadyuvantes como adherentes. Con el aumento de las lluvias nocturnas y condiciones ambientales inestables después de la semana 7, se aplicó un coadyuvante a base de alcohol tridecílico polioxi-etilenado con función de evitar que el producto se precipite y se pierda por escurrimiento. Esto logró aplicaciones más eficientes y duraderos, lo que representa un gran ahorro para el productor.

Durante la semana 8 a 12, se realizaron dos aplicaciones fungicidas semanales, a base de Cymoxanil, Chlorothalonil, Dithiocarbamate, Fosetyl Al, Sulfato de Cobre Pentahidratado y Ziram estas aplicaciones son curativas. En esta etapa del cultivo se encontraba en la fase de tuberculización; al ser las enfermedades un patógeno fúngico que afecta las hojas, provoca que la capacidad fotosintética disminuya y la generación de carbohidratos necesarios para el llenado de los tubérculos, tal como lo indicó Rodríguez, Rico, Rodríguez, y Núñez (2010).

De la semana 13 en adelante, la planta se encontró en la fase de senescencia lo que se dificulta la observación y clasificación entre el tejido muerto y los síntomas de patógenos. En esta etapa el tubérculo se encuentra en su estado de madurez, por lo que el inóculo no afecta el rendimiento productivo.

El costo incurrido en la aplicación de los fungicidas para combatir la incidencia de los patógenos fue de \$444.528, de los cuales el 67% del costo fue la compra de los materiales, el 33% fue destinado a la mano de obra necesaria para la aplicación del producto y 1% los costos indirectos de traslado de los insumos de la casa comercial al área productiva. Mientras que los autores Avilés y Piedra (2017) calculó que el costo de las aplicaciones de fungicidas fue de \$466.087, de los cuales el 79% fue el costo de materiales y 21% fue la mano de obra. La diferencia se presenta por la cantidad de fungicidas que el productor fue menor que el reportado por los autores, pero se coinciden en que los materiales fue el elemento del costo con mayor uso de recursos.

Polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*)

En promedio se capturaron 28 polillas por semana, la semana 8 registró la mayor cantidad de polillas en la trampa con un total de 80 polillas, mientras las semanas 0-2 no hubo polillas capturadas (Ver figura 5).

