

TEC | Tecnológico
de Costa Rica

ET
Editorial Tecnológica
de Costa Rica



Agronegocios

REVISTA SEMESTRAL
JULIO-DICIEMBRE 2022
VOLUMEN 8, N2

ISSN:2215-3462

FOTO DE BENJAMIN LEHMAN EN PEXELS.COM

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

Asistente editorial

Fabiola Jiménez Sánchez
jimenezsanchezfabiola@gmail.com

Diagramación

Fabiola Jiménez Sánchez
jimenezsanchezfabiola@gmail.com

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

Volumen 8 Número 2

Contenido

Artículo

Caso de estudio: Costo de un animal de reemplazo para una explotación lechera de investigación.

Study case: Cost of a replacement dairy heifer for a research dairy farm.

Olga María Calvo Hernández, Enrique José Montenegro Hidalgo, Cynthia Rebeca Monge Rojas.....7

Índice de adopción de tecnologías en café, Región Brunca, Costa Rica.

A Technologies Adoption Index in Coffee, Brunca Region, Costa Rica.

Anthony Cubero Zamora, David Gómez Castillo, Luz Elena Barrantes Aguilar y Vanessa Villalobos Ramos.....27

Modelo para la estimación de precios de transporte de ganado a subastas en Costa Rica.

Model to estimate prices of livestock transportation to auctions in Costa Rica.

Aurea Leticia Vargas Salmerón.....45

Nota técnica

Sellos y Signos Distintivos de Calidad en las Exportaciones del Sector Agropecuario Costarricense.

Seals and Distinctive Signs of Quality in the Exports of Costa Rican Agricultural Sector.

María Fernanda Rosales Moya, David Gómez Castillo, Andrea Ruiz Zapata65

El sector agroalimentario mexicano y las nuevas tecnologías.

The Mexican agri-food sector and new technologies

Juan Manuel Vargas Canales.....89



Autor de la foto de portada:

Benjamin Lehman

Tomado de:

[pexels.com](https://www.pexels.com)

Caso de estudio: Costo de un animal de reemplazo para una explotación lechera de investigación

Study case: Cost of a replacement dairy heifer for a research dairy farm



Olga María Calvo Hernández ¹
Enrique José Montenegro Hidalgo ²
Cynthia Rebeca Monge Rojas ³

Fecha de recepción: 10 de marzo, 2022
Fecha de aprobación: 16 de junio, 2022

Vol.8 N° 2 Julio-Diciembre 2022

*Calvo, O., Montenegro, E. y Monge, C. (2022). Caso de estudio: Costo de un animal de reemplazo para una explotación lechera de investigación. Revista e-Agronegocios, 8(2).
<https://revistas.tec.ac.cr/index.php/eagronegocios/article/view/5851>*

 DOI: <https://doi.org/10.18845/ea.v8i2.5851>

1 Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
Correo: olga.calvohernandez@ucr.ac.cr
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6225-3017>

2 Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
Correo: enrique.montenegro@ucr.ac.cr
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5833-2716>

3 Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
Correo: cynthia.mongerojas@ucr.ac.cr
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2181-0486>



Resumen

La estimación del costo de producción de un animal de reemplazo para lechería es una herramienta fundamental para la toma de decisiones. Este proceso corresponde la base para establecer las necesidades de capital de trabajo que debería considerar una persona productora como parte de su actividad, dado que, hasta que un animal alcance su etapa productiva, será un elemento generador de costos.

El objetivo de esta investigación fue determinar el costo de producción de un animal de reemplazo de raza Jersey, bajo un sistema de lechería especializada, en la Estación Experimental Alfredo Volio Mata (EEAVM), a través de un sistema de acumulación de costos por actividades. Para ello, se segmentaron las etapas productivas en crianza, crecimiento, desarrollo y novillas a primer parto.

De enero a diciembre 2019, se realizaron mediciones de cada una de las actividades de cada etapa, considerando necesidades de insumos y mano de obra en tareas generales, así como otras acciones específicas de cada periodo productivo. Con ello, se estimó un costo total de ¢267 649,37 (US\$458,52) para un animal en etapa de crianza; ¢145 628,06 (US\$249,48) para crecimiento; ¢236 067,04 (US\$404,42) para una ternera de los 6 a 15 meses y para una novilla a primer parto fue de ¢491 846,69 (US\$842,61).

Es decir que un animal de reemplazo de los 0 a 24 meses de edad, significa para la EEAVM un costo total de ¢1 141 191,17 (US\$1 955,03), donde la alimentación (concentrado y pasto) se mantiene como el costo de mayor importancia (42,64%), seguido por la mano de obra con un 36,37%, el porcentaje restante se distribuye en otros costos como,

manejo sanitario, agua, costo de enfermedades presentes y electricidad.

Palabras clave: animal de reemplazo, costo de producción, costeo por actividades, valor animal, estación experimental.

Abstract

The estimation of the cost of production of a replacement animal for dairy is a fundamental tool for decision making. This process is the basis for establishing the working capital needs that a producer should consider as part of their activity, given that, until an animal reaches its productive stage, it will be a cost-generating element.

The objective of this research was to determine the production cost of a replacement animal of the Jersey breed, under a specialized dairy system, at the Alfredo Volio Mata Experimental Station (EEAVM), through a cost accumulation system by activities. For this, the productive stages in breeding, growth, development, and heifers at first calving were segmented.

From January to December 2019, measurements were made of each of the activities of each stage, considering the needs for supplies and labor in general tasks, as well as other specific actions of each productive period. With this, a total cost of ¢267,649.37 (US\$458.52) was estimated for an animal in the breeding stage; ¢145,628.06 (US\$249.48) for growth; ¢236,067.04 (US\$404.42) for a calf from 6 to 15 months and for a heifer at first calving it was ¢491,846.69 (US\$842.61).

In other words, a replacement animal from 0 to 24 months of age means a total cost for the EEAVM of ¢1,141,191.17 (US\$1,955.03), where the feed (concentrate and grass) is maintained as the most important cost (42.64%), followed by labor with 36.37%, the remaining percentage is distributed in other costs such as sanitary management, water, cost of current illnesses and electricity.

Key words: replacement dairy heifer, production cost, activity based costing, animal value, experimental station.

Introducción

La actividad láctea en el país tiene un rol fundamental en el sector agropecuario. Según datos de la Encuesta Nacional Agropecuaria realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), para el 2018, en el país se contabilizaron un total 249 860 animales dedicados a la explotación lechera, representando el 15,79% del total de ganado vacuno en Costa Rica. Para ese mismo año, la producción nacional de leche alcanzó las 1 162 toneladas métricas, incrementándose en un 21,82% con respecto a los datos del 2010. Representando al país un consumo per cápita de 216 litros, el cual estuvo por encima de las recomendaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), e incluso más allá del promedio regional (Giraldo, 2019).

Para marzo 2020, la Cámara Nacional de Productores de Leche (CNPL) indicó que la producción en el país estaba a cargo de 27 947 fincas, y que la materia prima generada a partir de estas unidades productivas se transformó en leche y productos lácteos pasteurizados, por más de 100 industrias en el país (Sánchez, 2020). Pese a ello, el sector lechero presenta varios desafíos, que van desde la apertura comercial, el comercio desleal, cambio climático, así como, la presencia de legislación ambiental que pone en riesgo al sector (Coto, 2020). No obstante, también exhibe oportunidades de mejora, que van desde la adaptación al cambio climático, acatamiento de la legislación ambiental y la disminución de los costos de producción. Donde esto último, puede ser logrado a través del aprovechamiento del recurso forrajero y la mejora en la eficiencia del recurso humano (Coto, 2020).

El conocimiento del costo de producción de un animal, independientemente de su etapa, es una herramienta que permite reducir los niveles de incertidumbre y por ende el riesgo en la toma de decisiones, identificando los puntos críticos en la valoración de la actividad. El riesgo o la incertidumbre son aspectos siempre presentes en una actividad, y se asocian a la toma de decisiones bajo el uso de información incompleta o la falta de esta (Ruiz, 2009).

A nivel general, la literatura define los sistemas de acumulación de costos como mecanismos esenciales para estimar el valor de un bien o servicio, para con ello definir un precio de venta y, por ende, obtener una utilidad (Fernández, 2020). Ahora bien, es importante considerar que no todas las unidades productivas poseen este objetivo común o pueden influir sobre su propio precio de venta, como el caso de estaciones experimentales de investigación.

El costo de producción adquiere un papel relevante independientemente de lo lucrativa o no, que sea la actividad. Ya que, no sólo se trata de cuantificar un costo sino también, de la capacidad de generar unidades productivas competitivas, que sean capaces de identificar sus elementos generadores de costos y tengan la capacidad de realizar un control debido del comportamiento de estos, a través de la utilización de técnicas de gestión que permitan vigilar, mantener y acortar los costos de producción (Molina, 2003).

Ahora bien, la problemática en este punto no radica tanto en la competitividad, sino va más allá y se centra en la carencia de información nueva o actualizada, relacionada con la estimación de los costos. Barboza y Sáenz (2019), expresan que una las principales limitantes en el sector agropecuario para favorecer la innovación, es la falta de datos actualizados. En ese caso, los autores plantean este problema como un efecto directo de la carencia de una cultura de sistematización y registro de la información (Barboza y Sáenz, 2019).

Referente teórico

La Norma Internacional de Contabilidad (NIC) N° 41, solicita que toda entidad debe de cuantificar sus activos biológicos en función de sus costos menos la depreciación y pérdidas acumuladas (Comité de Normas Internacionales de Contabilidad, 2001).

Un costo, se enfoca plenamente en el sentido de una parte o variable esencial y necesaria, para poder estimar el valor total de generar o brindar un producto o servicio (Polimeni et al., 1994). De igual modo, se puede decir que, un costo se asocia al importe monetario que debe de desembolsarse y pagarse para poder hacer uso de un bien o servicio (Horngren, Datar y Rajan, 2012).

Este importe monetario, es necesario para poder trabajar el sistema de acumulación de costos por actividades. Horngren et al., (2012), definen este método como el proceso 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", (p.146).

El costo total de una actividad se deriva de la sumatoria de los costos de mano de obra, materiales e insumos, así como otros costos indirectos de producción. Polimeni et al., (1994) precisan la mano de obra directa como el "esfuerzo físico o mental empleados en la fabricación de un producto", (p.12), que se asocia directamente al proceso de producción. Los materiales directos (MTD), "son los principales recursos que se usan en la producción" (p.12), específicamente los relacionados con la producción (Polimeni et al, 1994). Y los costos indirectos de fabricación, o bien para este caso de producción (CIP), son aquellos que se utilizan para acumular los materiales indirectos, la mano de obra indirecta y los demás costos indirectos de fabricación que no pueden identificarse directamente con los productos específicos", (p.13) (Polimeni et al, 1994).

En lo que respecta al proceso productivo, González et al. (2017) (citando a Blanco, 2007) precisan que, la cría de animales de reemplazo comprende un lapso que va desde el nacimiento hasta cuando el animal se encuentra listo para su primer parto o cuando alcanzan su edad reproductiva y resaltan que, cada una de las etapas comprendidas dentro de este proceso determina el manejo y mantenimiento de los animales y, por ende, también su costo de producción.

Viguera, Watler y Morales (2018), por su parte, indican que la producción de lechería especializada suele dividirse en tres etapas generales (crianza, desarrollo de novillas-vacas secas y producción). En la primera de ellas, generalmente se alimenta a los animales con un sustituto de leche por 2 a 3 meses, hasta el destete de los animales, que es cuando dejan de consumir leche; además se les brinda pasto y alimento balanceado hasta los 7 y 8 meses (Viguera et al, 2018). La segunda etapa, referida al desarrollo de novillas comprende un periodo que va de los 8 meses hasta el primer parto. En este caso, los animales se desarrollan en potreros y se montan o inseminan, alrededor de los 15 meses cuando alcanzan su edad reproductiva y están listas para parir, aproximadamente a los 24 meses. Y por último se encuentra el periodo de producción que, para el caso de esta investigación, no será evaluado (Viguera et al, 2018).

Metodología

El diseño de investigación¹ se trabajó en la estación Experimental Alfredo Volio Mata, dedicada a la investigación en la Universidad de Costa Rica. Está ubicada en la provincia de Cartago, cantón de La Unión, distrito de San Rafael. Los datos recopilados representan información de enero a diciembre 2019. Se valoró el costo de producción de un animal de reemplazo bajo un sistema de lechería especializada, que utiliza animales de raza Jersey.

Para la recolección de información, se determinaron las principales actividades que se realizan en cada una de las etapas productivas, a través de un levantamiento previo de información con apoyo técnico-zootecnista. Siendo estas; crianza (0 a 3 meses), crecimiento (3 a 6 meses), desarrollo (6 a 15 meses) y novillas a primer parto (15 meses a 24 meses). Se trabajó en promedio con un grupo de 7 animales en la etapa de crianza, 6 en crecimiento, 8 en desarrollo; para el caso de las novillas a primer parto, estas se trasladan con las vacas secas en producción, por lo que se realizó una valoración individualizada por animal, para hacer la separación respectiva de los animales propios de producción.

Los animales en crianza se mantienen en cuadras y corrales propios de esta área, se les brinda leche e introduce al uso de concentrado a los días de nacida (Anexo 1). En crecimiento y desarrollo, las terneras se encuentran en apartos (potrero) cercanos a las instalaciones de crianza, donde se alimentan de pasto. Las novillas a primer parto, al alcanzar los 15 meses se trasladan a los potreros e instalaciones de producción, donde son inseminadas artificialmente y se espera que, aproximadamente a los 24 meses estén pariendo su primera cría.

Para poder identificar cuáles son los recursos asociados a cada actividad, y los respectivos generadores de costo, en cada una de las etapas, se cuantificaron costos directos de mano de obra y materiales o insumos (Anexo 2) para alimentación, manejo sanitario, así como costos indirectos como agua, electricidad y costos de enfermedades presentadas. Con el objetivo de determinar el costo específico y real de mano de obra por cada labor, se calculó el costo por

¹ Enfoque: cuantitativo. Diseño: no experimental. Tipo: descriptiva.

hora del personal administrativo, en función de la Escala Salarial para el Sector Administrativo a julio 2019 de la Universidad de Costa Rica (Trabajadores operativos A y B), y el tiempo de cada una de las jornadas laborales (Oficina de Recursos Humanos [ORH], 2020).

Se realizaron como mínimo 3 mediciones de tiempo, para asegurarse de que no se presentará variabilidad significativa en los datos obtenidos por animal. En todos los casos, las medidas se promediaron para primeramente obtener un tiempo por día, consecutivamente por etapa productiva y en una instancia final, por animal, considerando a su vez, que hay tareas que se realizan de forma diaria, otras de manera mensual, e incluso anual.

En todas las etapas se consideraron actividades generales como lapsos de alimentación, manejo sanitario, pesaje y manejo de potreros, así como otras acciones concretas de cada una de las etapas; como, cambio de camas, tatuado, descuerne, areteado, traslado de leche a terneras (crianza); mantenimiento y traslado de cercas (crecimiento, desarrollo y novillas a primer parto), palpación e inseminación (novillas a primer parto).

En lo que respecta a la alimentación (ver Anexo 1), se trabajó de forma diferenciada en función de cada etapa animal. Con respecto al manejo sanitario, este se enfoca en el uso de vigorizantes y reconstituyentes, vitaminas y minerales, control de parásitos, guantes, jeringas, entre otros. Para ello, se consultó el manejo técnico que se le da a cada animal por etapa y se revisaron las bitácoras disponibles. Determinando con ello el producto y la dosis utilizada, que fue multiplicado por el costo unitario de cada insumo.

A su vez, se consideró un costo por enfermedades que se presentaron durante el periodo de evaluación. Su estimación se obtuvo a través de la revisión de las bitácoras de trabajo de cada etapa, del 2017 al 2019, realizando una trazabilidad de los animales enfermos, revisando productos y dosis aplicadas, para posteriormente calcular un costo por estos padecimientos. A partir de esta revisión, se determinaron enfermedades y problemas recurrentes como intoxicaciones, problemas respiratorios, abscesos, diarreas, piroplasmosis, anemias, gubarros.

Para determinar costos de agua y electricidad, se estimó técnicamente el consumo de agua de un animal por etapa y se multiplicó por el valor del metro cúbico del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), indicado por la Autoridad Reguladora de Servicios Públicos (ARESEP) (2020). Según las lecturas expresadas en los recibos de pago sobre el consumo de m³ y pago total por concepto de agua. En lo que respecta a la electricidad, se calculó el consumo de kWh de bombillos y fluorescentes, cercas eléctricas, bombas de agua, entre otros. El valor obtenido se multiplicó por la tarifa comercial (TG) de la Compañía Nacional de Fuerza y Electricidad (CNFL) (CNFL, 2020). Se tomó como referencia el tipo cambio de venta del Banco Central de Costa Rica, al 9 de junio del 2020 de ₡583,72, para trasladar los montos obtenidos de cada etapa a dólares estadounidenses.

En el manejo de potreros, se incluyó el costo de agroquímicos, así como el mantenimiento general que se les brinda a estos. Para determinar el valor de los insumos anteriores, se revisaron y se realizaron registros en Excel, de las compras realizadas por la EEAVM a sus diferentes proveedores por productos y cantidades, según las facturas físicas presentadas, desde el 2017 al 2019. Se tomó en cuenta un costo de mantenimiento de equipo y maquinaria, no así

depreciación, ya que las instalaciones y equipos, en y con los cuales se desarrolla la actividad, ya se encuentran depreciados. Así tampoco costos del toro, debido a que en la Estación se trabaja con inseminación artificial y no monta natural.

Resultados

La EEAVM, al ser una componente experimental de la Universidad de Costa Rica, equilibra el manejo de los animales en función de sus objetivos de investigación y el uso de un plan técnico básico de manejo adecuado. En ese caso, llevar un animal de los 0 a 3 meses, le representa a esta unidad un costo promedio de ₡267 649,37 por animal (US\$458,52²), lo que es equivalente a un costo diario promedio de ₡2 973,88 (Cuadro 1). El rubro más alto en esta etapa lo simboliza los MTD, específicamente, la alimentación (leche y concentrados), seguido por la mano de obra y otros costos indirectos de producción.

Cuadro 1. Costo de producción promedio de una ternera Jersey de 0 a 3 meses para la Estación Experimental Alfredo Volio. Cartago, Costa Rica, 2019.

Actividad	MOD	MTD	CIP ³	Total	% que representa
Alimentación mañana/tarde	16 378,19	130 985,42		151 365,25	56,55
Cambio de cama	13 900,08	30 726,81		48 628,53	18,17
Traslado de leche a terneros	30 555,13	0		34 556,77	12,91
Pesaje y manejo sanitario ⁴	447,24	4 786,78	24 009,86	9 235,66	3,45
Tatuado, descuerne, areteado	516,81	9 115,00		13 633,45	5,09
Limpieza diaria	6 228,07	0		10 229,72	3,82
Total	68 025,51	175 614,01	24 009,86	267 649,37	100

El costo de una hembra de reemplazo, para una edad entre los 3 a 6 meses (Cuadro 2) asciende a ₡145 628,07 (US\$249,48) por animal, lo que constituye un costo diario promedio de ₡1 618,09. En este caso, igualmente los MTD, concretamente la alimentación de los animales significa el costo más alto.

2 Al tipo de cambio de venta del Banco Central de Costa Rica, al 9 de junio del 2020 de ₡583,72.

3 CIP: No se asigna a una actividad en específico, sino a toda la etapa como tal. Incluye agua, luz, costos de enfermedades presentes, bloques minerales; se proratea en función de cada una de las actividades de forma equitativa. Considerar aclaración para cuadros 2, 3 y 4.

4 Incluye atención de la cría al momento de nacer.

Cuadro 2. Costo de producción promedio de una hembra Jersey de reemplazo de 3 a 6 meses para la Estación Experimental Alfredo Volio. Cartago, Costa Rica, 2019.

Actividad	MOD	MTD	CIP	Total	% que representa
Alimentación	2 969,64	57 638,12		62 633,32	43,01
Manejo de potreros	3 577,88	39 199,30	8 102,24	44 802,74	30,77
Traslado y mantenimiento cercas	26 714,87	0		28 740,43	19,74
Manejo sanitario y pesaje	718,23	6 707,78		9 451,57	6,49
Total	33 980,62	103 545,20	8 102,24	145 628,06	100

Mantener una ternera de reemplazo de los 6 a 15 meses (Cuadro 3), tiene un valor de ¢236 067,04 (US\$404,42) por hembra, lo que equivale a un valor diario promedio de ¢874,32. Así como en las etapas anteriores, la alimentación se mantiene como el principal costo dentro de esta etapa.

Cuadro 3. Costo de producción promedio de una hembra Jersey de reemplazo de 6 a 15 meses para la Estación Experimental Alfredo Volio. Cartago, Costa Rica, 2019.

Actividad	MOD	MTD	CIP	Total	% que representa
Alimentación	6 440,19	148 570,22		179 506,73	76,04
Manejo de potreros	10 733,65	31 508,12	24 496,32	42 241,77	17,89
Manejo sanitario y pesaje	2 154,68	10 374,92		12 529,60	5,31
Traslado y mantenimiento cercas	1 788,94	0		1 788,94	0,76
Total	21 117,47	190 453,26	24 496,32	236 067,04	100

En referencia al costo de una hembra de reemplazo para la etapa de los 15 a 24 meses (Cuadro 4), este valor asciende a los ¢491 846,69 (US\$842,61) por animal, equivalente a un costo diario promedio de ¢1 821,65. A diferencia de las etapas anteriores de crianza, crecimiento y desarrollo, en este caso; el costo más alto es el generado por la mano de obra, seguido de la alimentación.

Cuadro 4. Costo³ de producción promedio de una hembra Jersey de reemplazo de 15 a 24 meses para la Estación Experimental Alfredo Volio, Cartago, Costa Rica, 2019.

Actividad	MOD	MTD	CIP	Total	% que representa
Traslado de animales a corral/potreros	213 599,67	0		219 750,14	44,68
Alimentación	75 135,56	149 437,31		230 723,34	46,91
Manejo sanitario y pesado	2 649,67	14 576,88	30 752,35	23 377,01	4,75
Inseminación	387,6	5 000,00		11 538,07	2,35
Palpación	132,51	175,15		6 458,13	1,31
Total	291 905,02	169 189,33	30 752,35	491 846,69	100

En función de los datos anteriores, se resume que a la EEAVM le cuesta ₡1 141 191,17 (US\$1 955,03) en promedio, mantener una hembra de reemplazo de los 0 a los 24 meses (Cuadro 5). Donde la alimentación se mantiene como el costo dominante en el sistema de producción, seguido de la mano de obra.

Cuadro 5. Costo de producción promedio de una hembra Jersey de reemplazo de 0 a 24 meses para la Estación Experimental Alfredo Volio, Cartago, Costa Rica, 2019-2020.

Actividad	MOD	MTD	CIP	Total	% que representa ⁶
Crianza	68 025,51	175 614,01	24 009,86	267 649,37	23,45
Crecimiento	33 980,62	103 545,20	8 102,24	145 628,06	12,76
Desarrollo	21 117,47	190 453,26	24 496,32	236 067,04	20,69
Novillas a primer parto	291 905,02	169 189,33	30 752,35	491 846,69	43,1
Total MOD, MTD y CIP	415 028,62	638 801,79	87 360,76	1 141 191,17	100
% que representa MOD, MTD Y CIP⁷	36,37	55,98	7,66	100	

5 En este punto no se incluye el costo de manejo de potreros, con el fin de no hacer una duplicación del valor del costo, ya que éste forma parte de costo de los animales de producción, ya que, a esa edad, las novillas se trasladan con las vacas secas en producción.

6 Del costo total de producción de los 0 a 24 meses.

7 Del costo total de producción de los 0 a 24 meses.

Discusión

En el 2000, los investigadores Gabler et al. (2000), desarrollaron una hoja de cálculo para estimar el costo de una ternera de reemplazo, en Pensilvania, Estados Unidos. Con ello, cuantificaron el valor del animal desde el destete hasta los 6 meses, alcanzando un costo estimado entre los US\$170,75 y US\$172,06. Mientras que, el costo total promedio de los 6 meses hasta la edad reproductiva estuvo entre los US\$313,27 y US\$ 329,43. En ese caso, los autores afirman, que este periodo es el menos costoso dentro del proceso evaluado, aspecto que concuerda con los resultados de esta investigación.

Por otra parte, estos autores estimaron que, llevar un animal desde la edad reproductiva al parto, merece valores entre los US\$390,15 y US\$501,77. En todas las etapas el costo de alimentación destacó como el más relevante (entre el 52,9% y 64,00%), seguido por los niveles de mano de obra (Gabler et al., 2000). Aspectos que concuerdan con el nivel de jerarquía de esta investigación, no así con el porcentaje que consumen propiamente del costo como tal.

Con relación al costo de producción, Zwald et al. (2007), trabajaron el costo de crianza de reemplazos en explotaciones lecheras en 21 condados de Wisconsin. Con lo que determinaron un costo promedio por animal de US\$1 322,71. Manteniéndose la alimentación, mano de obra e intereses, como los insumos más significativos de la exploración y que, concuerdan con el orden de importancia, en los dos primeros casos, con los datos de este estudio.

Según Rivera (2000), citado por Elizondo y Solís (2018), el costo de criar un animal de raza Jersey, desde el destete hasta la edad promedio de 3,2 meses, fue de ₡121 260,33 (US\$218,35). Donde la alimentación, mano de obra y fertilización de pasturas fueron las variables de mayor importancia en este caso, valor que presenta similitud con los datos de esta investigación y respalda los datos obtenidos, salvo para el caso del costo asociado a la fertilización de pasturas y el porcentaje que esto representa.

A partir de los datos estimados por Heinrichs et al., (2013), el costo total promedio de un animal de reemplazo desde su nacimiento hasta el primer parto (Pensilvania, Estados Unidos), fue de US\$1 808,23 ± US\$338,62. Distribuyéndose en US\$217,49 ± 86,21, para terneras desde su nacimiento al destete; US\$247,38 ± 78,89 asociados a la crianza desde el destete hasta los 6 meses. De los 6 meses hasta su edad reproductiva representó un costo promedio US\$607,02 ± 192,28 y de esta última etapa hasta el primer parto, el costo fue de US\$736,33 ± 162,86 por animal.

En relación a lo estimado por Heinrichs et al., (2013) en todas las etapas productivas analizadas, el costo de alimentación y mano de obra fueron los más significativos. A su vez, se evidencia un aumento gradual del porcentaje que constituye la alimentación sobre los demás costos, a lo largo de cada una de las etapas. No obstante, de forma contraria se muestra una reducción progresiva de la proporción que simboliza la mano de obra.

En esta investigación, se contemplaron etapas similares a las analizadas por Heinrichs et al., (2013). Sin embargo, a diferencia de estos autores, se incluyeron costos de manejo de potreros, agua, electricidad y otros costos indirectos de producción. Como parte de esta investigación se pudo determinar que, el costo de alimentación, igualmente a lo presentado por Heinrichs et al., (2013), fue el porcentaje más alto para las etapas de crianza, crecimiento y desarrollo, no así para los animales de los 15 a 24 meses.

De forma similar a la relación que presentan Heinrichs et al., (2013), donde el porcentaje de costo de alimentación se amplía por cada etapa y el de mano de obra se disminuye. En esta investigación, se evidenció una relación semejante, salvo para el caso de las novillas a primer parto, donde se da un incremento sustancial en mano de obra, debido al traslado de los animales y distancias de los potreros.

También, Heinrichs et al., (2013) estimaron un costo total promedio de US\$1 808,23 ± US\$338,62 de una ternera desde su nacimiento hasta el primer parto; donde 72,88% fueron costos de alimentación, 11,20% de mano de obra, 4,98% manejo de camas, 2,72% de alimentación y 0,96% de salud. Presentando diferencias en las proporciones que constituyen cada uno de los rubros del costo total promedio, en función de los datos obtenidos en este estudio.

En 2015, Elizondo y Vargas (2015), determinaron el costo de un animal de raza Holstein desde su nacimiento hasta los 4 meses, en una finca de ganadería especializada en San Ramón de Tres Ríos, Cartago, Costa Rica. Con ello, obtuvieron un costo de ₡221 287,88 (US\$442,97); exponiendo la alimentación (64,45%), como el rubro más significativo, seguido de la mano de obra (18,89%) y el manejo sanitario (15,34%).

El costo estimado en esta investigación, se encuentra por encima del exhibido por Elizondo y Vargas (2015). Es preciso señalar que, Elizondo y Vargas (2015) incluyeron en la alimentación insumos como forraje, lactoreemplazador, suplemento calostroal y complejos vitamínicos A, D y E; los cuales se excluyeron en esta investigación. Igualmente, se demuestra concordancia en que los costos de alimentación y mano obra, son los más importantes en esta etapa.

Para el 2017 Boulton et al., (2017), cuantificaron el costo de mantener un animal desde el nacimiento hasta el primer parto, en Gran Bretaña. Considerando costos de alimentación, forraje, suministro veterinario y medicamentos, reproducción, manejo de camas y desinfección, agua, almacenamiento de lodos, electricidad, transporte y registro. Con ello, lograron establecer que, la crianza de un animal de su nacimiento al destete constituía un costo promedio de £195,15 (US\$239,64). A su vez, el costo promedio de un animal de reemplazo desde el destete hasta la concepción fue de £745,94 (US\$916,01) y desde la concepción al parto, se generó un costo promedio de £450,36 (US\$553,04).

Según las estimaciones realizadas por Boulton et al., (2017), el costo de alimentación es la partida más alta dentro de los costos de cada una de las etapas. Éste es equivalente al 46,4% de los costos totales promedios del nacimiento al destete y significó el 35,6% en la etapa del destete a edad reproductiva y el 32,7% de la edad reproductiva al primer parto. A diferencia del

estudio realizado por Heinrichs et al., (2013), donde el valor de alimentación poseía un proporción creciente en función del avance de cada etapa.

La relación estimada por Boulton et al., (2017) difiere con lo presentado en las estimaciones realizadas en el EEAVM. Dado que, a pesar de que dichos autores concuerdan en que la mano de obra es el segundo costo de mayor importancia dentro de la estructura; la mano de obra a diferencia del costo alimentación, luce un crecimiento en su participación porcentual; aspecto que no es acorde con el comportamiento observado en esta investigación.

Para Boulton et al., (2017), las proporciones de los demás costos en cada etapa se vuelven variables después de la mano de obra. De forma general para Boulton et al., (2017), el costo total promedio de mantener un animal del nacimiento a su primer parto fue de £1 391,45 (US\$1 708,70); donde el 36,8% corresponde a costos de alimentación, 22,3% mano de obra, 8,7% camas y desinfección, 7,1% cambios de camas y suelo, 6,9% pastos, 4,4% reproducción y en menor proporción a éste último se encuentran vivienda y maquinaria (4,3%), salud y enfermedades (4,1%), agua (2,4%), electricidad (1,6%) y otros (1,1%). Los costos de cambios de camas para esta investigación, se diluyeron en el costo de mano de obra y materiales directos; pese a ello se hace necesario destacar que, el costo de mantenimiento de potreros exhibe una importancia similar al de la investigación Boulton et al., (2017), así como el costo de agua y electricidad.

Elizondo y Solís (2018) estimaron el costo de una ternera Jersey de reemplazo desde el nacimiento hasta el primer parto, igualmente en la Estación Experimental Alfredo Volio Mata. Tomando en cuenta el costo de mano de obra, alimentación (alimento balanceado, leche integra y agua), manejo sanitario, aserrín, electricidad, costo del semen y mantenimiento. Los costos de la actividad fueron divididos del nacimiento al destete, del destete a los 16 meses y de los 16 meses al primer parto.

Para la primera etapa, Elizondo y Solís (2018) precisaron que el costo de un animal de los 0 a 3 meses era equivalente a ¢205 948 (US\$370,85). De los 3 a 16 meses fue de ¢435 980,57 (US\$785,07) y, por último, de los 16 meses al parto estuvo en ¢176 432,38. De 0 a 3 meses, el costo más significativo fue la alimentación con un 64,04%, seguido por el aserrín de las camas (14,05%) y mano de obra (9,71%). Esto difiere con todas las investigaciones anteriores, donde siempre es la mano de obra la que ocupa el segundo lugar de importancia. Los datos exteriorizados en la presente investigación, varían con el costo ofrecido por Elizondo y Solís (2018). Igualmente, concuerdan en que la alimentación es el costo de mayor importancia, no obstante, hay una diferencia con el peso porcentual de esta variable.

También en lo que respecta al costo de un animal de los 3 a 16 meses, para Elizondo y Solís (2018), el porcentaje de alimentación se incrementó sustancialmente de un 64,04% de la etapa anterior a un 86,19%. Teniendo la mano de obra el segundo lugar de importancia, pese a ello sólo representa el 5,04% de los costos de esta etapa, seguido sólo por el manejo sanitario (4,48%). Se puede notar que el trabajo realizado por Elizondo y Solís (2018), pareciera arrojar resultados más concordantes con los de Heinrichs et al., (2013) y esta investigación, donde el costo de la alimentación se incrementó, y además, se presenta una tendencia a disminuir el

porcentaje que significa la mano de obra, del costo de cada etapa.

Cabe señalar que, esta investigación concuerda con el orden de importancia de los costos presentados Elizondo y Solís (2018), no así con los porcentajes de importancia. La variación del costo total promedio de cada etapa puede darse debido a presiones inflacionarias, así como la clasificación de los costos y partidas, la metodología empleada, e incluso el manejo que se le dio a los animales en ese momento, el cual puede presentar variaciones, debido a los fines de investigación de la Estación.

Por último, Elizondo y Solís (2018) valoraron que, el costo de un animal de los 16 meses al parto era de ₡176 432,38 (US\$317,70), donde la alimentación se mantuvo como el principal costo (77,56%), seguido de la mano de obra (7,86%) y el vagón mezclador (7,21%). Aspectos que igualmente concuerdan con el orden de importancia de los costos de la presente investigación, no así con sus participaciones. Cabe resaltar que es en esta etapa productiva, donde se presentan las mayores diferencias asociadas al costo de producción, en función de la estimación realizada por Elizondo y Solís (2018).

Se hace sustancial indicar, que esta investigación presenta una similitud relevante con los datos determinados por Boulton et al., (2017), específicamente demuestra una similitud en los porcentajes participación de los costos. También concuerda de forma significativa con los estudios de Heinrichs et al., (2013) y Elizondo y Vargas (2015); donde la alimentación y la mano de obra son los costos de mayor importancia en una explotación lechera.

Sumado a ello, González (2018) estimó en Panamá, el costo de producir una ternera durante los primeros 4 meses. Con su investigación pudo concluir, que la alimentación es el rubro de mayor peso dentro del componente principal, mostrándose por encima del 65%. La mano de obra ocupó el segundo lugar, con un 27,63%; seguida en menor proporción por otros costos como, manejo sanitario e identificación; aspectos que concuerdan con el orden de importancia de los costos de esta investigación, no así con los porcentajes de participación.

Tozer y Hendrichs (2001), en Pensilvania, Estados Unidos. Desarrollaron un modelo para evaluar el impacto de diferentes variables en el hato de reemplazo y también determinaron el costo de la cría de reemplazos, para un sistema productivo de 100 vacas. Con ello concluyeron, que el costo de cría los reemplazos suficientes para un hato de 100 vacas, fue de US\$ 32 344. Donde evidenciaron que, la edad promedio al primer parto, además de otros factores, afectan de forma importante los costos totales de producir un animal de reemplazo.

Como se ha evidenciado, el costo de producción se muestra sensible al comportamiento de sus diferentes variables. Autores como Tozer y Hendrichs (2001), señalan que la edad al primer parto influye significativamente sobre el costo de un animal de reemplazo. Mientras que Heinrichs (1993), concuerda que la tasa de crecimiento desde el nacimiento al primer parto, afecta de forma importante el costo de producción, así como, la dieta de los animales durante este periodo. El descenso de los costos de alimentación, desde el destete, es uno de los muchos factores que afectan el costo total de criar animales de reemplazo, para un sistema de explo-

tación lechero (Heinrichs, 1993).

Autores como Cerdas (2013), citando a Gadberry (2010) y Gularte (2003), que hace referencia a Wattiaux (1999), concuerdan que la alimentación es el valor más alto, dentro del costo de producir un animal tanto para leche como carne. Así también Gularte (2003) (citando a Wattiaux (1999)), menciona que "levantar terneras con pesos y edades óptimas al primer parto, se refleja en mayor productividad de la vaca, mayor disponibilidad de reemplazos, crecimiento del hato y reducción de costos de alimentación" (p.2).

Conclusiones

La alimentación y mano de obra son los elementos más importantes generadores de costos dentro de las etapas de crianza [costo total ₡267 649,37 por animal (US\$458,52)], crecimiento [costo total ₡145 628,06 (US\$249,48)] y desarrollo [costo total ₡236 067,04 (US\$404,42), mostrándose respectivamente como el primer y segundo valor de significancia, para estas tres etapas.

La etapa de los 15 a 24 meses [costo total ₡491 846,69 (US\$842,61)], difiere del comportamiento presentado por la etapas anteriores de crianza, crecimiento y desarrollo, donde el costo más alto es el generado por la mano de obra. Dado que, a diferencia de las etapas de los 0 a 15 meses donde los animales se mantienen en corrales o apartos cercanos a estos, las novillas a primer parto se desplazan y mantienen en potreros, por lo que suma a ello el traslado de estos animales y la distancia de los potreros.

A manera general y en función del costo total de los 0 a 24 meses, la alimentación (MTD) se mantiene como el valor de mayor jerarquía, seguido por la mano de obra; el porcentaje restante se distribuye en otros costos indirectos de producción.

La tasa de crecimiento desde el nacimiento al primer parto, así como la dieta de los animales durante este periodo, se consideran como variables que afectan de forma significativa el costo a una hembra de reemplazo para un sistema de explotación lechero. Por lo que, un aumento en la cantidad de días adicionales de cada etapa, podrían generar un aumento en la edad al primer parto, lo que se traduce en un aumento en las necesidades de alimentación, uso de mano de obra, e insumos y por ende un aumento en el costo total de producción.

La etapa menos costosa de producción es la de mantener un animal reemplazo de los 3 a 6 meses, no obstante, en la literatura consultada la etapa de crianza y crecimiento se integran como una sola, valorando el animal desde el nacimiento hasta los 6 meses. En ese caso, es la etapa de desarrollo, de los 6 a 15 meses, la que representa un menor costo a lo largo de todo el periodo de producción.

La estimación del costo de producción de un animal de reemplazo es una herramienta fundamental para la toma de decisiones en una unidad productiva. Su conocimiento, le permite

al productor o desarrollador estar preparado en función del capital de trabajo que se requiere para la actividad, por todo el periodo de tiempo, que el animal aún no generará ingresos. A su vez, su comprensión consiente la toma de decisiones más acertadas, acordes al manejo propio de cada finca, y en función de lo que representa cada actividad y sus respectivos rubros, sobre el costo total.

La investigación se limitó a la comparación con otros estudios nacionales e internacionales, sólo a nivel del comportamiento de las partidas, según su significancia porcentual dentro de cada costo total. Esto debido a que, cada investigación fue realizada en países y momentos de tiempo diferentes, lo que amerita el desarrollo e implementación de otras metodologías, como la Ley de Paridad de Compra, para hacer comparables los valores de costos por país. Lo que está fuera del objetivo de esta investigación. No obstante, es un tema sumamente relevante por evaluar en una próxima investigación.

Literatura citada

- Autoridad Reguladora de Servicios Públicos. (17 de setiembre 2020). Tarifa acueductos AyA. <https://aresep.go.cr/agua-potable/tarifas>
- Barboza, L. y Sáenz, F. (2019). Innovación agropecuaria en Costa Rica y sus efectos en el desarrollo de territorios rurales: los desafíos de una agenda complementaria. *Revista Universidad en Diálogo*. 10(1), 169-87.
- Blanco, O. (2007). Alimentación de becerras para lactancia. *Memorias del Curso: Producción de becerras y vaquillas lecheras*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM.
- Boulton, A., Rushton, J. y Wathes, D. (2017). An empirical analysis of the cost of rearing dairy heifers from birth to first calving and the time taken to repay these costs. *Animal*, 11(8), 1372-1380. <https://doi.org/10.1017/S1751731117000064>
- Cerdas, R. (2013). Formulación de raciones para carne y leche: Desarrollo de un módulo práctico para técnicos y estudiantes de ganadería de Guanacaste, Costa Rica. *InterSedes*, 14(29), 133-158. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-24582013000300009
- Comité de Normas Internacionales de Contabilidad. (2001). Norma Internacional de Contabilidad N° 41. <http://nicniif.org/files/NIC%2041%20Agricultura.pdf>
- Compañía Nacional de Fuerza y Luz. (17 de setiembre 2020). Consulta de recibos. <https://www.cnfl.go.cr/servicios/autogestion/consulta>

- Coto, A. (2020). Sector lácteo costarricense. Desafíos y portunidades. [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>
- Elizondo, J. y Solís, H. (2018). Costo de criar una ternera lechera de reemplazo desde el nacimiento al parto. *Agronomía Mesoamericana*, 29(3), 547-555. <https://doi.org/10.15517/ma.v29i3.32545>
- Elizondo, J y Vargas, A. (2015). Determinación del costo de la crianza de terneras desde el nacimiento hasta el destete en una lechería comercial especializada. *Nutrición Animal Tropical*, 9(2), 1-10. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/nutrianimal/article/view/20989/21121>
- Fernández, G. (2000). Estrategias para la toma de decisiones sobre costos en un proceso productivo. Toma de decisiones sobre costos en la pesca del atún. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 6(3), 389-398. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28060304>
- Gabler, M., Tozer, P. y Heinrichs, A. (2000). Development of a Cost Analysis Spreadsheet for Calculating the Costs to Raise a Replacement Dairy Heifer. *Journal of Dairy Science*, 83 (5), 1104-1109. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)74975-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)74975-7)
- Gadberry S. (2010) "Part 3: Nutrient requirement tables". Beef cattle nutrition series. University of Arkansas, USA. [Archivo PDF]. <https://www.uaex.uada.edu/publications/pdf/MP391.pdf>
- Giraldo, A. (2019). Industria láctea hacia el 2050. [Archivo PDF]. <http://proleche.com/wp-content/uploads/2019/11/3.-Andr%C3%A1s-Giraldo-Prospecci%C3%B3n-de-la-industria-l%C3%A1ctea-hacia-2050.pdf>
- González, L. (2018). Levante de terneras para reemplazo y terneros para ceba semiestabuladas. Práctica profesional como opción de trabajo de grado sometida para optar por el título de Ingeniero Agrónomo Zootecnista, Universidad de Panamá. <http://201.226.239.111/877/1/PP%20CD%20636.21%20G59%20-%20Gonz%C3%A1lez%20Leonel%20-%202018.pdf>
- González, R., González, J., Peña, B., Moreno, A. y Reye, J. (2017). Análisis del costo de alimentación y desarrollo de becerras de reemplazo lactantes. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 40, 561-569. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14152127005>
- Gularte, R. (2003). Efecto de 15 y 20% de grasa en el lactoreemplazador sobre el desarrollo corporal en terneros y análisis del desempeño en animales de reemplazo de

- diferentes grupos raciales. Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura, Universidad Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2050/1/CPA-2003-T033.pdf>
- Heinrichs, A. (1993). Raising Dairy Replacements to Meet the Needs of the 21st Century. *Journal of Dairy Science*, 76 (10), 3179-3187. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77656-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77656-0)
- Heinrichs, A., Jones, C., Gray, S., Heinrichs, P., Cornelisse, S. y Goodling, R. (2013). Identifying efficient dairy heifer producers using production costs and data envelopment analysis. *Journal of Dairy Science*, 96(11), 7355-7362. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6488>
- Horngren, C., Datar, S. y Rajan, M. (2012). *Contabilidad de costos. Un enfoque gerencial*. Pearson Educación.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (21 de agosto, 2020). Encuesta Nacional Agropecuaria. <https://www.inec.cr/encuesta-nacional-agropecuaria>
- Molina, O. (2003). Nuevas Técnicas de Control y Gestión de Costos en Búsqueda de la Competitividad. *Actualidad Contable Faces*, 6 (6), 25-32. <https://www.redalyc.org/pdf/257/25700604.pdf>
- Oficina de Recursos Humanos. (30 de noviembre 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
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2016). *Manual de Estadísticas sobre Costos de Producción Agrícola Lineamientos para la Recolección, Compilación y Difusión de Datos*. [Archivo PDF]. <https://www.fao.org/3/ca6411es/ca6411es.pdf>
- Polimeni, R., Fabozzi, F., Adelberg, A. y Kole, M. (1994). *Contabilidad de costos*. McGraw-Hill.
- Rivera, A. 2000. Determinación del retorno de la inversión en la crianza y desarrollo de novillas Jersey a primer parto en la zona de altura de la Meseta Central de Costa Rica. Tesis para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia, Universidad de Costa Rica, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica.