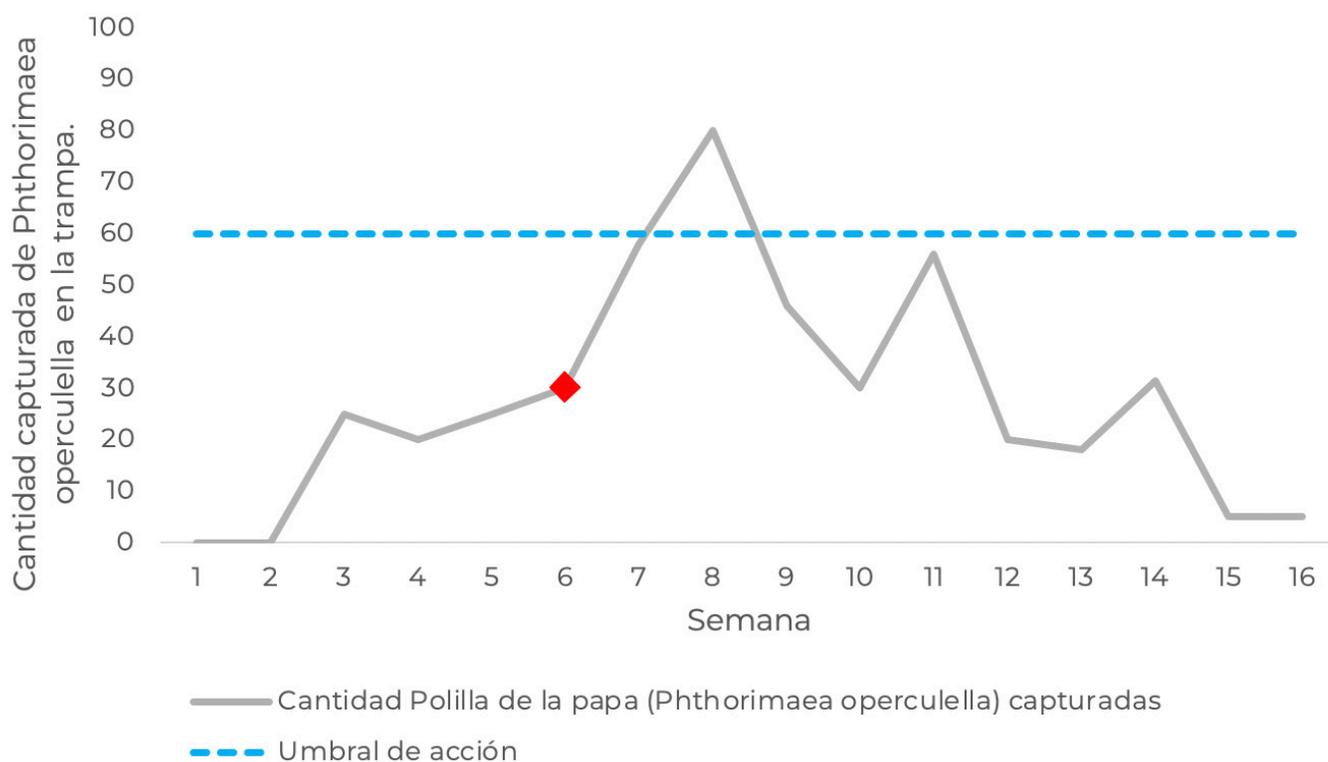


Figura 5. Comportamiento de la población de Polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*) en el ciclo productivo.

● Semana 6 a porca.

La presencia de la Polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*) se encuentra durante en todo el ciclo productivo, las variaciones de población se ven limitadas por la cantidad de plantas hospederas, condiciones climatológicas como temperaturas entre los 0 - 16°C, presencia de insumos como insecticidas y algunas actividades culturales como indicó Larraín (2001). Se pudo notar este comportamiento en las primeras cuatro semanas, la población de polilla es limitada como muestra la figura 5 debido a que el cultivo se encuentra en fase de brotación y la fuente de alimentación de insectos es limitada.

Una actividad cultural que provoca un aumento en la población de polillas tal como mencionó Larraín (2001), es la aporca. En algunos casos las hembras de la polilla de papa depositan los huevos en el suelo, de modo que cuando se remueve el suelo, genera que las larvas o moscas puedan salir al ambiente fácilmente aumentando la población de polillas, esto se evidencia después de la semana 6.

El umbral teórico de daño es de 60 individuos por hectárea a la semana, entre las semanas 7 y 8 se presenta niveles superiores a este umbral. En este tiempo, el cultivo se encuentra en la fase de floración, como menciona Avilés y Piedra (2017) es donde se presenta mayor captura de polillas. Existe un descenso de la población en semana 9 y 10, debido a las condiciones meteorológicas inestables que causaron lluvias en la zona, impidiendo que la polilla pueda transportarse; pues la polilla se oculta en material vegetativo de manera que el daño en el cultivo puede seguir en desarrollo.

El productor realizó aplicaciones preventivas semanales de insecticidas en dosificación baja con los insumos a base de Clorpirifos etil, Indoxacarb, Lambda cihalotrin, Permetrina, Phorate y Terbufos. Sin embargo, después de la aporca el productor aumenta la dosificación de insecticidas hasta la cosecha, cambiando los insumos por insecticidas a base de Benzoato de emamectina, Dimetoato y Diazinon donde utiliza mayor concentración de ingrediente activo, con el fin de evitar el aumento de la población y disminuir el impacto de depositar los huevos en el tubérculo y dañar el producto. Además, las condiciones de época seca de las semanas 12 hasta la cosecha favorece el crecimiento de la población que fue controlada por acción de los insumos.

El costo incurrido en la aplicación de los insecticidas necesarios para combatir la población de polilla fue de \$258.396, de los cuales el 29% fue destinado a la mano de obra necesaria para la aplicación del producto, 70% del costo fue la compra de los materiales y 1% los costos indirectos de traslado de los insumos de la casa comercial al área productiva. En la cosecha se reportó un 5% de la producción con presencia de daño de polilla en el tubérculo del total de los quintales recolectados; lo que no generó gran afectación a la producción total.

Nematodos

En el primer y segundo diagnóstico de nematodos, se identificaron larvas de saprofitos o de vida libre, *Criconemella spp*, *Pratylenchus spp* y *Globodera spp* principales nematodos que afectan el cultivo de papa descritos por Fernández y Quesada (2013). En el primer diagnóstico la concentración de nematodos fue de 175 ± 1 saprofitos, 50 ± 1 *Criconemella spp*, 100 ± 4 *Pratylenchus spp* y 13 ± 1 *Globodera spp* larvas en 100g de suelo. Al momento en que se tomaron las muestras de suelo para el primer diagnóstico, el terreno se encontraba con un tiempo de dos meses de reposo y una semana posterior a la labranza del terreno. La concentración inicial de nematodo en el terreno

es baja, tal como indicó Piedra y Avilés (2014), en los momentos en que el terreno se encuentra libre de cultivos los nematodos entran en periodo de latencia o dormancia por las condiciones limitadas de materia orgánica, ya que es su principal fuente de alimento. Además, al momento de realizar la labranza del suelo disminuye la población de nematodos por la exposición al calor y la luz del sol.

En el segundo diagnóstico, las poblaciones de *Criconemella* sp, *Pratylenchus* sp descendieron a 39 ± 1 y 25 ± 4 larvas por 100 g de suelo respectivamente, la acción del nematicida a base de etoprofos (0-etil-S-S-dipropilfosforoditioato) actúa sobre el sistema nervioso de la larva; tiene eficiencia en nematodos de las raíces *Pratylenchus* spp, *Criconemoides* spp. y *Globodera* spp. Además ante el aumento de saprofitos o de vida libre, contribuyeron como biocontroladores poblacionales de los nematodos afectados.

La *Globodera* spp nematodo responsable de graves pérdidas económicas se identificaron en el primer diagnóstico una viabilidad promedio de larvas y huevos de $12,7 \pm 1$ en gramo de suelo, el segundo diagnóstico indicó $11,7 \pm 1$ y el tercer diagnóstico 11 ± 1 . En el estudio de Piedra, Obregón, Vargas, Avilés y Meckbel (2007) se determinó que el umbral de acción es cuando se presenta una viabilidad 13 larvas y huevos por gramo de suelo para el cultivo de papa, lo que indica que el cultivo no presentó riesgo de pérdida de rendimiento productivo por la población de *Globodera* spp presente en el terreno.

El dato de viabilidad por debajo del umbral de acción teórico no genera la confianza suficiente de que el nematodo no cause daños a la producción en la siguiente cosecha de papa, ya que la cantidad de quistes en el suelo incrementó durante el ciclo de 38 ± 1 a 81 ± 1 quistes en 250 g de suelo. Los quistes son los vestigios de hembras muertas, las cuales contienen en su interior larvas y huevos en periodo de latencia; estos quistes pueden abrirse por acción de la humedad, secreciones radiculares y acción mecánica provocando liberar su contenido e incrementando la población en el suelo. Por lo que al rotar la siembra de papa con cultivos como: zanahoria, avena, brócoli, coliflor, arveja y cebolla ayudan a combatir la población de nematodos en el suelo, tal como indicó Coto (S.F).

Para el combate del nematodo *Globodera* spp se centró en la prevención de infestación del campo, ya que ingresa por medio de semilla, maquinaria e implementos contaminados como indicó Núñez (2007). También, la utilización de insumo a base de etoprofos (0-etil-S-S-dipropilfosforoditioato) en la fase de la siembra provocó una baja de la población presente en suelo, esto se evidenció por el descenso en la viabilidad en el segundo y tercer diagnóstico alejándose del umbral de acción para el próximo cultivo.

El costo incurrido en la aplicación del nematicida y las diferentes actividades culturales necesarias para combatir la población de nematodos fue de \$25.432, de los cuales

el 81% fue destinado a la mano de obra necesaria para la aplicación del producto, 14% del costo fue la compra de los materiales y 4% los costos indirectos de traslado de los insumos de la casa comercial al área productiva.