Ruiz, C. (2009). Gestión del riesgo agropecuario [Archivo PDF]. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7267/Bolet%c3%adn%20INIA%20N%c2%b0%20186?sequence=1&isAllowed=y>

Sánchez, F. (18 de marzo de 2020). No habrá escasez de leche ni productos lácteos, aseguran productores. [elmundo.cr. https://www.elmundo.cr/costa-rica/no-habra-escasez-de-leche-ni-productos-lacteos-aseguran-productores/](https://www.elmundo.cr/costa-rica/no-habra-escasez-de-leche-ni-productos-lacteos-aseguran-productores/)

Tozer, P. y Heinrichs, A. (2001). What Affects the Costs of Raising Replacement Dairy Heifers: A Multiple-Component Analysis. *Journal of Dairy Science*, 84(8), 1836-1844. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74623-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74623-1)

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>

Wattiaux, M. (1999). Guías Técnicas Lecheras Electrónicas. The Babcock Institute. University of Wisconsin, Madison. USA.

Zwald, A., Kohlman, T., Gunderson, S., Hoffman, P. y Kriegl, T. (2007). Economic Costs and Labor Efficiencies Associated with Raising Dairy Herd Replacements on Wisconsin Dairy Farms and Custom Heifer Raising Operations. [Archivo PDF]. <https://eauclaire.extension.wisc.edu/files/2013/07/ICPA-Final-Report-2007.pdf>

Anexos

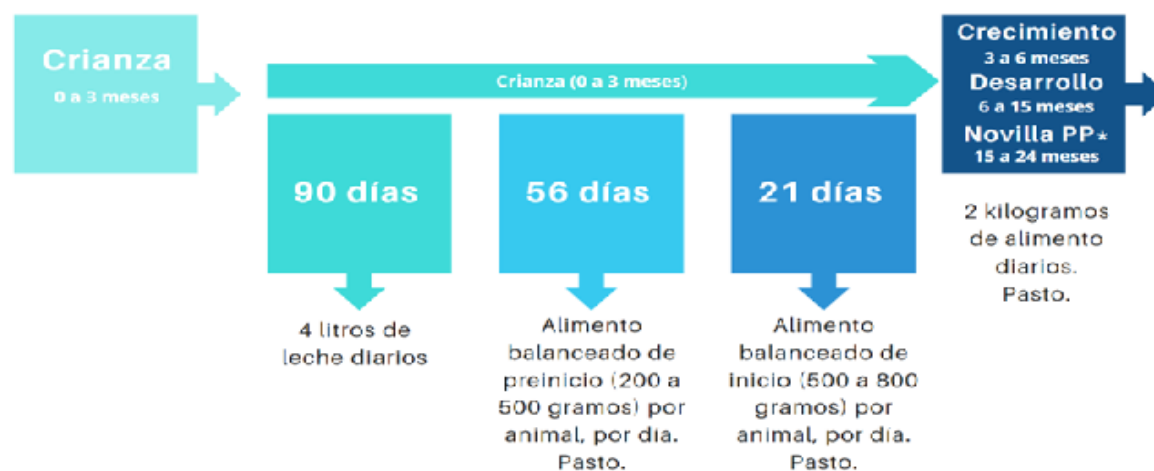


Figura 1. Alimentación de un animal de reemplazo de los 0 a 24 meses, para la Estación Experimental Alfredo Volio Mata, para el 2019.

Cuadro 6. Insumos considerados en cada una de las etapas de producción de un animal de reemplazo, en el EEAVM, para el periodo 2019-2020 ¹

Insumos considerados			
Crianza (0 a 3 meses)	Crecimiento (3 a 6 meses)	Desarrollo (6 a 15 meses)	Novillas a primer parto (15 a 24 meses)
Leche	Vigorizantes y reconstituyentes ⁸	Vigorizantes y reconstituyentes	Parches de detección de celos
Concentrado preinicio	Vitaminas y reconstituyentes	Vitaminas y reconstituyentes	Pruebas de enfermedades
Concentrado inicio	Control parásitos interno-externo	Control parásitos interno-externo	Pajillas de inseminación
Control parásitos interno-externo ⁹	Vacunas	Vacunas	Guantes
Vitaminas	Jeringas	Jeringas	Vigorizantes y reconstituyentes
Antibióticos	Concentrado y pasto	Concentrado y pasto	Vitaminas y reconstituyentes
Arete unidad	Agroquímicos-potreros ¹⁰	Agroquímicos-potreros	Manejo parasitario externo
Vacunas	Electricidad	Electricidad	Vacunas
Aserrín (carretillo)	Agua	Agua	Jeringas
Jeringas			Concentrado y pasto
Tinta			Agroquímicos-potreros
Yodo			Electricidad
Electricidad ¹¹			Agua
Agua ¹²			Mantenimientos maquinaria, equipos
Manejo de plagas área crianza			

8 Vigorizantes, reconstituyentes y vitaminas: se identificó el manejo para un animal en cada una de las etapas indicadas, considerando para cada una de ellas el o productos aplicados, dosis (técnicamente definidas) y frecuencia de aplicación, cabe mencionar que las dosis e incluso productos, presentan variaciones de una etapa a otra.

9 Se consideró el manejo y control parasitario para un animal en cada una de las etapas indicadas, considerando para cada una de ellas el o los productos aplicados, dosis (técnicamente definidas) y frecuencia de aplicación, cabe mencionar que las dosis e incluso productos, presentan variaciones de una etapa a otra.

10 Cada una de las etapas poseen poteros establecidos ya asignados, por lo que se revisó la bitácora de cada potrero y con ello, se identificaron los insumos pertinentes, cantidades aplicadas y periodos de aplicación.

11 Sólo para la etapa de crianza se tomó en cuenta el costo de electricidad referido al calentador, bombillos, balanza; para las demás etapas se consideró la electricidad necesaria para las cercas eléctricas y balanza (utilizada sólo para el pesaje).

12 Con apoyo técnico se determinó la cantidad de agua que consume un animal, descartando la cantidad de agua que absorben del pasto. Utilizando el valor máximo que consume un animal por cada una de sus etapas, en función de su peso vivo.

Artículo

Índice de adopción de tecnologías en café, Región Brunca, Costa Rica.

A Technologies Adoption Index in Coffee, Brunca Region, Costa Rica.



Anthony Cubero Zamora¹

David Gómez Castillo²

Luz Elena Barrantes Aguilar³

Vanessa Villalobos Ramos⁴

Fecha de recepción: 10 de marzo, 2022

Fecha de aprobación: 11 de junio, 2022

Vol.8 N° 2 Julio- diciembre 2022

Cubero, A., Gómez, D., Barrantes, L. y Villalobos, V. (2022). Índice de adopción de tecnologías en café, Región Brunca, Costa Rica. *Revista e-Agronegocios*, 8(2). <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/eagronegocios/article/view/6143>



1 Universidad de Costa Rica, San José Costa Rica.

Correo: anthony.cubero@ucr.ac.cr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1274-503X>

2 Universidad de Costa Rica, San José Costa Rica.

Correo: david.gomez@ucr.ac.cr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7321-0453>

3 Universidad de Costa Rica, San José Costa Rica.

Correo: luz.barrantes@ucr.ac.cr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5691-6657>

4 Universidad de Costa Rica, San José Costa Rica.

Correo: vanessa.villalobos@ucr.ac.cr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3701-517X>



Resumen

La presente investigación tiene dos objetivos, primeramente desarrollar un índice para cuantificar el nivel de adopción de tecnologías (IA) y posteriormente, categorizar a las personas productoras de café de la Región Brunca, Costa Rica en categorías de intensidad de adopción.

La información fue recopilada en agosto de 2021 en los cantones de Pérez Zeledón y Coto Brus de Costa Rica. Se estudiaron diferentes fichas técnicas del cultivo de café en Costa Rica para seleccionar las tecnologías, se realizaron grupos focales con expertos con el objetivo de seleccionar y evaluar las tecnologías.

Se elaboró y aplicó un instrumento de recolección de datos que permitió diseñar un IA para cada persona productora, así como clasificar en cuatro categorías de adopción (rezagado, bajo, medio y alto) utilizando los clúster k-medias. Por último, se realiza una descripción de las variables cualitativas y cuantitativas por clústeres, así como las respectivas pruebas que permiten determinar relaciones entre los grupos para esas variables.

Se concluye que la existencia de diferencias significativas entre clústeres en las variables de la unidad productiva como: cantón de ubicación de la finca, producción anual promedio en fanegas por hectárea, finca certificada y el uso de la variedad Obata. Entre las variables cualitativas, se encontró relación de la intensidad de adopción con las capacitaciones relacionadas con el café y pertenecer a una asociación o cooperativa.

Palabras clave: recursos agrícolas, gestión agrícola, técnicas de cultivo, prácticas de cultivo, investigación de campo.

Abstract

This research has two objectives, the first is to develop an index to quantify the level of adoption of technologies (AI) and the second is to group coffee producers in the Brunca Region, Costa Rica into categories of adoption intensity.

The information was collected in August 2021 in the cantons of Pérez Zeledón and Coto Brus. Different technical specifications sheets of coffee in Costa Rica were studied to select the technologies, focus groups were held with experts with the purpose of select and evaluate the technologies.

A data collection instrument was developed and applied that allowed designing an IA for each producer, as well as classifying adoption into four categories (lagging, low, medium and high) using the k-means cluster. Finally, a description of the qualitative and quantitative variables per cluster was made, as well as the respective tests that allow determine relationships between groups for those variables.

The existence of significant differences between clusters in variables of the productive unit was determined, such as: location farm (commune), average annual production in bushels per hectare, certified farm, and the use of the Obata variety. Among the qualitative variables, a relationship was found between the intensity of adoption with such as training related to coffee and belonging to an association or cooperative.

Key words: agricultural resources, agricultural administration, cultivation techniques, cultivation practices, agricultural research.

Introducción

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censo de Costa Rica (INEC) (2017) la eficiencia técnica y el cambio tecnológico son los dos factores a los que se atribuye las ganancias en la producción, entendiendo eficiencia técnica como el alcance de la curva de producción máxima utilizando los recursos actuales generando un cambio en el corto plazo, mientras que el cambio tecnológico se refiere al uso de nuevas tecnologías lo cual requiere inversión y un plazo mayor, pero desplazando la curva de posibilidades de producción. Infante (2016) indica que la eficiencia en la producción agrícola responde en mayor proporción a los factores tecnológicos y a los apoyos gubernamentales, por lo que abordando ambas dimensiones, el sector podría mejorar su productividad, rentabilidad y eficiencia.

Es conocido que el sector agrícola en Costa Rica se ha visto rezagado en términos de rendimiento y crecimiento en la productividad. En relación a lo anterior, la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) (2017), indica que las razones de esta desaceleración en Costa Rica está dada por variables como: el mal uso de suelo producto de la expansión de cultivos en tierras menos productivas, la fragmentación de los pequeños productores, la exposición a cambios climáticos frecuentes, la baja productividad laboral producto del nivel educativo, la falta de destrezas, el acceso limitado a nuevas tecnologías y créditos, y la baja o nula infraestructura rural.

La Región Brunca (Pérez Zeledón y Coto Brus) históricamente se ha enfocado en actividades de agricultura, pesca, alfarería y otras en menor medida (Sistema de Información del Sector Agropecuario Costarricense (Infoagro), 2006). Actualmente, en Pérez Zeledón se encuentra el 45,5 % del total de fincas cafetaleras de la provincia de San José y en Coto Brus el 63,9 % de la provincia de Puntarenas (INEC, 2017). Otra característica importante de la Región Brunca es su alto nivel de pobreza; para el año 2019 la región mantuvo un 30,3 % de los hogares en pobreza, presentándose como la región con mayor pobreza a nivel nacional (Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA), 2020).

Lo anterior podría relacionarse con ineficiencia técnica del sector agropecuario, especialmente por las limitadas habilidades de las personas agricultoras, el acceso restringido a créditos, la adopción de tecnologías nuevas e innovadoras, y a las técnicas de producción inadecuadas. Para el INEC (2017) esto demuestra la importancia de establecer programas de asistencia técnica por parte de instituciones del Estado y de otras organizaciones que brinden acceso al conocimiento y a la mejora del desempeño de los productores del país, así como también el fomento de las organizaciones locales para aumentar las posibilidades de adquisición tecnológica y acceso a créditos.

Las investigaciones referentes a la adopción de tecnologías alrededor del mundo en distintas áreas del sector agropecuario evidencian la relevancia que poseen este tipo de estudios en la mejora de la productividad, la cual se traduce en mejores ingresos para la familia, y en la preparación y adaptación al cambio climático (Bro et al., 2019). Por otro lado, los resultados de

este tipo de investigaciones son insumos para el desarrollo y evaluación de política pública en nuestro país.

Es aquí donde la presente investigación se vuelve relevante, ya que pretende analizar las relaciones significativas existentes entre variables sociodemográficas y de caracterización de las fincas cafetaleras de la Región Brunca mediante las cuatro categorías desarrolladas con el índice de adopción de tecnologías, generando una herramienta que permita la toma de decisiones para mejorar las capacidades productivas de las personas caficultoras de la Región Brunca.

Referente teórico

Es indispensable para esta investigación la definición de tecnología y adopción de tecnología. Para efectos de esta investigación, se considerará como tecnología todas aquellas técnicas, conocimientos y fundamentos que por medio de su aplicación generen beneficios a la persona productora tanto en su nivel de productividad e ingresos, así como también en un desarrollo sostenible. Para Manda et al. (2016), algunas de estas tecnologías son: rotación de cultivos, cultivos mixtos (dos o más cultivos en un mismo terreno), labranza de conservación, retención de residuos, mejora en las variedades utilizadas, fertilizantes orgánicos; al igual que, Cofré et al. (2012), relaciona este tipo de adopciones con buenas prácticas agrícolas, por lo que se puede incluir dentro de las tecnologías mencionadas anteriormente el uso de terrazas para siembra, la formación de canales para mejorar los sistemas de riego, el manejo integrado de plagas, medidas para la conservación del suelo, entre otros.

Existen factores demográficos, económicos y sociales que influyen en la decisión de los productores en adoptar las tecnologías. Howley et al. (2012) indica que algunos de estos factores son: la complejidad de su implementación, el riesgo, el costo de inversión, ingresos, edad de la persona productora, el nivel educativo, incluso menciona que en algunos casos la geografía, la interacción con los servicios de extensión, y el comportamiento y relación con otros productores de la zona son factores que inciden en la adopción o rechazo de estas nuevas tecnologías. Con base a lo anterior, se evidencia la influencia de las organizaciones de productores en la adopción de las tecnologías por parte de las personas productoras.

Según Jara-Rojas et al. (2020), el desarrollo de un índice de adopción basado en las condiciones locales y relevantes para el sistema de producción es útil para resumir los niveles de implementación tecnológica, los índices son utilizados con el objetivo de capturar la complejidad del proceso de adopción, sin embargo, presenta el desafío de asignar pesos a las tecnologías seleccionadas que generan impacto en el sistema productivo. La adopción de tecnologías en el sector agropecuario no es un tema reciente, durante varias décadas se han desarrollado estudios relacionados con la adopción de estas y su impacto en las zonas rurales, sin embargo, en Costa Rica ha sido un tema poco explorado, generando que exista escasa literatura producida en nuestro país que permita profundizar y comprender el tema.

Metodología

La metodología seguida para el desarrollo del índice de adopción de tecnologías, así como para la formación de los clústeres y el análisis de las variables, se basó en la revisión de fuentes bibliográficas, entrevistas a personas expertas en la producción de café en Costa Rica y el levantamiento de información primaria mediante entrevistas a personas productoras. El enfoque de la investigación es de carácter cuantitativo, por lo que se utiliza comparaciones de medias y prueba post-hoc para las variables cuantitativas, y tablas de contingencia y pruebas chi-cuadrado para las variables cualitativas.

Este tipo de investigaciones permite conocer las deficiencias del sector de estudio y desarrollar planes de mejora y desarrollo de política pública basada en datos. Para Onésimo et al. (2016) la generación de este tipo de índices permite tres cosas, la primera, evaluar la pertinencia de las tecnologías para la persona productora, la segunda, detectar las barreras que limitan el proceso de adopción, y la tercera, es inherente al productor, facilita identificar las características particulares por las cuales la persona productora adopta o no una práctica.

Selección de las prácticas tecnológicas:

Para la determinación de las prácticas tecnológicas, se realizó el análisis de diferentes fichas técnicas del cultivo de café que van desde 2016 al 2020, tanto del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE), Instituto Nacional de Innovación y Transferencia Tecnológica Agropecuaria (INTA) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), entre otros; lo anterior con el objetivo de conocer las prácticas tecnológicas mínimas que deben implementar los caficultores para obtener buenos rendimientos en este cultivo. Mediante la revisión bibliográfica se obtuvieron 19 tecnologías, las cuales fueron sujetas a evaluación y calificación por parte de expertos mediante dos grupos focales realizados los días 23 de junio de 2021 con cooperativas de productores y el 7 de julio de 2021 con instituciones vinculadas con las actividades del cultivo de café.

Selección y tamaño de la muestra:

Según los datos de la cosecha 2019-2020 del ICAFÉ, el cantón de Coto Brus posee 2 457 productores de café, representando un 8,21 % de los caficultores a nivel nacional, mientras que el cantón de Pérez Zeledón posee 5 639 productores, representando el 18,85 % de los caficultores del país (ICAFE, 2021). Basado en los datos anteriores, se determina la existencia de 8 096 caficultores en la Región Brunca. Para determinar una muestra representativa, se aplica la fórmula (1) para el cálculo de tamaño de la muestra para proporciones en poblaciones finitas, según Gutiérrez & de la Vara (2009) representada por:

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

Donde N corresponde al tamaño de la población, Z corresponde a un valor de la distribución normal estándar asociado a un nivel de confianza, p corresponde a la proporción de la población que posee las características en estudio, q corresponde a la variación negativa o proporción de individuos que no poseen las características deseadas, y e corresponde al límite aceptable de error muestral. Con los datos de población, un nivel de confianza de 0,05, un error máximo permitido de 0,07 y el escenario conservador de $p=q=0,5$, el tamaño de la muestra se estima en:

$$n = \frac{8096 * 1,96^2 * 0,5 * 0,5}{0,07^2 * (8096 - 1) + (1,96^2 * 0,5 * 0,5)} = 191,40 \quad (2)$$

El resultado de la ecuación anterior debe redondearse hacia la unidad mayor más cercana, determinando así que la muestra para el estudio desarrollado sea de 192 personas productoras.

Instrumento y recolección de datos

Se elaboró un formulario digital mediante el software Kobo Toolbox desarrollado por Harvard Humanitarian Initiative (2021) en su versión v2021.2.3, que permite recolectar información de campo sin la necesidad de una conexión a internet. El formulario consta de tres secciones: sociodemográficas, caracterización de la finca y adopción de tecnologías (variables binarias donde su respuesta es sí o no, utiliza la tecnologías).

La validación del cuestionario se realizó por medio de dos procesos, el primero mediante la Comisión de Ética (CEC) de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica durante los meses de febrero y marzo de 2021. El segundo, mediante una prueba piloto, en la cual se aplicó el formulario a un grupo de 13 especialistas con conocimientos en el cultivo del café, tanto de la Región Brunca como fuera de ella, este grupo incluyó académicos, personas productoras de café y profesionales en el área.

Una vez realizado el pre-test se procedió a la codificación de las preguntas y a la revisión de cada uno de los resultados obtenidos con el fin de asegurar que las respuestas son acordes a las necesidades del estudio, lo anterior con el fin de determinar errores o bien, si las preguntas generan fatiga o rechazo, así como para conocer el tiempo promedio de aplicación del cuestionario (Casas et al., 2003). Para la selección de la muestra, se utilizó una combinación entre el muestreo no probabilístico por cuotas (una asignación proporcional por cantón, utilizando el Compendio Estadístico de la Actividad Cafetalera, Cosecha 2020 del ICAFE para cada uno de los cantones en estudio (ICAFE, 2021)) y el muestreo por conveniencia. Además, para la obtención de los datos en campo, fue necesaria la colaboración de cooperativas y el MAG para obtener las bases de datos de los productores de la zona de interés y agendar las visitas de

los 192 caficultores; la recolección de datos en campo se realizó durante el mes de agosto de 2021.