El productor indica que se determinó el costo productivo del ciclo en \$5.053.097 por hectárea; además, se determina que el costo del combate fitosanitario fue de \$758.521 indicando que este rubro corresponde a un 15% del costo total, este resultado es mayor al dato de 13% mencionado por Avilés y Piedra (2017) por incluir el costo de la mano de obra y costos indirectos que se incurren en la aplicación de los insumos en el cultivo.

Conclusiones

Para el control de las enfermedades fúngicas en la época de invierno, se debe realizar aplicaciones curativas o erradicante se deben realizar dos veces a la semana con el uso insumos de contacto a base de Cymoxanil, Chlorothalonil, Dithiocarbamate y Mancozeb junto con coadyuvantes adherentes, para evitar la pérdida de por escurrimiento y poder contrarrestar el desarrollo de los inóculos en las plantas. La utilización de insumos sistémicos con ayuda de coadyuvantes penetrantes genera una acción preventiva en la planta en el caso que se presenten las condiciones ambientales idóneas para el desarrollo del inóculo, estas aplicaciones se realizan al menos cada 15 días. El costo incurrido en la aplicación de los fungicidas para el combate de *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani* fue de \$459 611, de los cuales el 66% del costo fue la compra de los materiales, el 33% fue destinado a la mano de obra necesaria para la aplicación del producto, y 1% los costos indirectos.

La aplicación de insecticidas para el combate de la Polilla de papa (*Phthorimaea operculella*), se debe utilizar insumos como el Benzoato de emamectina, Dimetoato y Diazinon; dos veces a la semana cuando condiciones ambientales secas o con bajo nivel de riego, cantidad de individuos capturados a la semana por hectárea (60 Individuos), actividades culturales como la aporca y el manejo de arvenses circundantes al cultivo que provoquen un aumento de la concentración de la plaga. El costo incurrido en la aplicación de los insecticidas necesarios para el combate de la población de polilla fue de \$273.478, de los cuales el 70% del costo fue la compra de los materiales, 29% fue destinado a la mano de obra necesaria para la aplicación del producto y 1% los costos indirectos. En la cosecha, se reportó un 5% de la producción con presencia de daño de polilla en el tubérculo del total de los quintales recolectados, lo que representó no percibir un monto de \$265.535 en los ingresos.

La aplicación de insumos a base de Etoprofos (0-etil-S-S-dipropilfosforoditioato) en la etapa de siembra, forato en la aporca y la utilización de actividades culturales como la aporca se redujo las poblaciones iniciales de *Criconemella* sp, *Pratylenchus* sp y *Globodera* spp en un 78%, 25% y 86% respectivamente, distanciándose positivamente del

umbral de acción. El costo incurrido en la aplicación del nematicida y las diferentes actividades culturales necesarias para combatir la población de nematodos fue de \$25.432, de los cuales el 81% fue destinado a la mano de obra necesaria para la aplicación del producto, 14% el costo de la compra de los insumos y 4% los costos indirectos.

Establecer el ciclo productivo durante la época seca, favorece a disminuir el nivel de incidencia de las enfermedades fúngicas como *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani*, pero aumenta las posibilidades de daño por la polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*). El combate de los problemas fitosanitarios corresponde a un 15% del costo productivo, donde el 10% son los materiales, 4% la mano de obra directa y 1% los costos indirectos.

Se recomienda cambiar el uso de agroquímicos a estrategias más amigables con el ambiente para combate de enfermedades y plagas. El implementar el uso de microorganismos como la *Trichoderma atroviride* o aplicaciones de caldo Bordelés y Sulfocálcico una vez por semana en condiciones que la incidencia de enfermedades fúngicas sean bajas, provoca reducir la cantidad de funguicidas químicos en el cultivo. En el combate de la Polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*), se debe realizar una serie de actividades culturales como el destruir los tubérculos contaminados, mantener el suelo con una humedad constante o establecer el cultivo en la época de lluvia, y aumentar la cantidad de trampas con feromonas para capturar a los individuos adultos. Para reducir la concentración de nematodos, se recomienda eliminar el material vegetativo infestado, evitar la entrada al cultivo de herramienta y maquinaria contaminada, aplicar al suelo calor por medio de una mecanización que permita el volteo del suelo, rotación de cultivos, entre otros.

Al aplicar estas técnicas amigables con el ambiente se logra enriquecer la estructura y fertilidad del suelo, disminuir la adaptabilidad de las plagas a los agroquímicos, desarrollo de un ecosistema en el suelo que favorece al buen desarrollo radicular de la planta, evita la contaminación de mantos acuíferos, entre otros.

Literatura citada

- Acuña. I., y Cádiz. F. (2011). Reconocimiento y manejo del tizón temprano de la papa. Informativo. Recuperado de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR40679.pdf>
- Acuña. I., y Castro. M. P. (2015). Plagas insectiles - lepidóptera. Recuperado de <http://manualinia.papachile.cl/?page=manejojctn=80#polillapapa>
- Acuña. I., y Sandoval. C. (2017). Fitopatología – enfermedades de la papa: Tizón temprano de la papa. Instituto De Investigaciones Agropecuarias – INIA. Recuperado de <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/2018/01/Ficha-49-Tizon-temprano.pdf>
- Angulo, C. (2019). Generalidades del cultivo de la papa. (G. Guevara Gómez, Entrevistador).
- Arguedas, M., Rodríguez, M., Guevara, M., Esquivel, E., Sandoval, S., y Briceño, E., (2019). Incidencia y severidad de *olivea tectonae* y *rhabdopterus* sp. en plantaciones jóvenes de *tectona grandis* l.f. bajo distintas modalidades de control de arvenses. *Agronomía Costarricense*, 43(1), 9-19
- Piedra, R., y Avilés, J. (2014). Reducción de poblaciones de *Globodera pallida* al cultivar avena después de papa. *Alcances Tecnológicos*, 1(10), 29-33.
- Avilés. J., y Piedra. R. (2017). Cultivo de la papa. San José. Costa Rica: INTA.
- Caravaca. P. (2019). Análisis de mercado PAPA. (No. N°1). San José. Costa Rica: Recuperado de https://www.cnp.go.cr/sim/sector_agricola/raices_y_tuberculos/papa/2019/A_papa_01_25-02-2019.pdf
- CASAFE. (2016). Cámara de sanidad agropecuaria y fertilizantes. Obtenido de <https://www.casafe.org/herramientas-de-decision-para-el-control-de-enfermedades-y-plagas/>
- ChemTica Internacional, S. A. Ficha técnica de feromona para polilla de la papa. Recuperado de <http://www.agroproca.com/productos/documentacion/fichas/Phthorimaea%20operculella.pdf>
- CONABIO. (2010). Cultivo de PAPA. (). Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/>

conocimiento/bioseguridad/pdf/20914_sg7.pdf

Coto, A. El nematodo blanco de la papa (*Globodera pallida* Stone). MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). SFE (Servicio Fitosanitario del Estado). San José, Costa Rica. 7 p

EcuRed. (2011b). Tizón tardío. Recuperado de https://www.ecured.cu/Tiz%C3%B3n_tard%C3%ADo

Fernández, O. y Quesada, A. (2013). Nematodos asociados a los

cultivos de costa rica. San José, Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

González Zúñiga, M. (2019). Situación nacional del precio de productos agrícolas. (G. Guevara Gómez, Entrevistador)

Harris. P. (1992). The potato crop (Second Edition ed.). UK: British Library.

International Potato Center. (2016). Datos y cifras de la papa. Recuperado de <https://cipotato.org/es/potato/potato-facts-and-figures/>

Jiménez. M. F. (2009). Diseño de un manual de buenas prácticas agrícolas para el cultivo de papa en la finca paso ancho S.A.