Desarrollo del índice de adopción de tecnologías

Para Onésimo et al. (2016), la generación de un índice con pesos específicos para cada tecnología evaluada reflejan mejor el proceso de adopción de las mismas, eliminando el problema de contabilizar en forma simple el número de tecnologías adoptadas por un productor.

El índice de adopción (IA) generado se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$IA_j = w_i P_{ij} + \dots + w_n P_{nj} \quad i = 1, \dots, 15 \quad j = 1, \dots, 193 \quad (3)$$

Donde IA_j es el índice de adopción para cada caficultor j ; w_i es el peso de la i -ésima práctica; y P_{ij} es la variable binaria que indica si el j -ésimo caficultor adoptó o no la i -ésima práctica. El valor w_i se obtiene de los pesos asignados por los expertos participantes en el grupo focal (ver Cuadro 2), mientras que P_{ij} se obtiene de las encuestas realizadas a los caficultores, donde indican si implementa o no la práctica en la finca. El IA fue estandarizado utilizando el peso máximo de todas las tecnologías, con el fin de obtener únicamente valores entre 0 y 1. Una vez obtenidas todas las variables de la fórmula (3) se calculó un IA para cada uno de los caficultores de la muestra.

Categorización del IA mediante clúster univariado

En este estudio, se empleó como método para la definición del número de clústeres el llamado suma de residuos cuadrados internos o WSS (Total Within Sum of Square) por sus siglas en inglés. El método fue desarrollado mediante el programa estadístico R Studio en su versión 3.6.1 desarrollado por RStudio Team (2019); por último se realizaron conglomerados no jerárquicos de tipo k -medias usando como variable de agrupación el Índice de Adopción de Tecnologías (IA), la determinación de los clústeres se realizó utilizando el software estadístico SPSS Statistics en su versión 26.0.0.0 desarrollado por IBM (2019) (Espinosa Zúñiga, 2020; Jara-Rojas et al. 2020).

Comparación de medias y pruebas post-hoc

Se realizó una comparación de medias y tablas de contingencia para determinar la existencia de diferencias significativas entre las medias de las variables entre las categorías de los clústeres, este tipo de pruebas son ampliamente utilizadas en investigaciones agrícolas (García-Villalpando et al., 1999). El proceso anterior se desarrolló mediante el uso del software estadístico SPSS Statistics en su versión 26.0.0.0 desarrollado por IBM (2019).

Se utilizaron pruebas paramétricas y no paramétrica. Se determina el cumplimiento de los supuestos de normalidad (mediante la prueba Shapiro-Wilk) y homocedasticidad (mediante la prueba de Levene) para continuar con la aplicación de pruebas paramétricas; posteriormente se realizaron los ANOVAS de comparación de medidas de un factor, Kruskal Wallis como el análogo no paramétrico del ANOVA de una vía ante el incumplimiento de los supuestos y se utilizó la prueba de significancia de diferencias mínimas significativas o DMS (prueba post-hoc) para aquellas variables que en el ANOVA indicaron la presencia de diferencias significativas, esto con el fin de determinar entre qué grupos de categorías del índice de adopción de tecnologías (Rezagado, Bajo, Medio y Alto) es que existen las diferencias significativas. Para las variables cualitativas dicotómicas se utilizaron tablas de contingencia y por medio de la interpretación de la prueba de ajuste de Pearson o chi-cuadrado que indican la existencia de diferencias significativas entre las variables y los clústeres (Stoian et al., 2015); este tipo de análisis se realizó mediante tablas de contingencia 4x2 por lo que fue necesario cumplir con el supuesto de que ninguna de las casillas debe tener un recuento menor a cinco observaciones (Hair et al., 2010).

Resultados

La realización de los grupos focales permitió la depuración de las variables previamente seleccionadas, se realizaron los siguientes ajustes: se incluye el uso de variedades resistentes a plagas y enfermedades, y el uso de variedades mayormente productivas. Se eliminaron las tecnologías análisis foliar, y fertilización foliar; debido a que son prácticas utilizadas en última instancia cuando la plantación no responde a otros tratamientos, además, por su costo económico no son utilizadas por la mayoría de las personas caficultoras. Igualmente, se eliminaron las tecnologías sistema de riego por goteo y sistemas de retención de agua debido a que la Región Brunca es una zona con abundancia de agua durante todo el año.

El Cuadro 1 muestra las prácticas tecnológicas seleccionadas y su respectiva calificación por parte de los expertos participantes en los grupos focales.

Cuadro 1. Prácticas tecnológicas recomendadas y evaluadas en grupos focales (n=14).

Tecnología Evaluada	Sin Impacto (0)	Bajo Impacto (1)	Medio Impacto (2)	Alto Impacto (3)	n	Calificación
Variedades resistentes a plagas y enfermedades ^a	0	0	0	7	7	100
Variedades mayormente productivas ^a	0	0	0	7	7	100
Podas a la plantación	0	0	2	12	14	95,24
Deshija después de la poda	0	0	2	12	14	95,24
Manejo de arvenses (malezas)	0	0	2	12	14	95,24
Manejo integrado de plagas	0	0	2	12	14	95,24
Análisis de suelo	0	0	4	10	14	90,48
Aplicación de enmiendas	0	0	4	10	14	90,48
Uso de fertilizantes orgánicos	0	0	4	10	14	90,48
Mantenimiento a los árboles que dan sombra	0	0	4	10	14	90,48
Uso de fertilizantes químicos	0	0	6	8	14	85,71
Reforestación en fuentes de agua	0	2	2	10	14	85,71
Prácticas de conservación de suelo	0	2	4	8	14	80,95
Utilización de sombra en el cafetal	0	0	10	4	14	76,19
Análisis foliar	0	4	4	6	14	71,43
Fertilización foliar	0	2	8	4	14	71,43
Diversificación de cultivos en el cafetal	0	2	10	2	14	66,67
Sistema de riego por goteo	2	6	2	4	14	52,38
Sistemas de retención de agua	2	4	6	2	14	52,38

a Se incorpora en un segundo grupo focal, por esta razón la tecnología es evaluada únicamente por 7 expertos.

Desarrollo del Índice de Adopción

Para el desarrollo de este índice fue necesario conocer el peso asignado por el grupo focal con personas expertas de instituciones, cooperativas y asociaciones de productores, así como también la información de campo obtenida de las visitas realizadas a caficultores. El Cuadro 2 muestra una lista de tecnologías que se organizaron de acuerdo con el tipo de prácticas según el análisis cualitativo: productividad (P); gestión de campo y sanidad del cafeto (GCSC), conservación y gestión del agua (CGA). La adopción de estas prácticas por parte de los caficultores osciló entre el 40 % y el 98 %. Para la categoría productividad, las prácticas con mayor adopción son el "uso de variedades más productivas" y el "uso de variedades resistentes a plagas y enfermedades" contrario a "uso de fertilizantes orgánicos" que fue la práctica que menos adopción alcanzó en esta categoría. En la categoría gestión del campo y sanidad del cafeto, las prácticas con mayor implementación son el "manejo de malezas por chapea y herbicidas", seguido por la "deshija después de la poda" en contraste con la "diversificación de cultivos" que fue la de menor adopción.

Cuadro 2. Tecnologías seleccionadas, peso obtenido en grupo focal y porcentaje de adopción de las tecnologías por parte de las personas caficultoras.

Práctica	Tipo ^a	Grupo Focal (n=14) ^b	Caficultores (n=193)	
		Calificación	N° de Respuestas	% de Caficultores
Uso de variedades más productivas ^c	P	100	186	96.37
Uso de variedades resistentes a plagas y enfermedades ^c	P	100	188	97.41
Deshija después de la poda	GCSC	95.24	189	97.93
Manejo de arvenses (malezas) por chapea o herbicidas	GCSC	95.24	190	98.45
Podas a la plantación	GCSC	95.24	182	94.3
Manejo integrado de plagas	GCSC	94.24	78	40.41
Análisis de suelo	P	90.48	155	80.31
Aplicación de enmiendas	P	90.48	162	83.94
Mantenimiento a los árboles que dan sombra	GCSC	90.48	188	97.41
Uso de fertilizantes orgánicos	P	90.48	118	61.14
Reforestación en fuentes de agua ^d	CGA	85.71	131	88.51
Uso de fertilizantes químicos	P	85.71	174	90.16
Prácticas de conservación de suelo	GCSC	80.95	157	81.35
Utilización de sombra en el cafetal	GCSC	76.19	188	97.41
Diversificación de cultivos en el cafetal	GCSC	66.67	115	59.59

a P, productividad; GCSC, gestión de campo y sanidad del café; CGA, conservación y gestión del agua.

b $\text{Peso} = \left(\frac{\sum \text{Puntaje} * n}{\text{Puntaje máximo} * n} \right) * 100$ n = 14, puntaje máximo = 3.

c Panel de expertos con n = 7

d Solo 148 de los 192 caficultores encuestados poseen fuentes de agua en la finca, para esos 148 caficultores, esta variable fue incluida en el cálculo del IA de Tecnologías.

Análisis clúster

De la aplicación del método Suma de Residuos Cuadrados Internos (within sum squares) para la determinación del número de clústeres, se obtuvo la Figura 1, esta gráfica permite analizar los cambios en la inercia de la línea (brazo y codo), por lo que es posible seleccionar una cantidad de clústeres que van del 2 al 4. La aspiración de la investigación estimaba un número de clústeres no menor a 3, ni mayor a 4, por lo que se eligió por conveniencia de los investigadores un número de 4 clústeres.

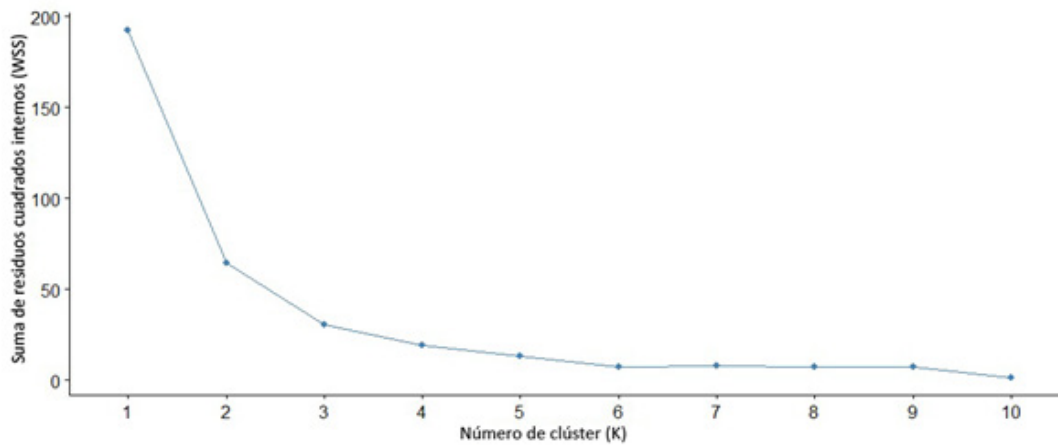


Figura 1. Número óptimo de clústeres, método Suma de Residuos Cuadrados Internos conocido como método del codo.

Una vez realizada la agrupación de las personas productora en los clústeres se asignó un nombre a cada clúster. Se obtuvieron los siguientes resultados: 12 productores con IA rezagado alcanzaron un promedio de adopción de 57,7 %, 40 productores con IA bajo con una calificación promedio de 71,56 %, 81 productores con IA medio y un promedio de adopción de 83,81 %, y por último 60 productores con IA alto y su respectivo promedio de adopción de 95,62 %.

Ninguna de las variables cuantitativas pasó el supuesto de normalidad, en todos los casos el valor-p fue menor a 0,01, según la prueba de Shapiro-Wilk. Por otro lado con la prueba de Levene únicamente la variables hectáreas sembradas de café, años de producir café y producción anual promedio fanegas/ha pasan el supuesto de homocedasticidad al 5 % de significancia. Por esta razón se utiliza Kruskal-Wallis que es el análogo no paramétrico del ANOVA de una vía.

El Cuadro 3 muestra las características sociodemográficas, de la finca y los tipos de variedades sembradas por los caficultores de la región en cada grupo. Con respecto a la utilización de las pruebas paramétricas y no paramétricas, se aplicó en las variables cuantitativas un ANOVA y una prueba de diferencias mínimas significativas o DMS (prueba post-hoc) cuando en el análisis de varianza se detectaron diferencias significativas, mientras que para las variables cualitativas se implementó un análisis mediante tablas de contingencia y la prueba chi-cuadrado de Pearson.

Cuadro 3. Características de las personas caficultoras y la finca para los cuatro clústeres.

Variables	Clúster (proporciones y medias)				
	Sig.	Rezagado (n=12)	Bajo (n=40)	Medio (n=81)	Alto (n=60)
Promedio del Índice de Adopción (IA)		0,577	0,7156	0,8381	0,956
Variables sociodemográficas					
Cantón (Pérez Zeledón - 1; Coto Brus - 2)	0,006	0,58	0,45	0,26	0,2
Sexo (Hombre - 1; Mujer - 0)	0,226	0,67	0,77	0,88	0,83
Edad	0,546	52,75	53,45	52,69	50,38
Recibe capacitaciones cursos o seminarios (Si - 1; No - 0)	0,015	0,42	0,67	0,79	0,82
Pertenece a una asociación de productores o cooperativa (Si - 1; No - 0)	0,044	0,33	0,63	0,64	0,75
Mano de obra contratada (Si - 1; No - 0)	0,13	0,17	0,15	0,32	0,33
Crédito relacionado con la actividad cafetalera (Si - 1; No - 0)	0,071	0,58	0,45	0,65	0,7
Variables de caracterización de la finca					
Tamaño de la finca en hectáreas ^c	0,039	32,64 ^{ab}	4,41 ^b	6,09 ^a	34,96 ^{ab}
Hectáreas sembradas de café ^c	0,008	6,52 ^{ab}	2,86 ^b	3,31 ^a	12,45 ^{ab}
Años de producir café ^c	0,217	20,58 ^a	26,15 ^a	27,20 ^a	28,87 ^a
Producción anual promedio fanegas/ha ^c	0,008	13,19 ^{ab}	14,07 ^b	18,03 ^a	19,72 ^b
Recibe asistencia técnica (Si - 1; No - 0)	0,203	0,33	0,43	0,49	0,6
Finca se encuentra certificada (Si - 1; No - 0)	0,016	0,16	0,25	0,27	0,48
Varietades de café sembrado					
Caturra (Si - 1; No - 0)	0,83	0,17	0,2	0,14	0,15
Catuai (Si - 1; No - 0)	0,448	0,25	0,2	0,21	0,32
Catimor (Si - 1; No - 0)	0,22	0,67	0,4	0,51	0,58
Sarchimor (Si - 1; No - 0)	0,051	0,58	0,4	0,49	0,67
Geisha (Si - 1; No - 0)	0,203	0,08	0	0,01	0,05
Híbrido Tico (Si - 1; No - 0)	0,42	0	0	0,02	0
Obata (Si - 1; No - 0)	0	0,25	0,65	0,77	0,85

Letras diferentes (a, b, c) indican diferencias significativas para las variables entre los clústeres. Utilizando tablas de contingencia y chi-cuadrado para variables cualitativas ($p < 0,05$). *Para las variables cualitativas se utiliza Kruskal Wallis.

Las variables como el sexo, la edad, el uso de mano de obra contratada y el crédito en la actividad mostraron valores similares entre los cuatro clúster ($p > 0,05$); sin embargo, para variables como la ubicación geográfica medida a través del cantón, el hecho de formar parte de una asociación y recibir capacitaciones, presentan relación con la intensidad de adopción, por ejemplo, para la variable cantón la categoría con IA medio y alto poseen menos representación de caficultores del cantón de Coto Brus en contraste con la categoría rezagada y baja. En el caso de la variable relacionada con las capacitaciones, cursos o seminarios recibida por los y las caficultoras presentó diferencias significativas entre los clústeres rezagado, medio y alto, indicando que las personas con mayor índice de adopción se encuentran aquellas que reciben capacitaciones relacionadas con café.

Para las variables de caracterización de finca, años de producir café y asistencia técnica, no se encontraron diferencias ni relación significativa. En el caso de la producción anual promedio a mayor intensidad de adopción mayor es la producción de fanegas por hectárea al año. Con la variable años de producir café, a mayor índice de adopción mayor edad del productor. En el caso de la variable tamaño de la finca se observa una diferencia clara únicamente entre el

clúster 3 y el 2. La variable dicotómica finca certificada que está relacionada con la adopción de buenas prácticas agrícolas o calidad presenta relación significativa con los clústeres, como se puede ver, la mayor proporción de fincas certificadas está en el grupo de mayor adopción. Por último, de las variedades de café sembradas en la Región, únicamente la Obata mostró relación con la intensidad de adopción, evidenciando que las categorías con mayor IA poseen una mayor proporción de caficultores con esta variedad en sus fincas.

Discusión

En la Región Brunca se encontró que existen diferencias significativas en la variable cantón, el análisis de comparación de medias, muestra que las personas caficultoras que pertenecen al cantón de Coto Brus tienen menos participación en las categorías que representan mayor índice de adopción, mostrando que existen diferencias importantes en la adopción de tecnologías entre las dos zonas cafetaleras de estudio, en otras investigaciones ya se han encontrado diferencias relacionadas a la ubicación geográfica, en Chile un estudio también sobre la adopción de tecnologías mostró que la ubicación de la finca entre comunidades generaba diferencias significativas al 1 % (Roco et al., 2012).

Que las personas productoras reciban o no capacitaciones, cursos o seminarios relacionados con la actividad cafetalera genera diferencias significativas entre las categorías de adopción de tecnologías. Lo anterior evidencia que una característica de las personas del grupo IA alto, es haber recibido capacitaciones relacionadas al cultivo. Los resultados anteriores coinciden con un estudio realizado en Filipinas sobre la adopción de tecnologías en arroz, donde la misma variable mediante un modelo de logit binario mostró significancia al 10 % (Mariano et al., 2012), otros estudios similares en Chile en el año 2012 y Burkina Faso en el 2004 mediante la aplicación de un modelo probit se demostró, una incidencia positiva y significativa en la adopción de tecnologías en prácticas de conservación de suelo con un nivel de significancia del 1 % (Roco et al., 2012; Sidibé, 2005).

La pertenencia a una asociación de productores o cooperativa es otra de las variables que presentaron diferencias significativas entre las categorías rezagado y bajo en comparación con medio y alto, demostrando que las categorías con mayor IA presentan mayor cantidad de caficultores asociados. Un estudio realizado con caficultores en Nicaragua durante el 2017 demostró mediante un modelo probit ordenado y a un nivel de significancia del 1 %, mostró resultados consistentes al establecer que la asociatividad de un productor tiene un impacto significativo en la adopción de tecnologías (Bro et al., 2019), resultados similares fueron obtenidos en Honduras durante el 2010 concluyendo mediante un modelo probit ordenado a un nivel de significancia del 5 % que la variable de pertenencia a una organización comunal posee un impacto significativo en la adopción de prácticas de conservación de suelo (Wollni et al., 2010).

En Nicaragua Bro et al. (2019), determinaron que mediante el uso de ANOVA y la prueba de Chi-cuadrado, que la variable producción es significativa dentro de este tipo de estudios. En

el caso de café en la Región Brunca, los resultados obtenidos en la Región Brunca indican que la producción anual promedio en fanegas por hectárea es mayor en las categorías que presentan mayor IA de adopción.

La variable que indica si la finca se encuentra certificada (alguna certificación de producción orgánica, GLOBALG.A.P, Programa AAA Sustainable Quality-Nespresso, Estándar de Agricultura Sostenible de Rainforest Alliance, FAIRTRADE, entre otras), presenta diferencias significativas entre las categorías rezagado, bajo, medio en comparación con la categoría alto. Según Cofré et al. (2012) que la limitante de adoptar certificaciones por parte de las personas productoras se debe a los altos costos de implementación en la finca; además, hace énfasis en que las certificaciones agrícolas proporcionan mayor seguridad a los trabajadores de las fincas y consumidores finales por medio del buen manejo de los insumos y los agroquímicos, lo anterior hace referencia a las prácticas tecnológicas evaluadas en esta investigación.

Por último, en el caso de las semillas de café mayormente utilizadas en la Región Brunca, la variedad Obata presentó relación entre las categorías de intensidad de adopción, específicamente entre las categorías rezagado en comparación con la medio y alto, demostrando que un 85 % de las personas que pertenecen a la categoría alto utilizan este tipo de variedad en su finca en contraste con la categoría rezagado con un 25 % de utilización. Según Girón (2016) la variedad Obata es más demandante de nutrición y agua en comparación con otras variedades, lo cual está relacionado directamente con el uso de prácticas tecnológicas como aplicación de enmiendas, aplicación de abonos orgánicos y fertilizantes químicos, uso de sombra, entre otras.

Conclusiones

La construcción del IA en conjunto con la generación de clúster de la variable IA, crea una herramienta sencilla que facilita la clasificación de los caficultores según la cantidad de tecnologías adoptadas en finca. Su sencillez en la ejecución permite incluir tantas tecnologías como el investigador requiera y en el cultivo que desee implementarlo.

Como bien se mencionó en secciones anteriores, las prácticas con mayor adopción por parte de los caficultores son: manejo de arvenses (malezas), la deshija después de la poda, el uso de variedades resistentes a plagas y enfermedades, así como el mantenimiento a los árboles que dan sombra, mientras que el manejo integrado de plagas fue la práctica con menos adopción por parte de las personas caficultoras. Lo anterior pone en evidencia la necesidad de incentivar el uso de tecnologías que puedan traer más y mejores beneficios a la actividad en esta región, como lo es el manejo integrado de plagas, la diversificación de cultivos y el uso de abonos orgánicos.