Larrain, P. (2001). Polilla de la papa y su manejo. (). Recuperado de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/5015/NR27896.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2007). Caracterización de la agrocadena de papa. Cartago. Costa Rica (Ministerio de Agricultura y Ganadería ed.). San José. Costa Rica: Recuperado de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E70-9453.pdf>

Morales-Hernández. J. L., Hernández-Martínez. J., Rebollar-Rebollar. S., y Guzmán-Soria. E. (2011). Costos de producción y competitividad del cultivo de la papa en el estado de México. *Agronomía Mesoamericana*. 22(2). 339. doi:10.15517/am.v22i2.8696

Muzhinji, N., Woodhall, J., Truter, M., & Van der Waals, E. (2018). Variation in

fungicide sensitivity among rhizoctonia isolates recovered from potatoes in south africa. APS Publications, Recuperado de <https://apsjournals.apsnet.org/doi/full/10.1094/PDIS-09-17-1470-RE>

Núñez (2007). Identificación de nematodos fitoparásitos asociados a las principales malezas en fincas productoras de papa en la provincia de Cartago

Pérez. y Forbes. (2011). Guía de identificación de plagas que afectan a la papa en la zona Andina. Roma: D - FAO. Recuperado de [https://ebookcentral.proquest.com/lib/\[SITE_ID\]/detail.action?docID=3201974](https://ebookcentral.proquest.com/lib/[SITE_ID]/detail.action?docID=3201974)

Piedra Naranjo. R., Obregón Gómez. M., Vargas Chacón. C., Avilés Chaves. J., y Meckbel Campos. J. (2007). Determinación del daño del nematodo globodera pálida (stone) en variedad floresta de papa. Alcances Tecnológicos. 7(1). 51-58. doi:10.35486/at.v7i1.58

Rodríguez Caicedo, D., Rico Téllez, M. S., Rodríguez Molano, L. E., & Núñez López, C. E. (2010). Efecto de diferentes niveles y épocas de defoliación sobre el rendimiento de la papa (*solanum tuberosum* cv. parda pastusa) effect of different levels and times of defoliation on the potato yield (*solanum tuberosum* cv. parda pastusa). Revista Facultad Nacional De Agronomía Medellín, 2(63) Recuperado de https://explore.openaire.eu/search/publication?articleId=dedup_wf_001::4e1cd76ad5e139f5d921bb5ce0a1bb40

Schweizer, S. (2011). Muestreo y análisis de suelos para diagnóstico de fertilidad. San José, Costa Rica.: Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria.

Sistema de Información de Mercados Agroalimentarios. (2009). Ficha técnica papa. Recuperado de https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=https://www.simacr.go.cr/images/SIIM/sector_agricola/Raices_y_tuberculos/papa/Ficha_tecnica/FT_papa.pdf

Talavera Rubia. M. (2003). Manual de nematología agrícola (Institut de recerca i formació agrària i pesquera ed.) Recuperado de <http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=CNTSP722ZI4569yid=4569>

Vignola. R., Watier. W., Vargas. A., y Morales. M. (2017). Ficha técnica cultivo de papa

Anexos

Cuadro 1. Ficha de recolección de incidencia de enfermedad o plaga.

FECHA	MUESTRA	CANTIDAD DE PLANTAS EN UNIDAD MUESTREAL			POLILLA CAPTURADA EN TRAMPA
		Plantas muestreadas	Tizón Tardío	Tizón temprano	
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
	12				
	Total de plantas				
	Porcentaje de incidencia				

Cuadro 2. Resumen de los datos recolectados de la incidencia del Tizón tardío y temprano en el ciclo productivo.

Semana	Cantidad de plantas en unidad muestral					Porcentaje de incidencia (%)	
	Plantas promedio muestreadas	Plantas promedio con Tizón Tardío	Intervalo de Confianza (±)	Plantas promedio con Tizón temprano	Intervalo de Confianza (±)	Tizón Tardío (<i>Phytophthora infestans</i>) (± 4%)	Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>) (± 7%)
1	0	0		0		0	0
2	0	0		0		0	0
3	0	0		0		0	0
4	70	0		0		0	0
5	84	0		0		0	0
6	93	0		0		0	0
7	96	0		0		0	0
8	83	0		0		0	0
9	89	21	1	4	2	24	4
10	79	34		3		43	4
11	78	50		8		63	10
12	79	21		3		27	4
13	84	0		0		0	0
14	0	0		0		0	0
15	0	0		0		0	0
16	0	0		0		0	0
Total	835	126	-	18	-	-	-
\bar{X}	52	8	-	1	-	-	-
σ	42.2	15,4	-	2,3	-	-	-

Cuadro 3. Concentración de nematodos por 100g de suelo seco.

Diagnostico	Concentración de nematodos				
	Saprotifos o de vida libre(± 1)	Criconemella sp (± 1)	Pratylenchus sp (± 4)	Globodera spp (± 1)	
				Viabilidad total*	Cantidad quistes*
Semana 0	175	50	100	12,67	12,6
Semana 10	225	39	25	11,76	39
Semana 15	-	-	-	11	31,4
Total	400	89	125	35,4	73
\bar{X}	200	44,5	62,5	11,8	24,3
σ	7,8	7,8	53,03	0,83	10,23

*Gramo de suelo seco

LF-F27	 Departamento de Servicios Técnicos. Laboratorio Servicios de Fitoprotección. Mata Redonda, San José. Tel: 2231-5055	 Versión: 1 Fecha de emisión: 29/5/17

Fecha de informe: 25 Setiembre 2019	Fecha recepción: 19 Setiembre 2019	Nº Registro LAB) (19) 1098
Solicitante: I	Tipo de servicio: Nematología	
Propietario muestra: I	Cultivo: Papa	Material recibido: Suelo
Código actividad INTA:		
Provincia: Cartago.	Cantón: Central	Distrito: Tierra Blanca

METODOLOGÍA:

Licuada y tamizado, centrifugado con flotación con solución azucarada, en una densidad de 1.18. Cuento de nematodos en 100g de suelo.

Resultado:

En la muestra analizada se encontraron nematodos fitoparásitos *Criconemella* sp y *Pratylenchus* sp y Positiva para *Globodera* spp. Se observaron nematodos de vida libre o saprófitos; estos son considerados benéficos y no hacen daño en cultivos agrícolas, equilibran el suelo de otros microorganismos y transportan nutrientes a la planta.

Larvas de nematodos en 100g de suelo

No. De muestra	Saprófitos o de vida libre	<i>Criconemella</i> sp	<i>Pratylenchus</i> sp
(19) 1098	175	50	100

Quistes de *Globodera* spp en suelo seco.

No. De muestra	Suelo seco en g.	Cantidad de quistes	Viabilidad total (Larvas y huevos)	Viabilidad en g. de suelo seco
(19) 1098	300	38	3.800	12.67

Sugerencias:

Es sugerible aplicar un nematocida organofosforado a la siembra y un carbamato, a la aporca (45 dds). Importante llevar un manejo agronómico adecuado (Fertilización) del cultivo en la prevención de plagas y enfermedades.

Si utiliza químicos como organofosforados, tener presente el efecto residual y el ciclo del cultivo con la cosecha.

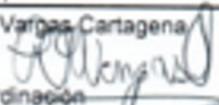
Análisis por:		Aprobación:		
Nombre: Ricardo Piedra Naranjo		Nombre: Luis Vargas Cartagena		
Firma: 		Firma: 	Sello:	
Función: Encargado área Nematología		Función: Coordinación		

Figura 6. Imagen del primer diagnóstico semana 0

LF-F27	 Departamento de Servicios Técnicos. Laboratorio Servicios de Fitoprotección. Mata Redonda, San José. Tel: 2231-5055		Versión: 1
			Fecha de emisión: 29/5/17
INFORME DE RESULTADO			Página 1 de 1

Fecha de informe: 03 de marzo 2020	Fecha recepción: 26 Febrero 2020	N° Registro LAB) (20) 0285
Solicitante: AEA/ Tierra Blanca		Tipo de servicio: Nematología
Propietario muestra:	Cultivo: Papa	Material recibido: Suelo
Código actividad INTA:		
Provincia: Cartago	Cantón: Central	Distrito: Tierra Blanca

METODOLOGÍA:

Fenwick Modificado y fotación de quistes. Coteo y prueba de viabilidad de larvas y huevos por quistes en 50cc de agua.

Resultado:

En la muestra analizada se encontró quistes y huevos y larvas de nematodo fitoparásito *Globodera* spp. Por tanto, la muestra es positiva para *Globodera* spp, plaga cuarentenaria.

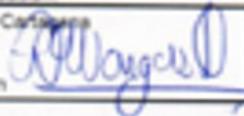
Quistes, larvas y huevos de nematodos en 258g de suelo seco.