La clasificación de caficultores en las categorías rezagado, bajo, medio y alto en conjunto con la aplicación de ANOVAS y pruebas post-hoc, permitirá a los agentes de extensión e instituciones nacionales identificar los grupos de caficultores que requieren mayor apoyo en las va-

riables que presentan diferencias significativas. Apuntando a la implementación de cursos, talleres y seminarios periódicos y relacionados con el cultivo del café, así mismo, la importancia de la pertenencia a asociaciones de productores o cooperativas, hasta el uso de variedades mayormente productivas y resistentes a plagas como es el caso de la variedad Obata.

Del proceso de investigación se desprenden dos conclusiones importantes. La primera, que existe suficiente evidencia estadística para concluir que hay una relación entre el aumento en el rendimiento de la producción por hectárea en los en aquellas personas productoras con mayor IA. La segunda, la estadística muestra que existe un mayor acceso a formación y actualización para aquellas personas productoras que pertenecen a una organización de productores; en este caso, ambas variables inciden en que las personas productoras posean un mayor nivel de IA.

La orientación de esfuerzos por parte de las organizaciones dedicadas a la extensión agropecuaria basados en estudios científicos, se transforma en recursos correctamente implementados, reduciendo la brecha existente entre las personas dedicadas a esta actividad, mejorando la calidad de vida mediante mayores ingresos. Así mismo, como también una adaptación sostenida al cambio climático mediante la implementación de tecnologías como el uso de sombra en el cafetal, la reforestación en las cercanías de las fuentes de agua y la implementación de prácticas de conservación de suelo.

Se desprenden nuevas líneas de investigación en la que se recomienda la inclusión de variables que permitan una mejor caracterización de las fincas y las familias de las personas productoras, como lo puede ser el ingreso mensual promedio, los ingresos anuales de la comercialización o venta del grano. Al igual que la inclusión de variables relacionadas al trabajo de los agentes de extensión, en cuanto a cantidad de visitas de asistencia técnica recibidas anualmente, la duración de las visitas técnicas en horas, participación en días de campo o parcelas demostrativas, entre otras.

Lo anterior permitirá tener un panorama aún mayor del sector y herramientas más precisas de cómo abordar el rezago en la adopción de tecnologías en la Región Brunca. Por último es importante aclarar que la inclusión de cada variable dentro de este tipo de análisis, así como la inclusión de las tecnologías dentro de los IA responde a las necesidades y preguntas que el equipo de investigación se plantee.

Literatura citada

- Acero, L. M. (2017). Aplicación de método simplex para un modelo en la producción de Bro, A. S., Clay, D. C., Ortega, D. L., & Lopez, M. C. (2019). Determinants of adoption of sustainable production practices among smallholder coffee producers in Nicaragua. *Environment, Development and Sustainability*, 21(2), 895–915. <https://doi.org/10.1007/s10668-017-0066-y>

- Cáceres, D., Silvetti, F., Soto, G., & Rebolledo, W. (1997). La adopción tecnológica en sistemas agropecuarios de pequeños productores. *Agro Sur*, 25(2), 123–135. <https://doi.org/10.4206/agrosur.1997.v25n2-01>
- Casas, J., Repullo, J. R., & Donado, J. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Atención Primaria*, 31(8), 527–538. <https://doi.org/10.1157/13047738>
- Cofré, G., Riquelme, I., Engler, A., & Jara-Rojas, R. (2012). Adopción de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA): Costo de cumplimiento y beneficios percibidos entre productores de fruta fresca. *Idesia*, 30(3), 37–45. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292012000300005>
- Espinosa Zúñiga, J. J. (2020). Aplicación de metodología CRISP-DM para segmentación geográfica de una base de datos pública. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 21(1), 1–13. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2020.21n1.008>
- García-Villalpando, J. A., Castillo-Morales, A., Elva Ramírez-Guzmán, M., Rendón-Sánchez, G., & Larqué-Saavedra, M. U. (1999). Comparación de los procedimientos de Tukey, Duncan, Dunnett, Hsu y Bechhofer para la selección de medias. Publicado como artículo en *Agrociencia* (No. 35; Vol. 35).
- Girón, J. (2016). Obata, variedad brasileña de café válida como alternativa para la caficultura de Guatemala. www.anacafe.org
- Gutiérrez, R., & de la Vara, R. (2009). *Control estadístico de calidad y seis sigma* (P. Roig & A. Delgado, Eds.; Segunda Edición). McGraw-Hill.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., Black, W. C., Prentice, E., Cano, D., & Gómez Suárez, M. (2010). *Multivariate Data Analysis: Global Edition* (7th Edition). Pearson Education.
- Harvard Humanitarian Initiative. (2021). *Kobo Toolbox* (v2021.2.4).
- Howley, P., O. Donoghue, C., & Heanue, K. (2012). Factors Affecting Farmers' Adoption of Agricultural Innovations: A Panel Data Analysis of the Use of Artificial Insemination among Dairy Farmers in Ireland. *Journal of Agricultural Science*, 4(6), 171–179. <https://doi.org/10.5539/jas.v4n6p171>
- IBM. (2019). *SPSS Statistics* (26.0.0.0). <https://www.ibm.com/analytics/spss-statistics-software>

- ICAFE. (2015). Regiones Cafetaleras de Costa Rica: Brunca. Instituto del Café de Costa Rica. <http://www.icafe.cr/nuestro-cafe/regiones-cafetaleras/brunca/>
- ICAFE. (2021). Compendio Estadístico: Actividad Cafetalera 2019-2020. Instituto del Café de Costa Rica.
- INEC. (2017). Cenagro 2014. http://www.inec.go.cr/sites/default/files/documentos-biblioteca-virtual/reagropeccenagro2014-tiii-008_o.pdf
- Infante, F. S. (2016). La importancia de los factores productivos y su impacto en las organizaciones agrícolas en León Guanajuato México. *Agora U.S.B.*, 16(2), 393. <https://doi.org/10.21500/16578031.2443>
- Infoagro, P. (2006). Caracterización Histórica, Física y Geográfica de la Región Brunca. 1-6.
- Jara-Rojas, R., Canales, R., Gil, J. M., Engler, A., Bravo-Ureta, B., & Bopp, C. (2020). Technology adoption and extension strategies in mediterranean agriculture: The case of family farms in Chile. *Agronomy*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/agronomy10050692>
- Manda, J., Alene, A. D., Gardebroek, C., Kassie, M., & Tembo, G. (2016). Adoption and Impacts of Sustainable Agricultural Practices on Maize Yields and Incomes: Evidence from Rural Zambia. *Journal of Agricultural Economics*, 67(1), 130-153. <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12127>
- Mariano, M. J., Villano, R., & Fleming, E. (2012). Factors influencing farmers' adoption of modern rice technologies and good management practices in the Philippines. *Agricultural Systems*. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.03.010>
- OCDE. (2017). Políticas Agrícolas en Costa Rica: Evaluación y Recomendaciones de Política. In News Room. <https://www.comex.go.cr/media/5222/ocde-evaluacion-y-recomendaciones-agricultura-costa-rica-2017.pdf>
- Onésimo, R., Guel, P., Martínez Bautista, H., Torres, J. L., & Medel, R. R. (2016). Estimación de la adopción de innovaciones en la agricultura* Estimation of the adoption of innovations in agriculture.
- Roco, L., Engler, A., & Jara-Rojas, R. (2012). Factores que influyen en la adopción de tecnologías de conservación de suelos en el secano interior de Chile Central. *Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias*, 44(2), 31-45.

- RStudio Team. (2019). R Studio: Integrated Development for R (3.6.1). <http://www.rstudio.com/>
- SEPSA. (2020). Desempeño del Sector Agropecuario, Pesquero y Rural. In Sector Agroalimentario (Vol. 1, Issue 4).
- Sidibé, A. (2005). Farm-level adoption of soil and water conservation techniques in northern Burkina Faso. *Agricultural Water Management*, 71, 211–224. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2004.09.002>
- Stoian, E., Dinu, T. A., & Vlad, M. (2015). The Quality of the Educational Programs in Romania. A Case Study of Masters Degree in Agriculture. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 6, 696–703. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.08.124>
- Wollni, M., Lee, D. R., & Thies, J. E. (2010). Conservation agriculture, organic marketing, and collective action in the Honduran hillsides. *Agricultural Economics*, 41(3–4), 373–384. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2010.00445.x>

Modelo para la estimación de precios de transporte de ganado a subastas en Costa Rica

Model to estimate prices of livestock transportation to auctions in Costa Rica



Aurea Leticia Vargas Salmerón¹

Fecha de recepción: 02 de marzo, 2022

Fecha de aprobación: 04 de junio, 2022

Vol.8 N° 2 Julio- diciembre 2022

Vargas, A. (2022). Modelo para la estimación de precios de transporte de ganado a subastas en Costa Rica. Revista e-Agronegocios, 8(2). <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/eagronegocios/article/view/6144>

 DOI: <https://doi.org/10.18845/ea.v8i2.6144>



¹ Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Correo: aurea.vargas@ucr.ac.cr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8725-3729>

Resumen

Este estudio tiene el objetivo de proponer una metodología para la estimación de precios de transporte terrestre de ganado en pie entre subastas y fincas, para conocer los determinantes del precio, su importancia y la forma económica correcta en cómo se debe establecer el precio. La información necesaria se obtuvo a través de 51 encuestas semicerradas aplicadas a oferentes del servicio de transporte de ganado que asisten a la Subasta de la Cámara de Ganaderos Unidos del Sur, clúster elegido por ser la subasta con mayor flujo de ganado en Costa Rica.

Para determinar las principales variables que influyen sobre la estimación del precio se realizó un modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios mediante el lenguaje de programación R, con los resultados del modelo se planteó una metodología para la estimación del precio de un viaje que incluye un margen de ganancia mínimo esperado, estimado mediante el método Modelo Precio Activo de Capital (10,88 %), y un impuesto del valor agregado: 1%. Se determinó que existe relación estadísticamente significativa entre más de una variable y la determinación del precio de transportar ganado a subastas y fincas para el caso en estudio.

Los resultados mostraron que las variables que influyen sobre el precio de un viaje son; cantidad de animales, costo total, distancia, tiempo del viaje, antigüedad del vehículo, las cuales permiten medir la elasticidad del precio de un viaje, además fue posible plantear un modelo económico para calcular el precio final de un viaje a través de una ecuación matemática sencilla.

Palabras clave: modelo económico, regresión, econometría, ganadería, transporte.

Abstract

This investigation has the objective of proposing a methodology for estimating the ground transportation prices of live cattle between silent auction and farms, to know the price's determinants, its importance, and the correct economic way in which the price should be established. The necessary information was obtained through 51 semi-closed surveys applied to suppliers of the cattle transport service that attend the Subasta de la Cámara de Ganaderos Unidos del Sur, the cluster that was chosen for being the auction with the highest cattle's flow in Costa Rica.

To determine the main variables that influence the price estimate, an Ordinary least-squares model was developed using the R programming language. With the results of this model, a methodology was proposed for estimating the trip's price that includes a profit margin expected minimum, estimated using the Capital Asset Price Model method (10,88%) and a value added tax: 1%. It was concluded that there is a statistically significant relationship between more than one variable and the determination of transporting cattle price to auctions and farms for this case study.

The results showed that the variables that influence the price of a trip are: number of animals, total cost, distance, travel time, vehicle year model, which allow to measure the elasticity of the price of a trip, it was also possible to propose an economic model to calculate the final price of a trip through a simple mathematical equation.

Keywords: economic model, regression, econometrics, livestock, transportation.

Introducción

La ganadería bovina es uno de los subsectores agropecuarios de mayor importancia para Centroamérica. El producto interno bruto ganadero (PIBG), compuesto por los rubros de carne y leche bovina, representa el 1,3 % del producto interno bruto regional (PIB), y cerca del 20 % del producto interno bruto agropecuario (PIBA). En 2019, Nicaragua, Costa Rica y Honduras aportaron respectivamente 46,7 %, 30,7 % y 22,6 % de una producción total de 288,4 miles de toneladas de carne de ganado vacuno, generadas por 1,53 millones de cabezas (Mena, 2020).

Según la Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA) (2021) el Valor Agregado de las actividades primarias del sector agrícola nacional alcanzó los 1 565 994 miles de millones de colones corrientes para 2020 de los cuales 15,5 % corresponden a la cría de ganado vacuno. Según la Encuesta Nacional Agropecuaria 2020 en el país existe un estimado de 395 598 cabezas de ganado de las cuales el 53% es ganado de carne y el 27 % de doble propósito, la cuales es su mayoría son comercializadas en subastas (Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2021).

El sector pecuario de ganadería de cría encadena con 96 actividades económicas en la parte de demanda de insumos, mientras que tiene relación con 39 sectores como oferente de materia prima, lo que indica una alta vinculación con una importante proporción de la economía costarricense (Arguedas, 2017). El transporte es un sector económico que implica una considerable cantidad de mano de obra, materiales y recursos energéticos, mientras que su modernización y desarrollo requiere grandes inversiones (Tom y Krishna, 2007), por lo que la toma de decisiones respecto a estos aspectos debe basarse en información real, cuantificable y con respaldo teórico para optimizar variables que influyen de manera directa en la eficiencia, la productividad y competitividad.

En Costa Rica no se ha elaborado una metodología que tenga como finalidad la estimación de precios para el sector en estudio, ni sus determinantes, lo que limita la vigilancia, el establecimiento de políticas públicas, desarrollo de infraestructura y la creación de incentivos para el sector o legislación que lo regule, todo a causa de los vacíos de información veraz para la toma de decisiones que impulsen la competitividad del sector transportista y a la vez de toda la agrocadena involucrada.

En 1999, la Organización de Estados Americanos (OEA) realizó un estudio en Uruguay sobre la integración regional en el transporte de cargas, donde mencionan que las normas laborales uruguayas inciden en los costos variables u operativos de las empresas dedicadas al transporte de cargas y las tarifas están determinadas por el mercado. Sin embargo; las variables de costo y aspectos vinculados a las características propias de la carga, del viaje, de la estacionalidad y del volumen, influyen en la integración regional del transporte de cargas.

Ceconi et al (2005) en su estudio sobre los factores estructurales que inciden en los fletes

marítimos internacionales y las políticas públicas, definen los tipos de transporte posibles y se estima un costo de 5 centavos de dólar por t/km para un recorrido medio de 250 km. Se detalla para el caso una estructura de costos, según el porcentaje que representa cada uno de los rubros, según costos variables y fijos. Se enlistan los principales factores que afectan el costo de transporte por camión; las economías de escala determinadas por el tamaño del camión, los recorridos con el camión vacío y tiempos ociosos, restricciones sobre las horas de marcha, las condiciones del camino, el diseño y estado de conservación del camión. Asimismo, la calidad del servicio que se ofrece, los costos de la mano de obra, de los repuestos y del combustible.

Sánchez et al (2007) realizan una investigación sobre el transporte de cargas en Argentina, donde los aspectos más relevantes son la caracterización del sector, los costos y precios de transporte de cargas; como parte de estos costos los autores determinan bajo una serie de supuestos que los factores que afectan los mismos se diferencian según tipo de tráfico, distancia, tipo de camino, tamaño del vehículo y servicios conexos.

Cárdenas (2016) analiza los costos de transporte de cargas por carretera para Colombia, se puede observar el elevado impacto del combustible que participa en el 31,8 % del total del costo de cada kilómetro recorrido, el mantenimiento preventivo con el 13,1 %, los salarios y prestaciones con el 13%, las llantas con el 11,2 % y los peajes con el 11 %.

Mora (2008) menciona que los costos inherentes al funcionamiento de un vehículo se agrupan en dos categorías; la primera, costos fijos, que corresponden al salario de los conductores, tributos, seguros, intereses de la inversión, amortización y cuota de los gastos generales. La segunda, los costos variables donde se encuentran el combustible, cambio de neumáticos y lubricante proporcionales al kilometraje recorrido, mantenimiento, alimentación del conductor cuando esté en ruta y peajes en autopistas.

Erik (2011) explica cómo se componen los modelos de costos de transporte de mercancías y la logística para Noruega, en este caso es de particular importancia la clasificación que se realiza sobre los costos de transportes, donde se pueden dividir en dos categorías principales, costos dependientes del tiempo y dependientes de la distancia. La estructura de costos se calcula para cada tipo de camión ingresando como input principal el precio de compra del vehículo, seguido de las variables de operación; kilómetros por recorrer por ruta o periodo de tiempo, el tiempo de viaje, los peajes en la ruta y el consumo de combustible en kilómetros por galón que depende del modelo y tipo de vehículo. Se obtiene el flete o tarifa en la ruta para el viaje programado.

Capros y Siskos (2011) explica la composición del modelo de transporte el cual proyecta la evolución de la demanda de pasajeros y el transporte de mercancías según transporte utilizado, en función de la economía. Mencionan que los salarios, costos sociales y costos de capital relacionados con los equipos de transporte son los principales costos dependientes del

tiempo para todos los modos de transporte, mientras que el combustible y el mantenimiento son los principales componentes de costos dependientes de la distancia. Además, en esta metodología se calculan los costos por km y los costos por hora.

En cuanto al ámbito nacional; Holman et al (2007) menciona que en la generación de valor a través de la cadena bovina influyen los costos de transporte desde la finca de cría hasta la subasta, los costos de transporte desde la subasta hasta la finca de engorde y por último los costos de transporte desde la finca de engorde hasta el matadero. "En el esquema de subastas de ganado, el flete es asumido por el vendedor. El transporte de los animales se estima en aproximadamente US\$6/animal, asumiendo una distancia promedio de 40 Km desde la finca a la subasta" (Holmann et al, 2007, p.22)

Herrera, Solís y Zúñiga (2016) realizaron un análisis de los factores determinantes del precio en la cadena de valor de carne bovina en Costa Rica, dentro de los principales resultados se tiene que "el sector industrial es el agente de la cadena que dicta la pauta con respecto al establecimiento del precio interno. Los factores más importantes en la determinación del precio son: el precio internacional, la demanda interna, la intermediación y las políticas sectoriales" (p.1). Para los productores, el transporte para llevar sus animales a fincas y centros de sacrificio representa un costo alto, debido a que en algunos casos las distancias entre las fincas y estos destinos son grandes.

A pesar de los estudios realizados que se mencionan en este apartado en el país no existe una investigación en este sentido por lo que no hay evidencia científica sobre el tema, por esta razón este estudio tiene el objetivo de proponer una metodología para la estimación de precios de transporte terrestre de ganado en pie entre subastas y fincas, según el caso de la Región Brunca de Costa Rica, para el periodo 2019-2020.

Referente teórico

Según Solano, Solorzano y Paniagua (2020) un modelo económico es la descripción de una parte de la economía que incluye las variables necesarias para el objeto de estudio, en este caso se plantea dicho modelo a través de una ecuación, la cual incorpora un análisis econométrico a través de una regresión lineal aplicando Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Según menciona Wooldridge (2009), "la econometría se basa en el desarrollo de métodos estadísticos que se utilizan para estimar relaciones económicas, probar teorías económicas y evaluar e implementar políticas públicas y de negocios". Como mencionan Gujarati y Porter (2011) el análisis de regresión es el estudio de la dependencia de una variable (y) respecto a una o más variables independientes (x) con el objetivo de estimar la primera en términos de los valores conocidos de las segundas, el análisis de regresión se relaciona en gran medida con la estimación de la media de la población o valor promedio de la variable dependiente, con base en los valores conocidos o fijos de las variables explicativas o independientes. En este sentido el punto de interés es, como menciona Rojo (2007), de un vasto conjunto de va-

variables explicativas: x_1, x_2, \dots, x_k , conocer cuáles son las que más influyen en la variable dependiente Y , según la ecuación 1.

$$Y_p = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_{ni} X_{ni} + u \quad (1)$$

Donde:

- Y_p : es la variable dependiente,
- X_1 y X_2 : las variables explicativas (o regresoras) hasta X_{ni} ,
- u : es el término de perturbación estocástica o error,
- i : es la i -ésima observación.
- β_0 : es el término del intercepto.
- $\beta_1, \beta_2 \dots \beta_n$: son los coeficientes de regresión parcial.

Debido a que en ocasiones es imposible conocer los datos de cada variable sobre la población total en un análisis de regresión, se estiman los valores de la Función de Regresión Poblacional (FRP) a partir de la Función de Regresión Muestral (FRM), que como mencionan Gujarati y Porter (2011) con un conjunto de datos que representan la muestra de una población dada, este análisis se puede llevar a cabo de dos formas principalmente; la primera es el método de máxima verosimilitud y la segunda es el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), esta investigación se centra en este último. Este método elige las estimaciones que minimizan la suma de los residuos al cuadrado, es decir; dadas n observaciones sobre la variable dependiente y las variables independientes, las estimaciones de $\beta_0, \beta_1, \beta_2 \dots \beta_n$ se eligen de manera simultánea de forma que la sumatoria de la ecuación 2, sea lo más pequeña posible.

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 x_{i1} - \hat{\beta}_2 x_{i2})^2 \quad (2)$$

Para conocer sobre la correcta especificación de un modelo de regresión lineal es necesario saber su comportamiento respecto a los supuestos necesarios con los que debe cumplir, para esto se hace uso de diversas pruebas, tales como análisis gráficos y contrastes de hipótesis, análisis de correlación mediante el cálculo del coeficiente de correlación de las variables explicativas. Para probar la normalidad, se utiliza el contraste de Shapiro Wilk y el Lillie test, el cual es una adaptación o corrección a la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Una de las pruebas más utilizadas para probar la presencia de multicolinealidad de las variables es la prueba de inflación de la variancia (FIV), la cual muestra la forma como la variancia de un estimador se

infla por la presencia de la multicolinealidad. Para probar el supuesto de heteroscedasticidad, existen pruebas como la prueba de Breusch Pagan, sin embargo, en cuanto a la autocorrelación el estadístico de Durbin-Watson es la prueba más conocida para detectar correlación serial. Por otra parte, la prueba de Breuch Godfrey tiene la finalidad de analizar si existe o no autocorrelación de orden superior a uno. Además, el Criterio de Akaike es una regla de decisión comúnmente aplicado para elegir entre regresiones.