No. De muestra.	Suelo seco en g.	Cantidad de Quistes	Total larvas/huevos	Larvas y huevos/g de suelo seco
(20) 0285 Papa	258	81	2,734	11.00

Sugerencias:

El resultados, reflejó un dato larvas y huevos/g de suelo seco de 11.00, el mismo está por debajo del umbral de daño establecido (13). Sin embargo es sugerible aplicar un nematocida organofosforado a la siembra y un Oxamil a la aponca de papa. Importante un análisis de suelo de fertilidad y llevar durante el desarrollo fenológico del cultivo una buena fertilización de acuerdo al resultado. Si utiliza químicos como organofosforados, tener presente el efecto residual y el ciclo del cultivo con la cosecha. Para efectos del manejo de la plaga la cantidad de quistes, no es tan importante como la viabilidad de los mismos.

Nota: Los umbrales de daño en *Globodera* spp, se dan, a nivel internacional, en larvas y huevos por g. de suelo seco. En Costa Rica el estudio se realizó en el año 2009 (13 larvas y huevos/g de suelo seco comienza el daño en variedad floresta) y fue publicado y se ha mencionado en diferentes charlas y difusión de información de esta plaga en papa. Se sabe que hay variedades más susceptibles y otras más tolerantes. Cualquier duda puede llamar al 6164-1875.

Análisis por:		Aprobación:	
Nombre: Orlando Piedra Naranjo	Firma: 	Nombre: Luis Vargas Carrizosa	Firma: 
Función: Encargado área Nematología		Función: Coordinación	



LF-F27	 Departamento de Servicios Técnicos. Laboratorio Servicios de Fitoprotección. Mata Redonda, San José. Tel: 2231-5055		Versión: 1
			Fecha de emisión: 29/5/17
INFORME DE RESULTADO			Página 1 de 1

Fecha de informe: 23 enero 2020	Fecha recepción: 20 Enero 2020	Nº Registro LAB) (20) 0105
Solicitante: AEA Tierra Blanca		Tipo de servicio: Nematología
Propietario muestra:	Cultivo: PAPA	Material recibido: Suelo
Código actividad INTA:		
Provincia: Cartago	Cantón: Central	Distrito: Tierra Blanca

METODOLOGÍA:

Licuada y tamizado, centrifugado con flotación con solución azucarada, en una densidad de 1.18. Cuento de larvas de nematodos en 100g de suelo.

Resultado:

En la muestra analizada se encontró los nematodos fitoparásitos: *Globodera* spp y *Pratylenchus* sp. También se observaron nematodos de vida libre o saprófitos; estos son considerados benéficos y no hacen daño en cultivos agrícolas como la cebolla, equilibran el suelo de otros microorganismos y transportan nutrientes a la planta.

Larvas de nematodos en 100g de suelo

No. De muestra	Sapófitos o de vida libre	<i>Globodera</i> spp	<i>Pratylenchus</i> sp
(20) 0105	225	75	25

Sugerencias:

Las poblaciones del género *Globodera* spp afectan al cultivo de papa y es una plaga cuarentenario para este cultivo. No obstante, respecto al cultivo de cebolla ocurre un efecto contrario, según experiencias en la rotación de cultivos en suelos donde se siembra papa, y posterior sembrar cebolla; las poblaciones de *Globodera* spp tienden a bajar. En el caso de *Pratylenchus* sp este género si puede incrementar sus poblaciones y afectar al cultivos de Cebolla en el desarrollo fenológico. Por lo tanto; se sugiere aplicar un nematocida organofosforado a la siembra y otra a los 45 días después de la misma, con un Carbamato (Oxamil). Importante llevar un manejo agronómico adecuado del cultivo (la fertilización), en la prevención de plagas y enfermedades. Si utiliza químicos como organofosforados, tener presente el efecto residual y el ciclo del cultivo con la cosecha.

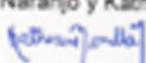
Análisis por:		Aprobación:	
Nombre: Ricardo Piedra Naranjo y Katherine Bonilla Mora		Nombre: Luis Vargas Cartagena	
Firma:  		Firma: 	
Función: Encargado área Nematología		Función: Coordinación	



Figura 8. Imagen del tercer diagnóstico semana 15