Metodología

Con base en la literatura encontrada se elaboró una lista de todas las posibles variables que influyen en la determinación del precio de un viaje, con el fin de construir una encuesta semi-cerrada que fue aplicada a los transportistas de ganado de la Subasta de la Cámara de Ganaderos Unidos del Sur (SCGUS) en Pérez Zeledón, San José, Costa Rica, entre marzo de 2019 y enero de 2020. Esta encuesta permitió recolectar los datos necesarios para que mediante un análisis de regresión lineal se analizara la influencia de las diferentes variables sobre el precio de un viaje, con el fin de cumplir con el objetivo de determinar un modelo económico para la estimación de precios de transporte terrestre de ganado en pie entre subastas y fincas, según el caso de la Región Brunca de Costa Rica, mediante la cual se estimó un precio final adecuado más márgenes de ganancia e inclusión de obligaciones tributarias.

Según la fórmula de cálculo de muestras para poblaciones finitas se debían realizar 32 encuestas, con los siguientes parámetros; $N= 60$, (cantidad promedio de transportistas mayores de 18 años que brindan el servicio de transporte de ganado diariamente en SCGUS y cobran por este), $e = 10 \%$, $Z = 1,64$ (significancia de un 90 %), $p = 0,50$ (proporción estimada de transportistas que brindan el servicio) y $q=0,50$ ($1-p$). Sin embargo; se aplicaron 51 encuestas de las que se desprendieron 65 observaciones, debido a que un mismo sujeto podía recorrer varias rutas, lo que representaba una nueva observación.

Mediante dicha encuesta se obtuvo toda la información necesaria para el análisis, como primer insumo se elaboró una estructura de costos para un viaje, para este caso se consideran costos de operación todos los costos relacionados con la prestación del servicio de transporte. Se presentan cada uno de los rubros de la estructura de costos propuesta para un viaje de transporte de ganado, esta estructura ha sido establecida según los autores Ceconi et al (2005), OEA (1999), Sánchez et al (2007), Storeygard (2012), y Cárdenas (2016), además se han utilizado los criterios teóricos para la clasificación de costos. En primer lugar, la misma está compuesta por dos tipos de costos; los fijos y los variables, los cuales se han clasificado de esta forma respecto a la unidad de medida que se llamará viaje, las estructuras se elaboraron en función de la distancia para tres rutas; corta (de 0 a 25 Km), media (de 26 a 60 Km) y larga (mayor a 61 Km). Estas rutas fueron estimadas mediante la creación de 3 percentiles que agrupan la misma cantidad de casos, para lo cual se eliminaron los outliers mediante el uso del software estadístico SPSS. Además, se debe considerar que la metodología de estimación de percentiles estandariza la variable estudiada, es decir, la misma tiene media de cero y varianza 1, esto se realizó con el fin de que la división de distancias tenga un criterio estadístico. De dicha estructura se obtuvieron 4 variables; costo total, costos fijos, variables, costo por Km

recorrido, ya que medir los costos resultaba de particular importancia para conocer el punto de equilibrio de cada viaje.

Para la modelación de la regresión econométrica se utilizó el lenguaje de programación R empleando el software libre R Studio, como herramienta para el análisis de datos, realización de pruebas de hipótesis y obtención del mejor MCO. Mediante el algoritmo Gl Multi de R, se probaron de manera automática todas las combinaciones posibles de MCO, utilizando 18 variables¹ iniciales con las que se contaba, este algoritmo busca obtener el mejor modelo según el criterio de Akaike (AIC), se probaron 271.200 modelos, al modelo resultante se le aplicó una transformación log – log a todas las variables que lo permitían, (no dicótomas u ordinales). Se realizó un tratamiento de outliers y se aplicó nuevamente Gl Multi al modelo log – log (aplicando logaritmos naturales), probando 250 nuevas combinaciones. De lo cual se obtuvo la ecuación:

$$\ln y_1 = 5,9359 + 0,6003 \ln x_1 + 0,2571 \ln x_2 + 0,1870 \ln x_3 + 0,1054 \ln x_4 + 0,0999 \ln x_5 \quad (3)$$

Donde:

- Y_1 = precio del viaje de la finca a la subasta o viceversa, en colones.
- X_1 = cantidad de animales a transportar por viaje.
- X_2 = costo total del viaje en colones.
- X_3 = distancia entre el punto de salida y el punto de llegada en Km.
- X_4 = duración del viaje en horas.
- X_5 = antigüedad del vehículo usado en años.

Al modelo resultante se la aplicaron las pruebas de los supuestos, el cual cumplió con los estándares necesarios como muestra el cuadro 1.

¹ Las variables fueron: base de cobro; donde 1: por cabeza y 2: por viaje, cantidad de animales, tamaño del animal; donde 1: destetes entre 180-220 K, 2: repastos entre 280-350 K, 3: vacas entre 350-450 K y 4: toros de 500 K o más, costo total, costo variable, costo fijo, costo por kilómetro, distancia, duración del viaje en horas, año de fabricación del vehículo, antigüedad desde la fabricación del vehículo, cilindraje, combustible, tonelaje, tipo de carga; donde 1: carga liviana y 2: carga pesada, tamaño del cajón en metros cuadrados, calidad del servicio y estado de la carretera.

Cuadro 1. Resumen de criterios y pruebas de hipótesis para los supuestos a cumplir por cada modelo planteado.

Criterio	Prueba	p-valor
Normalidad	Shapiro Wilk	0,8734
	Lillie test	0,3924
Homocedasticidad	Breush Pagan	0,2944
Autocorrelación	Dubin Watson	0,928
	Breush Godfield	0,7745
Multicolinealidad	Inflación de la variancia (FIV)	$>2^2$

Fuente. Elaboración propia, 2022.

Para establecer el precio final de un viaje se utilizó como base el modelo econométrico, se consideran dos variables adicionales; tipo de carga y margen de ganancia, mediante el tipo de carga se asignó un costo promedio para cada viaje en función de costos medios previamente calculados con los datos de la encuesta. En cuanto al margen de ganancia mínimo esperado, se estimó un costo capital (ke), mediante el Modelo Precio Activo de Capital (MPAC), según muestra el cuadro 2.

Cuadro 2. Estimación del costo capital mediante el MPAC.

Indicador	Valor	Detalle
Rf	7.16%	Rendimiento de eurobonos a 30 años lanzados por el Banco Central de Costa Rica (BCCR) en 2015.
Rm	14%	La ley 8634 del Sistema de Banca para el Desarrollo (SBD), establece que el productor debe tener un retorno de la inversión TBP+8%, la TBP utilizada es el promedio de octubre de 2018 a octubre de 2019 (6.01%)
Rp	3%	Riesgo país
B	10.45%	Se estimó mediante la suma de la volatilidad de carne en subastas de 2007 a 2019 (0.04%), más la volatilidad en el precio de los combustibles de 2000 a 2019 (10.41%)
Ke	10,88%	Costo capital

Fuente. Elaboración propia con datos de Ministerio de Hacienda (2015), Sistema Costarricense de Información Jurídica (2008), Refinadora Costarricense de Petróleo (2019) y CORFOGA (2019). Este margen puede ser reemplazado en la ecuación de ser necesario, si el transportista desea emplear otro método para la estimación de su margen de ganancia.

2 $X_1= 1,2055, X_2= 1,3940, X_3= 1.7226, X_4= 1,7912, X_5=1,8124.$

Además, se utilizó un 1 % como porcentaje de Impuesto de Valor Agregado (IVA) que debe cubrir el precio establecido. Para la estimación del precio, usando la información antes descrita se empleó la siguiente fórmula (Ecuación 4):

$$\text{Precio final} = (e^{5,9359 + 0,6003\ln x_1 + 0,2571\ln x_2 + 0,1870\ln x_3 + 0,1054\ln x_4 + 0,0999\ln x_5}) * 1,01 \quad (4)$$

Resultados

El modelo obtenido mediante el análisis de MCO explica el precio de un viaje en un 85.13% por las variables empleadas. El modelo presentó un AIC de 5,6874, menor que otros modelos probados, un R2 de 0,8513, un R2 ajustado de 0,8385 y un p-valor sobre la significancia de los coeficientes de $2,2 \cdot 10^{-16}$. En cuanto a la significancia individual de cada una de las variables independientes todas resultan significativas; la cantidad de animales, costo total, distancia y antigüedad son significativas a un 99,99 % de confianza, mientras que tiempo lo es a un 90 %. Con base en los resultados existe evidencia para afirmar que la elasticidad del precio de transporte de ganado a subastas se comporta de la siguiente forma; conforme la cantidad de animales aumenta un 1% el precio lo hace en 0,6 %, si el costo total aumenta en 1% el precio lo hace en 0,25 %, si se da un aumento en la distancia de 1 % el precio aumenta en 0,19 %, si el tiempo del viaje aumenta 1 % el precio aumentará un 0,10 % y por último, si la antigüedad del vehículo usado aumenta en 1 % el valor del viaje aumenta en 0,10 %, teniendo en cuenta que las demás variables se mantienen ceteris paribus.

Se descubrió que la cantidad varía respecto al tipo de vehículo empleado, sea CL o CP, para CL se transportan de entre 5 a 7 animales por viaje, mientras que, para CP, se transportan entre 7 y 10 animales en la mayoría de los casos, esto sin importar el tamaño, teniendo claro que a mayor tamaño de los animales menor será la cantidad que se transporta.

Los costos totales están definidos por los costos fijos y variables. Mediante la información suministrada por los conductores y la literatura, se determinó que los costos fijos se componen por los rubros; pago de deudas, contabilidad, seguro, requisitos legales de circulación (inspección técnica vehicular y derecho de circulación o marchamo). Mientras que los costos variables se conforman por los rubros; mano de obra (chofer y acompañante), combustible, costos mecánicos (cambio de aceite, cambio de llantas, cambio de frenos, ajuste de frenos y otros costos mecánicos), viáticos y otros costos.

Al analizar los costos totales se observó que a medida que la distancia de un viaje aumenta el costo/Km disminuye. Sánchez et al (2007) afirman que, para el transporte de cargas en Argentina, conforme aumenta la distancia se da una reducción en los costos fijos y, por ende, el costo/Km. Long (2006) citado por Silvera y Mendoza (2017), menciona un término llamado economía de la distancia, el cual "significa que a medida que la distancia del envío aumenta, el costo por unidad de distancia baja" (p.46). Según los datos analizados, se puede afirmar que, para el caso de transporte de ganado en la Región Brunca, se cumple el principio de economías de distancia, donde viajes más largos representan costos/Km menores. que el costo

Esto no significa que el costo total del viaje sea menor que viajes con distancias cortas, ya que el costo por Km más bien mide la eficiencia que se tiene en el aprovechamiento de los recursos según sea la distancia del viaje y refleja además como los costos totales disminuyen con forme aumenta la distancia. En cada escenario conforme aumenta la distancia los costos también lo hacen, para una distancia corta se tiene un costo total de ₡ 69 885, para una distancia media el costo por viaje es de ₡ 79 075 y para una distancia larga el costo es de ₡ 142 010 colones. Por lo que se puede ver la influencia de la variable distancia empleada en el modelo, ya que estos valores serían el punto de equilibrio para cada uno de sus viajes en función de la distancia.

Luego de realizar este análisis con los casos estudiados se obtuvo que un 39% de los mismos tenían ingresos mayores a sus costos, sin embargo; un 61% mostró costos mayores que su ingreso, por lo que incurrían en pérdidas económicas o puntos de equilibrio negativos, debido a que su margen de contribución unitario (MCU), diferencia entre el precio y los costos variables unitarios (Polimeni et al, 1997), resultaba negativo, porque el precio de un viaje era menor que los costos variables de realizar este viaje, lo que causa que el punto de equilibrio se indefina y no sea posible realizar su cálculo desde el punto de vista unitario o monetario. Con la existencia de la variable costo total dentro del modelo econométrico se busca evitar este fenómeno.

La última variable que explica el precio es la antigüedad, según el año de fabricación del vehículo. Se encontró que, dentro de los casos analizados, el vehículo más antiguo es de 1975, mientras que el más moderno corresponde al 2018, existiendo un rango de 43 años. Si se divide en cuartiles la antigüedad según año de fabricación de la flota vehicular, el primer cuartil inicia en 1975 y finaliza en 1988, el segundo cuartil se encuentra en 1994, el tercero se posiciona en 1998 y el último se encuentra en 2018.

Los factores mencionados por los transportistas coinciden con lo que menciona la teoría, ya que, según la literatura consultada para la investigación, los determinantes del precio del servicio de transporte son: distancia, cantidad de animales, duración del viaje, costos, estado de la carretera, calidad del camión y precios de la competencia; los mismos factores mencionados por los sujetos de estudio. Al comparar los resultados del análisis econométrico con las respuestas de los conductores respecto a los factores que eran tomados en cuenta para cobrar el precio de un viaje se encontraron similitudes debido a que el 35% de los conductores afirmaron que el primer factor considerado es la distancia, el siguiente es la cantidad de animales en un 33% de casos, los costos fueron mencionados por un 20%, y la duración del viaje con un 6%, también mencionaron que el estado de la carretera y la competencia resultaban importantes, pero estos no resultaron parte del modelo.

Luego de conocer el comportamiento del precio a través de los distintos análisis de este, se elaboró un modelo económico que permite calcular el precio que se debería cobrar por un viaje, tema central del objetivo general de esta investigación. Para la elaboración de dicho modelo se estableció como base el modelo econométrico de la ecuación 3, debido a que como se ha afirmado, este explica un 85,13% de la fijación del precio, además se tomaron en cuenta otras variables con el fin de ajustar de mejor manera el resultado respecto a la realidad

de cada caso. Este se basa en siete variables; la cantidad de animales a transportar, costo total del viaje, distancia, duración del viaje, antigüedad del vehículo, tipo de carga y utilidad mínima necesaria por viaje. Sin embargo; las variables que se le pide al usuario ingresar en el sistema son solo seis, debido a que como se pudo observar mediante el análisis de costos esta variable resulta desconocida por los transportistas, por lo que se ideó un método para asignar un costo según los resultados antes obtenidos mediante el análisis de estos.

Por lo anterior, se consideran dos variables adicionales a las que establece el modelo econométrico encontrado; estas son tipo de carga y margen de ganancia, mediante el tipo de carga se busca que se le pueda asignar un costo promedio para cada viaje en función de un punto de equilibrio previamente establecido en esta investigación, es decir; con base en el tipo de carga, se asigna un costo por viaje realizado.

Por otra parte, dentro del modelo se ingresa un margen de ganancia mínimo esperado (10.88%), lo anterior debido a que con la inclusión de la variable de costos se logra un punto de equilibrio y no utilidad. Se puede decir que con la variable costos y la variable de margen de ganancia se está trabajando con uno de los métodos de fijación de precios más sencillos, el de costos más margen, que como menciona Cadena (2011) cuando se habla de la teoría financiera y la fijación de precios se hace referencia al método de fijación de precios en función de los costos o de costo más margen. Este método supone como condición previa un análisis detallado del sistema de costeo a utilizar para establecer los costos del producto; de la meta de ventas en unidades según la capacidad del negocio y el entorno; y del margen a establecer, que cubra los riesgos del negocio, pero también que esté acorde con las realidades del mercado. Sin embargo, para este caso se debe tener en cuenta la incorporación de todas las demás variables que indica el modelo econométrico.

El resultado final de la investigación fue una hoja programada en Excel, con el fin de que posibles usuarios; transportistas o productores, puedan conocer el precio de un viaje, el usuario deberá ingresar seis variables (Figura 1). Se observa un ejemplo hipotético donde se desea transportar 6 animales, por una distancia de 200 Km, donde el viaje tardará aproximadamente 3,5 horas, en un camión modelo 2015 de carga pesada. Como resultado el precio antes del IVA es de ¢71 416, el IVA corresponde a ¢ 714 y el precio final es de ¢72 130.

6	Cantidad de animales
200	Distancia (Km)
3,5	Duración del viaje (horas)
2015	Año del camión
2	Tipo de carga
10,88%	<i>% de ganancia esperado</i>
₡71 416,00	<i>Precio antes de IVA</i>
₡714,00	IVA
₡72 130,00	Precio final

Figura 1. Ejemplo de estimación del precio de un viaje empleando el modelo propuesto.
Fuente. Elaboración propia.

Discusión

Se encontró relación estadísticamente significativa entre cinco variables; cantidad de animales, costo total, distancia, tiempo, antigüedad del vehículo y el precio cobrado por un servicio de transporte de ganado, lo cual es comparable con lo encontrado por algunos autores. El factor costo es el que tiene mayor efecto sobre el precio, una gran cantidad de autores han dedicado estudios al análisis de costos relacionados con el transporte de cargas, tales como; Ceconi et al (2005), OEA (1999), Sánchez et al (2007), UTN (2007), Storeygard (2012) y Cárdenas (2016). Siendo esta variable de alto grado de importancia es necesario conocer que factores podrían afectar el costo, al respecto Ceconi et al (2005) afirma que estos son; las economías de escala determinadas por el tamaño del camión, los recorridos con el camión vacío y tiempos ociosos producidos por las variaciones estacionales de la demanda, restricciones sobre las horas de marcha debido a razones de seguridad, las condiciones del camino tales como terrenos montañosos, pavimentos deteriorados y congestiones de tránsito, la aplicación de determinadas regulaciones en el camino y en los pasos de frontera, el diseño y estado de conservación del camión, la calidad del servicio que se ofrece, los costos de la mano de obra, de los repuestos y del combustible. Por su parte la UTN (2007) afirma que el costo se ve afectado por la geometría del camino, estado y tipo de calzada; en trazas con pendientes se requiere más combustible por kilómetro; los recorridos en los caminos de tierra aumentan los costos de mantenimiento y la probabilidad de pérdida de horas de viaje por intransitabilidad

debido a factores climáticos. En síntesis, cuanto más llano sea el terreno y mejor el estado del camino, menor será costo de mantenimiento de las unidades y mayor la velocidad comercial.

En vista de lo anterior y en contraste con los resultados de la investigación, en la cual un alto porcentaje de conductores no conocían sus costos ni puntos de equilibrio, se vuelve necesario emplear estructuras de costos como la propuesta en esta investigación o por los autores anteriores aunado a Cadena (2011) quien menciona que la fijación de precios abarca tres disciplinas: la teoría económica, desde el punto de vista de la formación de precios de mercado con un enfoque de oferta y demanda, puntos de equilibrio y maximizaciones; la teoría financiera donde se fija el precio y se realizan proyecciones sobre ingresos, rentabilidad, entre otros y la teoría de marketing, con el precio como principal componente del mix de marketing.

Que la cantidad de animales influya sobre el precio es concordante con Janic (2007) quien mediante una ecuación matemática detalla los componentes del costo total para una red de transporte de cargas, empleando como variables principales; volumen de los camiones, capacidad de carga del camión y factor de carga o grado de ocupación, la cantidad de animales que se transporten en un viaje estará determinada por las variables mencionadas por Janic (2007), ya que en los resultados de esta investigación se determinó que la cantidad promedio de animales a transportar depende del tipo de carga del camión, factor relacionado con su capacidad.

El factor distancia, es consecuente con los resultados de los autores Storeygard (2012) y UTN (2007), este último afirma que a medida que aumenta la distancia de transporte disminuye la incidencia de los tiempos de carga y descarga en el total de los costos promedio de un viaje; esto también afecta al recorrido medio mensual produciendo una reducción de los costos fijos lo que implica una reducción de los costos por kilómetro. Sin embargo; en la presente investigación se determinó que con forme aumenta la distancia también lo hacen los costos y que la elasticidad de la distancia es positiva, por lo que la afirmación de la UTN (2007) es correcta sobre el análisis por Km y no el total, como se demostró en los resultados, relacionando además el termino de economías de distancia mencionado por Long (2006) citado por Silvera y Mendoza (2017).

En cuanto al tiempo, Castellanos (2009) afirma que la competitividad de los productos que van a ser comercializados depende mucho del transporte y, específicamente, del costo de éste; del tiempo de tránsito necesario para trasladar los bienes desde su origen hasta su destino; de la factibilidad de la entrega, y de la seguridad del medio utilizado. Otros autores como Erik (2011) y Ceconi et al (2005) encontraron el tiempo como un factor determinante. Finalmente, la variable antigüedad no fue mencionada en ninguno de los estudios analizados, pero hay indicios de que guarda relación con el estado del camión como lo afirma la FAO (2001) y Ceconi et al (2005).

Por otra parte, la ecuación matemática planteada para la estimación del precio final que debería cobrarse por un viaje según criterios de estadística, econometría, teoría de costos y económica es un método cuantitativo que se suma a los planteado por autores como Storeygard (2012), Janic (2007), Erik (2011) y la Dirección Nacional de Transporte de Uruguay (2018), quienes usan diferentes metodologías para estimar precios o costos de un servicio de transporte.

Conclusiones

Se determinó que existe relación estadísticamente significativa entre más de una variable y el precio de un viaje, respondiendo de esta manera a la pregunta central de la investigación. Respecto a la modelación del precio de un viaje a través del análisis de regresión se logró encontrar un modelo que explica la variabilidad del precio en un 83,85%, el cual mide el aumento que tiene el precio respecto a un aumento del 1% en cada una de las variables, a través de este modelo es posible medir la elasticidad del precio respecto a las variables influyentes en su determinación. En este caso la principal resultó ser costo total. Con base en las variables conocidas y su influencia sobre el precio, fue posible conocer puntos críticos sobre los cuales se deben tomar decisiones. Temas como los costos de un viaje y la antigüedad de la flotilla son variables que se deben analizar a profundidad con el fin de crear herramientas que permitan a los conductores aumentar sus índices de eficiencia.

La herramienta elaborada se desarrolló de forma sencilla para que sea de fácil uso para los transportistas o productores, usuarios del servicio de transporte, para que estos puedan conocer el precio adecuado de un viaje, la misma es de fácil actualización y se puede replicar en aplicaciones móviles u otras herramientas tecnológicas, en caso de existir una institución o desarrollador interesado. Al ser esta investigación la primera de su tipo en el país es una base sólida sobre el uso de métodos cuantitativos para aplicarse a las demás regiones del país u otros países, como sustento para la toma de decisiones en el sector mediante la creación de políticas, regulación y la supervisión de la transparencia del sistema.

Como parte de la conclusión del estudio se realizaron reuniones para la entrega de resultados y charlas a los transportistas de la SCGUS, sin embargo; se recalca la necesidad de capacitar a esta población en temas como cálculo de sus costos de operación, por parte de las instituciones relacionadas con la actividad ganadera del país, su cámara y la academia, ya que esta es una actividad indispensable dentro de la agrocadena de la ganadería.

Literatura citada

- Arguedas Villalobos, S. (2019). Encadenamientos productivos y multiplicadores de empleo para la actividad económica cría de ganado vacuno a partir de la matriz de insumo productivo Costa Rica 2012. *E-Agronegocios*, 5(1). Disponible en <https://doi.org/10.18845/rea.v5i1.4031>

- Cadena, B. (2011). La teoría económica y financiera del precio: dos enfoques. *Criterio Libre*, 59-80. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3815857>
- Capros, P., & Siskos, P. (2011). PRIMES-TREMOVE transport model v3. Energy-Economy-Environment Modeling Laboratory. Hg. v. European Commission (EC). Energy-Economy-Environment Modelling Laboratory (E3M-Lab). Disponible en <https://nptel.ac.in/courses/105/101/105101087/>
- Cárdenas, E. (2016). Tesis de postgrado. Metodología para establecer los costos logísticos de transferencia de carga para el comercio exterior en puertos colombianos – estudio de caso corredor Puerto Cartagena – Bogotá. Disponible en <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/57594>
- Castellanos, A. (2009). Manual de gestión logística del transporte y distribución de mercancías. Barranquilla, CO. Ediciones Uninorte. Disponible en <https://books.google.es/books?id=JYydauBcrioC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Ceconi, T. A., Ghilardi, M. F., Castro, S. A. P., & María, L. (2005). Factores estructurales que inciden en los fletes marítimos internacionales y las políticas públicas. IERAL- Documentos de discusión; Serie: Competitividad Sistémica, 5. Disponible en <https://silo.tips/download/factores-estructurales-que-inciden-en-los-fletes-maritimos-internacionales-y-las>
- Corporación Ganadera (2020). Oficio sobre aclaración y adición a consulta sobre la aplicación del Impuesto sobre el Valor Agregado en el transporte de semovientes dentro de la cadena de producción. Disponible en Corporación Ganadera: <https://www.corfoga.org/download/transporte-de-ganado-bovino-pagar-tarifa-reducida-del-1-iva/>
- Dirección Nacional de Transporte (DINATRAN). (2018). Memorandum DIT n° 02/2018. Recuperado de http://www.dinatran.gov.py/docum/costo_operativos_de_camiones_de_cargas.pdf
- Erik, S. (2011). Cost model for transportation logistic. Oslo, Noruega. Disponible en <https://www.toi.no/getfile.php/1316537-1297416753/Publikasjoner/T%C3%98I%20rapporter/2011/1127-2011/1127-2011-sum.pdf>

- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2011). *Econometría*. México: Mac Graw Hill.
- Herrera, Solís y Zúñiga (2016). Análisis de factores determinantes del precio en la cadena de valor de la carne bovina en Costa Rica. *Nutrición Animal Trópica*, 10 (2). Disponible en DOI 10.15517/NAT.V10I2.26110
- Holmann, F., Rivas, L., Pérez, E., Castro, C., Schuetz, P., & Rodríguez, J. (2007). *La cadena de carne bovina en Costa Rica: Identificación de temas críticos para impulsar su modernización, eficiencia y competitividad*. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Internacional Livestock Research Institute (ILRI); Corporación Ganadera (Corfoga). Disponible en http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Forrajes_Tropicales/pdf/Books/Cadena_carne_bovina_CRI.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Censo (2021). *Encuesta Nacional Agropecuaria*: Instituto Nacional de Estadística y Censo. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Censo: <https://www.inec.cr/encuesta-nacional-agropecuaria>
- Janic, M. (2007). Modelling the full costs of an intermodal and road freight transport network. *Science Direct*, 12, 33–44. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.trd.2006.10.004>
- Mena, M., Hoek, R. V. D., & Díaz, M. F. (2020). Estudio de los esquemas de extensión para la ganadería en Centroamérica: Casos de Honduras, Nicaragua y Costa Rica. Disponible en <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/111482/%5B104%5D%20Estudio%20esquemas%20de%20extensi%C3%B3n%20para%20la%20ganader%C3%ADa%20en%20Centroam%C3%AGrica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mora, L. A. (2008). *Logística del transporte y distribución de carga*. Colombia: ECOE Ediciones. Disponible en <http://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2016/08/Logistica-del-transporte-y-distribucion-de-carga.pdf>
- Organización de Estados Americanos (OEA). (1999). *Estudio de integración regional en el transporte de cargas*. Uruguay. Consultado el 12 de diciembre de 2020. Disponible en <http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea75s/begin.htm#Contents>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2001). *Directrices para el Manejo, Transporte y Sacrificio Humanitario del Ganado*. Fundación de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Cap. 6. (en Línea, sitio web). Disponible en <https://www.fao.org/publications/card/en/c/e09cb6a6-50a9-5ade-b330-9aega74ab815/>

- Polimeni, R., Fabozzi, F., Adelberg, & Arthur. (1997). Contabilidad de costos. -coceptos y aplicaciones para la toma de decisiones gerenciales. Santafé de Bogotá: Mc Graw-Hill.
- Rojo Albuín, J. (2007). Regresión lineal múltiple. IdEyGdM-Ld Estadística, Editor, 32. Disponible en http://humanidades.cchs.csic.es/cchs/web_UAE/tutoriales/PDF/Regresion_lineal_multiple_3.pdf
- Sánchez, J; Cortés, A; Peralta, E; Díaz, S; Filgueira, E. (2007). El Transporte Automotor de Cargas en la Argentina. Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional U.T.N. Argentina. (en Línea, sitio web). Disponible en <http://www.edutecne.utn.edu.ar/transporte/capitulos.htm>
- Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA). (2021). Indicadores macroeconómicos 2017-2021. San José, Costa Rica. Disponible en http://www.sepsa.go.cr/docs/2021-002-Indicadores_Macroeconomicos_2017-2021.pdf
- Silvera, R & Mendoza, D. (2017). Costos logísticos del transporte terrestre de carga en Colombia: Estrategias para la generación de valor en la logística del transporte terrestre con plus agregado. Barranquilla: Educosta. Disponible en <https://hdl.handle.net/11404/4125>
- Solano Pereira, T., Solorzano Thompson, J., & Paniagua Molina, J. (2020). Modelación del mercado de carne de res en Costa Rica: Una aproximación preliminar básica. E-Agronegocios, 7(1), 4-20. Disponible en <https://doi.org/10.18845/ea.v7i1.5185>
- Storeygard, A. (2012). Farther on down the road: transport costs, trade and urban growth in sub-Saharan Africa. The review of economic studies. 83(3), 1263-1295. Disponible en <https://doi.org/10.1093/restud/rdw020>
- Tom, M., & Krishna, K. (2007). Travel demand modeling (págs. 5.1-5.4). NPTEL. Disponible en <https://nptel.ac.in/content/storage2/courses/105101087/downloads/Lec-5.pdf>
- Universidad Tecnológica Nacional de Argentina (UTN) (2007). El Transporte Automotor de Cargas en la Argentina. Consultado el 19 de febrero de 2018. Disponible en <http://www.edutecne.utn.edu.ar/transporte/transporte-carga.html>
- Wooldridge, J. M. (2009). Introductory econometrics: A modern approach (South-Western Pub). Mason, OH, USA. Disponible en <https://economics.ut.ac.ir/>

documents/3030266/14100645/Jeffrey_M._Wooldridge_Introductory_Econometrics_A_Modern_Approach__2012.pdf

Sellos y Signos Distintivos de Calidad en las Exportaciones del Sector Agropecuario Costarricense

Seals and Distinctive Signs of Quality in the Exports of Costa Rican Agricultural Sector



María Fernanda Rosales Moya¹

David Gómez Castillo²

Andrea Ruiz Zapata³

Fecha de recepción: 16 de marzo, 2022

Fecha de aprobación: 09 de junio, 2022

Vol.8 N° 2 Julio- diciembre 2022

*Rosales, M., Gómez, D. y Ruiz, A. (2022). Sellos y signos distintivos de calidad en las exportaciones del sector agropecuario costarricense. Revista e-Agronegocios, 8(2).
<https://revistas.tec.ac.cr/index.php/eagronegocios/article/view/6145>*



DOI: <https://doi.org/10.18845/ea.v8i2.6145>

1 Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Correo: maria.rosalesmoya@ucr.ac.cr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1984-2182>

2 Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Correo: david.gomez@ucr.ac.cr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7321-0453>

3 Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Correo: andrea.ruizzapata@ucr.ac.cr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4025-2232>



Resumen

El objetivo del manuscrito es describir los sellos y signos distintivos de calidad, utilizados en los principales productos frescos de exportación de Costa Rica. Dentro de estos sellos y signos distintivos de calidad se encuentran las Identificaciones Geográficas, las Denominaciones de Origen, Marca País (Esencial Costa Rica), Comercio Justo (Fair-trade), Certificación Orgánica y la Certificación Rainforest Alliance.

Se identifica la relevancia de cada uno, así como sus principales características o principios, pasos para certificarse, entes relacionados al tema en el país, principales agencias de certificación, con el fin de contextualizar a las personas lectoras. La información presentada proviene de una exhaustiva revisión bibliográfica, que abarca artículos científicos, tesis de grado, comunicados de las organizaciones certificadoras, entre, otros.

Los sellos y signos distintivos de calidad brindan a un producto del sector agropecuario de exportación diferenciación en los mercados internacionales, ya que son elementos visibles al consumidor final, donde éste puede confiar que dicho producto pasó por procesos de cumplimiento legales, culturales, sociales y/o ambientales que le generan confianza para su compra y consumo.

Palabras clave: atributos de valor, productos diferenciados, aseguramiento de la calidad.

Abstract

In the present study, a description of the seals and distinctive signs of quality will be made, used in the main fresh export products of Costa Rica, within these seals and distinctive signs of quality are the Geographical Identifications, the Denominations of Origin, Brand Country (Essential Costa Rica) Fair Trade, Organic Certification and the Rainforest Alliance Certification,

Where the relevance of each one will be presented, as well as its main characteristics or principles, steps to be certified, entities related to the subject in the country, main certification agencies, in order to contextualize the readers. The information presented comes from an exhaustive bibliographic review, which includes scientific articles, degree theses, communications from the certifying organizations, among others.

The seals and distinctive signs of quality provide a product from the agricultural export sector with differentiation in international markets, because they are visible elements to the final consumer, where can trust that product has gone through legal, cultural, social, legal and/or environmental compliance processes that generate confidence for their purchase and consumption.

Key words: value attributes, differentiated products, quality assurance

Introducción

El presente manuscrito sistematiza información sobre los principales sellos y signos distintivos de calidad para los principales productos agroalimentarios de exportación en Costa Rica, como herramienta que tienen los productores y empresas para dar un valor agregado a su producción aportando información que incline al sector consumidor final sobre un producto específico.

Costa Rica es reconocido por ser un país de tradición agropecuaria, el cual ha tenido diferentes fases de implementación de la actividad, la primera fase se conoce como el modelo agroexportador, que se sostuvo desde 1821 hasta 1948, la segunda fase es la industrialización por sustitución de importaciones que se desarrolló desde 1948 hasta 1980 y la última de estas fases se despliega desde 1980 hasta la actualidad. Esta última fase se basa en la inserción de diversos productos agropecuarios en el mercado internacional (Hernández, 2016). En el marco de esa fase agropecuaria y de la globalización de la economía, los productos agroalimentarios mantienen integrado el sector agrícola y el mercado, el sector consumidor busca saber más sobre los productos que están comprando, es decir, sobre su origen y su forma de elaboración. Además, toman importancia sus atributos de valor y diferenciación, por lo que los atributos intangibles han cobrado mucha importancia (Armesto & Gomez, 2016).

Según El Ministerio de Comercio Exterior de Costa Rica (COMEX) (2020) “el banano destaca como el producto del sector agrícola con mayor participación, dentro de la oferta exportable costarricense. Representando en términos económicos un valor de \$1005 millones en 2019 contabilizando US\$ 1.005 millones, seguidamente en orden de importancia se encuentra la piña con US\$ 962 millones, por último, se destaca la exportación de café con US\$ 274 millones. De forma agregada, las tres actividades anteriormente mencionadas representan el 80% de las exportaciones agrícolas primarias. Además, hay productos que no poseen números tan relevantes en términos de exportación para el país, pero que son importantes al hablar de los sellos y signos distintivos de calidad, tal es el caso del cacao y el azúcar con participación importante en el uso de sellos como la Certificación Orgánica y Comercio Justo (FAIRTRADE) principalmente.

La importancia que representa el sector agroalimentario en términos de exportación, generación de empleo, seguridad alimentaria, desarrollo de economías regionales, las empresas deben ser cada día más competitivas; en temas como innovación, generación de valor agregado y por supuesto mejorar constantemente la calidad de sus productos para satisfacer a los consumidores (Amaya et al., 2019; La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2002a; FAO, 2004; Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2014; Palomino, et al., 2018; Rueda, et al., 2008).

Dentro de esta línea, se encuentran productos con diferentes características: origen orgánico, de zonas determinadas (indicación geográfica o denominación de origen), con características específicas de comercialización, que aseguren calidad e inocuidad, entre otros, los cuales son

demandados principalmente por Europa, Estados Unidos, y Japón, esto representa para dichos productos un alto potencial de exportación (FAO, 2002a; Rueda et al., 2008).

Con el objetivo de lograr que los productos de origen agropecuario y agroindustrial tengan una ventaja competitiva en el mercado, las empresas productoras optan por diferenciar sus productos a través sistemas voluntarios de control como lo son algunas certificaciones de calidad y sellos y signos distintivos de calidad. Considerando el papel de estos sistemas voluntarios de control como herramientas de comercialización en la agregación de valor a los productos, su capacidad de incrementar la competitividad de quienes los utilizan, así como la calidad asociada de los alimentos que poseen estos sistemas (Moreno, 2016; Rueda et al., 2008).

Referente teórico

Un producto agroalimentario de calidad es aquel que está ligado a un prestigio indudable al ser socialmente aceptado como excelente y tiene la capacidad para satisfacer las necesidades del consumidor a través de sus propiedades y características. Por tanto, se puede afirmar que el producto agroalimentario de calidad es aquel que posee unas características diferenciadas que permiten juzgar su valor, resultando superior o excelente (Sánchez, 2018). La decisión de compra está condicionada por la confianza del comprador en las señales externas que garantizan que el producto es realmente lo que se promociona o contiene los atributos descritos en las etiquetas (Berges et al., 2009).

Las exigencias en los gustos y preferencias de las personas consumidoras han evolucionado a requerimientos específicos en temas como la salud, medio ambiente, sin descuidar la calidad y competitividad de dichos productos lo que incentiva al productor a buscar nuevas alternativas o estrategias que agreguen valor a los productos. Según Salvador (2016), se pueden distinguir tres mecanismos de diferenciación: a) por gestión de la calidad sanitaria, b) según atributos vinculados al origen y c) por atributos relacionados con la protección del ambiente, la salud y la responsabilidad social.

Como parte de estas estrategias de comercialización y agregación de valor, así como el crecimiento de la concienciación social sobre los efectos de las actividades económicas en el medio ambiente y el compromiso ético, las empresas exportadoras se enfrentan a fuertes presiones para mantenerse competitivas. En una actitud proactiva, la adopción de certificaciones, sellos y signos distintivos de calidad como una estrategia para generar competitividad en los mercados internacionales (Mora-Córdova et al., 2020; Sánchez, 2018). A su vez, cuando se ofrecen este tipo de garantías sobre un producto que corresponde a lo que se busca, los consumidores están dispuestos a pagar un precio más alto (FAO, 2002b; Oyarzún & Tartanac, 2002; Rueda et al., 2008).

Según Rueda et al (2008) existen dos estrategias de competitividad comúnmente aceptadas: la competitividad por costos, conocida como el modelo extensivo, y que se basa en los volú-

menes y precios, altas producciones y calidad estándar de los productos; y la competitividad por calidad, conocida como modelo selectivo o de especialidad, conformada por productos de alta calidad con atributos específicos debidos a su origen, proceso de producción o fabricación.

Es importante aclarar las diferencias existentes entre las certificaciones de calidad y los sellos y signos distintivos de calidad, ambas son herramientas muy valiosas para diferenciar y dar valor agregado a los productos, sin embargo, no en todos los casos la información sobre que sello de calidad o certificación posee está visible al consumidor final en el envase del alimento a través de un sello o símbolo distintivo. En el caso de las certificaciones de calidad o programas de certificación, son regulaciones, normas, certificaciones que son requisitos de entrada a un mercado específico, y que, además, sirven como garantía del cumplimiento de unos requisitos específicos para intermediarios o instituciones, en temas de procesos de elaboración y prácticas en el sistema de producción. La información que aporta las certificaciones de calidad, no pueden ser comprobados directamente por el consumidor final, es decir no es parte de la etiqueta del mismo, y son el resultado de muchas decisiones de manejo durante el proceso productivo y cubren simultáneamente aspectos de calidad y seguridad (Oyarzún & Tartanac, 2002). Algunos ejemplos de esto son: GLOBALG.A. P (Norma Mundial de Buenas Prácticas Agrícolas), HACCP (Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico), BRC (Certificación Global de Seguridad Alimentaria), entre otras.

En el caso de los sellos y signos distintivos de calidad, tema de análisis en este trabajo, son una herramienta visible para el consumidor final, por lo general presente en la etiqueta del empaque o en una etiqueta sobre algunos productos en fresco y pueden incidir sobre su decisión final de compra (Berges et al., 2009; Moreno, 2016; Oyarzún & Tartanac, 2002). Algunos ejemplos utilizados en Costa Rica tanto para mercado nacional e internacional son certificación orgánica, certificación de Comercio Justo (FAIRTRADE), Denominación de Origen (DO), Indicación Geográfica (IG), Rainforest Alliance (RFA) y Marca País (Esencial Costa Rica) entre otras.

En la Figura 1, se indican los logos de los principales sellos y signos distintivos de calidad utilizados en Costa Rica para los principales productos de exportación.

Los sellos y signos distintivos de calidad engloban una serie de normas específicas que deben ser ejecutadas o cumplidas para la obtención del mismo. Por lo tanto, el producto cumplirá con los requerimientos correspondientes a una norma específica de calidad y tienen como finalidad informar, atraer la atención de los consumidores responsables y cuyas características son garantizadas por un organismo certificador o verificador que respalda las características de calidad representadas por el sello correspondiente, mediante la verificación de la especificación técnica (FAO, 2002b; Rueda et al., 2008).

Los sellos de calidad en alimentos responden a la distinción de características de calidad que están por sobre el requisito básico que debe cumplir un alimento, sobre su situación sanitaria o inocuidad. La forma visible como el producto muestra que ha sido verificado, es mediante

la presencia en la etiqueta de un sello, símbolo o logotipo de calidad. Estas características de calidad se conocen como atributos diferenciadores y para garantizar al consumidor que un producto alimenticio presente efectivamente uno o más de estos atributos, existen sistemas voluntarios de control (Moreno, 2016; Oyarzún & Tartanac, 2002).

En el cuadro 1, se mencionan los principales beneficios potenciales asociados al desarrollo de esta estrategia de promoción. Los beneficios de la presencia de un sello o signo distintivo de calidad son, entre otros, mejorar la diferenciación del producto en el punto de venta, proporcionar confianza al consumidor y otorgarle una garantía de conformidad con estándares locales o internacionales (Oyarzún & Tartanac, 2002).

Los sellos de calidad tienen en común que los productos que los ostentan, deben cumplir comprobadamente una serie de condiciones. Asimismo, estos sellos de calidad se convierten en una efectiva herramienta de comercialización para promover productos alimenticios en un mercado de consumidores informados y conscientes de los atributos de valor diferenciadores ofrecidos (Moreno, 2016).

Cuadro 1. Beneficios de los productos diferenciados con sellos o signos distintivos de calidad.

Social	Cultural	Económico
<ul style="list-style-type: none"> ● Fijación del valor agregado local ● Favorece la equidad en ingresos ● Promoción de la acción colectiva ● Vinculación con turismo rural 	<ul style="list-style-type: none"> ● Identificación territorial ● Tradiciones y conocimientos ● Protección y valorización del patrimonio alimentario 	<ul style="list-style-type: none"> ● Competitividad ● Homogeneidad y calidad del producto ● Mercados especializados ● Garantía y confianza de los consumidores ● Reconocimiento internacional

Fuente: Elaboración propia con información de ACOPI, 2017.

Metodología

En el estudio predomina el enfoque cualitativo y se trabaja con un diseño de investigación bibliográfico de tipo no interactivo, ya que se analizan documentos que se interpretan el contexto de tendencias históricas y económicas en este caso particular. La fuente básica de información son los documentos. La revisión de literatura se concentra en la revisión de trabajos de investigación tipo tesis, artículos científicos, documentos gubernamentales como decretos ejecutivos y otros, en bases de datos como Google Scholar, Scopus, páginas web de actores relevantes, entre otros.

Esta estrategia metodológica permitió la generación de información base sobre las definiciones, características, principios, regulaciones y procedimientos de los sellos y signos de calidad más importantes en el mercado internacional.

Resultados

Costa Rica por su tradición agropecuaria y las diferentes fases o modelos que se han presentado a lo largo de los últimos años en términos de comercio, se ve en la obligación de implementar estrategias de diferenciación de sus productos, debido a sus múltiples competidores y que no es un país que compite en los mercados internacionales por volumen, sino apunta a nichos de mercado por calidad. Es entonces donde toman relevancia temas como los sellos y signos distintivos de calidad para generar dicha diferenciación, ya que las tendencias crecientes de los consumidores se basan en productos más sanos, nutritivos, producidos respetando el medio ambiente, además, están interesados en conocer procesos de producción (Academia Costarricense de Propiedad Intelectual [ACOPI], 2017; Armesto & Gomez, 2016; FAOa, 2002; Rueda et al., 2008).

Dentro de los principales sellos y signos distintivos de calidad para los productos de origen Costa Rica se encuentran:

1. Denominación de Origen (DO) e Indicaciones Geográficas (IG)

El Registro de la Propiedad Industrial será la administración nacional competente adscrita al Registro Nacional para la concesión y el registro de los derechos de propiedad industrial, incluidas las denominaciones de origen e indicaciones geográficas (Granados, 2004).

1.1. Indicación geográfica (IG)

La ley N°7978 define las IG como "una indicación que identifica un producto como originario del territorio de un país, o de una región o una localidad de ese territorio, cuando determinada calidad, reputación u otra característica del bien sea imputable fundamentalmente a su origen geográfico. Todo signo o combinación de signos, en cualquier forma, serán susceptibles de constituir una indicación geográfica. También puede ser la que identifica un producto como originario de un territorio delimitado o de una región, cuando una determinada cualidad, reputación u otra característica del producto se deba fundamentalmente a su origen geográfico y/o a factores humanos o naturales del lugar (Amaya et al., 2019).

1.2. Denominación de origen (DO)

La ley N°7978 define las DO como "Denominación geográfica, designación, expresión, imagen o signo de un país, una región o localidad, útil para designar un bien como originario del territorio de un país, una región o localidad de ese territorio, y cuya calidad o características se deban exclusivamente al medio geográfico, comprendidos los factores naturales y humanos". La denominación de origen (DO) es un tipo especial de indicación geográfica, la cual se aplica a productos que poseen una calidad específica derivada exclusiva o esencialmente del medio geográfico en el que se elaboran (IICA, 2009). Por lo anterior, el concepto anteriormente definido de indicación geográfica engloba a las denominaciones de origen.

En el mismo reglamento sobre las Disposiciones Relativas a las Indicaciones Geográficas y Denominaciones de Origen, contenidas en la Ley de Marcas y Otros Signos Distintivos, Ley N° 7978 del 6 de enero del 2000, Decreto Ejecutivo N° 33743-J-COMEX, se explica acerca del proceso que se lleva a cabo hasta llegar a el registro de la DO o IG, el cual será explicado de manera general en el anexo 1.

2. Certificaciones de producción orgánica

En el Decreto Ejecutivo No 29782, se define la agricultura orgánica como:

Todos los sistemas agrícolas que promueven la producción ecológica, social y económicamente sana de alimentos y fibras, tomando la fertilidad del suelo como un elemento fundamental para la producción exitosa, respetando la capacidad natural de las plantas, los animales y los terrenos, para optimizar la calidad en todos los aspectos de la agricultura y el ambiente (Ministerio de Agricultura Ganadería [MAG], 2000, pp 4).

También, la certificación orgánica puede definirse como la garantía de que un cultivo se manejó siguiendo las normas de la producción orgánica, por tanto, cuando el consumidor ve el sello de la agencia certificadora lo reconoce y le da la confianza de que el producto es orgánico; lo cual genera beneficio para ambas partes, en primer lugar, el consumidor está seguro de los productos que está comprando, en segundo lugar, el productor diferenciar sus productos y mejora su comercialización (Centro de Agronomía Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE], 2011).

Con relación a la certificación orgánica para los productos costarricenses, es importante mencionar que se cuenta con diferentes sellos dependiendo del mercado destino, siendo los principales mercados para estos productos diferenciados el mercado de los Estados Unidos y Europa.

2.1. Certificación de producción orgánica nacional (Decreto Ejecutivo No 29782)

En el país, la certificación orgánica, está regida por el Decreto Ejecutivo N° 29782 MAG, La Gaceta N°.179 del 18 de septiembre de 2000, en el cual establece el reglamento sobre la agricultura orgánica. Uno de los entes de mayor importancia en el proceso es el que desempeña La Unidad de Registro de Agricultura Orgánica (ARAO), tiene como función llevar el registro de los productores y procesadores de vegetales orgánicos, según el Reglamento sobre la Agricultura Orgánica (MAG, 2000).

Este reglamento antes mencionado, está regido por 15 principios relacionados con temas como alimentos nutritivos, potenciar la vida con los sistemas y ciclos naturales, incrementar la fertilidad de los suelos, sostenibilidad con el uso adecuado del agua y recursos acuáticos, conservación del suelo y agua, minimizar todas las formas de contaminación, mantener la

diversidad genética, progresar hacia una cadena de producción enteramente ecológica, que sea socialmente justa y ecológicamente responsable, así como abordar el tema de los organismos genéticamente modificados u obtenidos a través de ingeniería genética y los productos provenientes de tales organismos, los cuales no son compatibles con los principios de producción orgánica (entendiéndose cultivo, proceso, manufactura y comercialización) y por consiguiente no está permitida su utilización, en la agricultura orgánica que norma este reglamento.

Debido al reconocimiento de Costa Rica como país tercero ante la Unión Europea y Suiza, los productos vegetales frescos o procesados originarios de Costa Rica, certificados como orgánicos, pueden ser etiquetados y comercializados como orgánicos, ecológicos o biológicos en todos los países de la Unión Europea siempre que cumplan con el reglamento nacional establecido en el Decreto Ejecutivo N° 29782 MAG. Este acuerdo se basa en las normas CEE 834/2007 y CEE 889/2008. En el anexo 2 se explica con un diagrama el proceso de obtención de esta certificación orgánica en el país.

2.2. Programa Nacional de Producción Orgánica de los Estados Unidos (NOP)

Para los productos costarricenses que deseen comercializar como productos orgánicos en el mercado estadounidense, es necesario cumplir con la normativa USDA NOP. El programa nacional de producción orgánica de los Estados Unidos (USDA National Organic Program) (2013) indica que es necesario para realizar la solicitud de la certificación orgánica, se debe presentar una solicitud de certificación a un agente certificador, dicha solicitud debe incluir la información sobre el sistema de producción o elaboración orgánica, así como información básica sobre el solicitante y la finca tal como nombre, dirección, teléfonos; y otra información necesaria para determinar el cumplimiento con el Acta y las regulaciones de esta parte. En el anexo 3 se detalla el diagrama con el procedimiento a seguir para obtener la certificación NOP.

Según El Servicio Fitosanitario del Estado [SFE] (2021), a través de ARAO indica que los entes certificadores de productos orgánicos en Costa Rica son: Kiwa BCS Costa Rica Limitada, Eco-LOGICA S.A y Primus Auditing Operations de Costa Rica. Estas agencias registradas en ARAO certifican a través del reglamento nacional y NOP, sin embargo, podrían existir otras agencias no indicadas en este registro que certifiquen únicamente a través de NOP.

3. Comercio Justo (FAIRTRADE)

El comercio justo, es reconocido como un movimiento global, alternativo y solidario que promueve la equidad económica, social y ambiental entre los(as) pequeños(as) productores(as) (IICA, 2017). como una relación de intercambio comercial, basada en el diálogo, la transparencia y el respeto, que busca una mayor equidad en el comercio internacional. Además, contribuye al desarrollo sostenible ofreciendo mejores condiciones comerciales y asegurando los derechos de los pequeños productores y trabajadores marginados (FairTrade Advocacy Office, 2018).

El comercio justo es regido por Fairtrade International organización sin ánimo de lucro que tiene como objetivo llevar a cabo una gestión global de operaciones como el desarrollo de estándares internacionales, la gestión global de productos, sesiones de mesas redondas consultivas (reuniendo a organizaciones productoras y compradoras), comunicaciones corporativas, labores de incidencia política, seguimiento y evaluación, así como la elaboración de normas globales para el uso de los sellos (FairTrade, 2020). Puede definirse como la relación directa y solidaria entre el consumidor y el pequeño productor, se menciona que:

El comercio justo permite que, el productor logre obtener un ingreso digno que refleja el valor real de su trabajo y le permite impulsar sus propios medios de desarrollo comunitario y comercial. A cambio, el consumidor obtiene un producto de alta calidad integral (calidad física, social, cultural y ecológica) a un precio razonable mientras brinda apoyo al desarrollo sustentable del productor (Asociación de productores Agroindustriales del Norte [AGRONORTE], 2020, pp 1)

El comercio justo está regido por diez principios según la World Fair Trade Organization [WFTO] (2017) los cuales deben ser atendidos por las organizaciones que trabajan siguiendo este modelo comercial y son los siguientes: Creación de oportunidades para productores(as) en desventaja económica., transparencia y rendición de cuentas, prácticas de comercio justas, un precio justo, no al trabajo infantil ni forzoso, compromiso con la no discriminación, la igualdad de género y el empoderamiento económico de las mujeres, así como con la libertad de asociación, condiciones de trabajo dignas, desarrollo de capacidades, promoción del comercio justo, respeto por el ambiente.

Mediante el sello de comercio justo se procura garantizar a socios y consumidores que las organizaciones de pequeños(as) productores(as) (OPP) cumplen los estándares del enfoque al producir y dirigirse a los mercados (IICA, 2017).

Es importante mencionar que las certificaciones de Fairtrade son otorgadas por FLOCERT, organismo certificador global de Fairtrade, el cual tiene la misión de garantizar la equidad. A su vez ofrece una serie de servicios para apoyar a las empresas en la búsqueda de los principios de Fairtrade, cuando no aplican los estándares Fairtrade (FLOCERT, 2021). El procedimiento para obtener este signo distintivo de calidad se indica en el anexo 4.

4. Rainforest Alliance Certified (RAC)

Rainforest Alliance Certified (RAC), tiene como misión conservar la biodiversidad y asegurar medios de vida sostenibles transformando las prácticas de uso de suelo, las prácticas empresariales y el comportamiento de los consumidores. Por lo que, el sello significa que el producto o ingrediente certificado fue elaborado utilizando métodos que apoyan los tres pilares de la sostenibilidad: social, económico y ambiental (Rainforest Alliance, 2017).

En el año 2018, Rainforest Alliance se fusionó con UTZ (programa de sostenibilidad para cacao, café, té y avellanas), desarrollando un enfoque fuerte, previsor hacia la certificación que es adecuada para los desafíos que enfrenta la agricultura sostenible y las cadenas de suministro relacionadas (Rainforest Alliance, 2020b).

El nuevo estándar de esta certificación, su sistema de aseguramiento y datos relacionados, así como los sistemas tecnológicos, "están diseñados para entregar mayor valor a todas las personas y empresas del mundo que emplean la certificación de Rainforest Alliance como herramienta esencial para respaldar la producción agrícola y cadenas de suministro sostenibles" (Rainforest Alliance, 2021b).

Los estándares del programa de certificación sostenible Rainforest Alliance según se centran en los siguientes temas (Rainforest Alliance, 2021b):

- **Bosques:** Se promueven las mejores prácticas para proteger los bosques en pie, evitando la expansión de las tierras de cultivo hacia los bosques; fomentar la salud de árboles, suelos y vías fluviales; y protección de los bosques nativos.
- **Clima:** Promueven métodos de gestión responsable de la tierra que aumentan el almacenamiento de carbono y evitan la deforestación. Además, ayudan a los agricultores a desarrollar su resiliencia ante sequías, inundaciones y erosión.
- **Derechos humanos:** Brindan estrategias sólidas para evaluar y abordar el trabajo infantil, el trabajo forzoso, las condiciones laborales, los bajos salarios, la desigualdad de género y la violación de los derechos territoriales indígenas.
- **Medios de vida:** se promueven mejores oportunidades de vida sostenibles para los pequeños agricultores y las comunidades forestales.

El sello Rainforest Alliance Certified, les asegura a los consumidores que los productos de fincas y bosques certificados son producidos utilizando prácticas ambiental y socialmente responsables; por lo que se utiliza para etiquetar productos que cumplan con los estándares de Rainforest Alliance. (Rainforest Alliance, 2016). El programa de certificación está diseñado para productores comprometidos con la agricultura sostenible, y la mejora continua es un principio fundamental de la sostenibilidad (Rainforest Alliance, n.d.-b).

La certificación Rainforest Alliance, es otorgada por la Rainforest Alliance, por lo que puede ser solicitada por productores individuales o administradores de grupo en el caso de los productos agrícolas, es importante mencionar que hay otras categorías de certificación como las forestales y las empresariales. En Costa Rica estos son algunos de los organismos de certificación para la norma Rainforest Alliance: CERES, Control Unión Perú, S.A.C, EcoCert, Imocert Latinoamerica, Mayacert, NatureCert By Nature SCS (Rainforest Alliance, n.d.-a). En el anexo 5 se indica el procedimiento y las etapas a seguir para obtener la certificación Rainforest Alliance.

5. Marca país Esencial Costa Rica

La marca país puede definirse según Calvo (2017) como una “es una estrategia para posicionar y capitalizar en el mercado internacional la imagen de un país” (p.3). Además, la marca país busca incentivar la reputación positiva del país por medio del turismo, inversiones o la adquisición de productos a través de las exportaciones.

Según Esencial Costa Rica (2022) la marca país corresponde a la Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER), al Instituto Costarricense de Turismo (ICT) y la Agencia de Promoción de Inversiones de Costa Rica (CINDE) la cotitularidad de la Marca País Costa Rica, la cual se encuentra debidamente inscrita y protegida en el Registro de la Propiedad Industrial del Registro Nacional, según los términos de la Ley de Marcas y Otros Signos Distintivos, Ley N° 7978 y su reglamento. Esto quiere decir que la Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica, es la unidad ejecutora competente para la implementación, promoción y ejecución de la Marca País.

La marca país se enfoca en dos ejes:

- **Posicionamiento país:** Muestra los atributos que caracterizan a la población costarricense: “pura vida”, talentosos, “empunchados”, “ingeniosos y especializados” (PROCOMER, 2019).
- **Competitividad país:** Rectifica la promesa que el país le hace al mundo, comprometiendo el sector empresarial con cinco valores: excelencia, sostenibilidad, innovación, progreso social y origen costarricense.

Personas interesadas en obtener la licencia de uso de la marca país deberá contratar a un organismo certificador, quien deberá cumplir con lo indicado en este Reglamento y con los demás requisitos desarrollados por PROCOMER en la documentación perteneciente a su Sistema de Gestión de Calidad (PROCOMER, 2019).

Para el año 2022 y según la información de Marca País, estos son los evaluadores autorizados para evaluar el cumplimiento de los requisitos del sello Esencial Costa Rica: Sergio Arias Leitón, Kiwa BCS Costa Rica Limitada, INTECO, Eco-LÓGICA S.A, Primus Auditing Operations de Costa Rica. En el anexo 6 se detalla la información y pasos a seguir para obtener la Marca País.

6. Principales productos comercializados con sellos y signos distintivos de calidad

Son diversos los productos costarricenses que se comercializan diferenciados con sellos y signos distintivos de calidad, en el cuadro 2 se indican estos atributos de valor para los principales productos agropecuarios de exportación de Costa Rica según los datos obtenidos de las diferentes agencias de certificación y entes de verificación respectivos.

Cuadro 2. Principales productos agropecuarios en Costa Rica que cuentan con Sellos y Signos distintivos de calidad

Producto	Sellos y/o signos distintivos
Café	- 29782 MAG, NOP, Fairtrade, Rainforest Alliance, Esencial Costa Rica
Piña	- 29782 MAG, NOP, Fairtrade, Esencial Costa Rica
Banano	- 29782 MAG, NOP, Fairtrade, Rainforest Alliance, Esencial Costa Rica
Cacao	- 29782 MAG, NOP, Fairtrade, Rainforest alliance
Azúcar	- 29782 MAG, Esencial Costa Rica

Fuente: Elaboración propia con datos de Eco-LOGICA, 2021; Esencial Costa Rica, 2022; Fairtrade International, 2019; Kiwa BCS Costa Rica, 2021.

En la (Figura 1) se muestran los logos y marcas de los principales sellos y signos distintivos de calidad para los principales productos agropecuarios de exportación.



Figura 1. Principales sellos y signos distintivos utilizados en Costa Rica para los principales productos de exportación del sector agropecuario.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la certificadora Eco-LÓGICA, 2021; Esencial Costa Rica, 2022; Rainforest Alliance, 2021a; WFTO, 2017.

Discusión

La importancia que representa el sector agroalimentario en términos de exportación, generación de empleo, seguridad alimentaria y desarrollo de economías regionales, hace que las empresas deban ser cada día más competitivas; en temas como innovación, generación de valor agregado y por supuesto mejorar constantemente la calidad de sus productos para satisfacer a los consumidores (FAO, 2002a; Rueda et al., 2008). La desconfianza en el consumo de alimentos y los prejuicios que se generan en los consumidores a raíz del desconocimiento de la procedencia, elaboración y manipulación de los alimentos, así como los cambios en los gustos y preferencias anteriormente mencionados, hacen que en la actualidad los sellos y signos distintivos de calidad tomen un papel importante en las decisiones de compra y por tanto en el comercio de alimentos. Los consumidores son cada vez más exigentes y tienen la necesidad de conocer más sobre los productos que están adquiriendo, en temas como su origen, los procedimientos de elaboración, afectaciones o beneficios de estos al medio ambiente y los animales. Así como, las prácticas sociales asociadas a la producción de un producto agropecuario y agroindustrial; y cómo dichas prácticas pueden impactar a una comunidad, región y/o país de origen.

De acuerdo con FAO (2002a) algunos términos relacionados a la calidad alimentaria son la inocuidad alimentaria, calidad nutricional, calidad relacionada a la conservación del medio ambiente, cultura y religión, calidad relacionada con el origen, calidad del bienestar animal, así también como calidad ética y social. Esta información solo podrá estar visible para el consumidor a través de un sello o signo distintivo de calidad visible en la etiqueta del producto o su empaque. La calidad de los alimentos o productos agroalimentarios se basa en las características diferenciadoras que permitan decidir su valor.

Los sellos y signos distintivos de calidad son sistemas voluntarios de control que son regulados por un organismo de certificación o un organismo encargado de verificar, evaluar y controlar que el producto cumpla con unos atributos de valor determinados y a su vez se constituye en una herramienta para la comercialización y diferenciación de los productos de origen agropecuario y agroindustrial.

Conclusiones

Es importante aclarar que, tener un sello o signo distintivo de calidad no asegura que un producto tenga mejores atributos de calidad, como sabor e inocuidad, en comparación con otro que carezca de este programa, sin embargo, el poseer estos sellos o signos distintivos de calidad puede generar en los productos beneficios como acceso a mercado, competitividad y mejores precios, lo cual está muy relacionado a los cambios en los gustos y preferencias de los consumidores. Los sellos y signos distintivos de calidad para productos agropecuarios y agroindustriales representan una oportunidad para acceder a nichos de mercado muy exclusivos que están dispuestos a pagar un precio diferenciado no solo por aspectos de calidad sino por lo que significa el sello o signo distintivo: equidad, respeto al medio ambiente, sostenibili-

dad, responsabilidad social, entre otros elementos.

La persona productora, empresa o agrupación, pueden decidir implementar un sello o signo distintivo de calidad porque le aporta unas características al producto o al sistema de producción que mediante el cumplimiento de ciertos estándares o principios, propicien sostenibilidad o productividad al sistema de producción, sin embargo, es importante señalar que en términos de valor agregado para la comercialización, la decisión sobre la implementación un determinado sello o signo distintivo de calidad, está dada por el mercado que al final será quien exija evidenciar ciertas características del sistema de producción o del producto. Por lo tanto, no existe un procedimiento establecido a seguir sobre que sello o signo de calidad adoptar, ya que dependerá del mercado de destino, las personas consumidoras y sus necesidades específicas.

Literatura Citada

ACOPI. (2017). BoLetin ACOPI.

AGRONORTE. (2020). COMERCIO JUSTO. Retrieved from <http://agronortecr.com/comercio-justo/>

Amaya-Corchuelo, S., Froehlich, J. M., & Criado, E. A. (2019). Singularidades en venta. Uso de valores culturales y construcción de la distintividad en los casos de jamon ibérico en España y de la carne de la Pampa en Brasil. In Ager (Vol. 2019). <https://doi.org/10.4422/ager.2018.10>

Armesto, X. A., & Gomez, B. (2016). Restauración local y productos alimentarios. La situación en la comarca del Moianès (Cataluña). *Ager*, 2016(21), 43–72. <https://doi.org/10.4422/ager.2016.03>

Berges, M., Casellas, K., & Guerrero, I. P. (2009). Confianza en las certificaciones y disposición a pagar por la calidad de los alimentos. *FACES*, (15), 32–33.

Calvo. (2017). Guía para la implementación de requisitos del protocolo de marca país.

CATIE. (2011). Certificación orgánica: Paso a paso: Manual para familias productoras. In Control.

COMEX. (2020). Análisis sobre la evolución del comercio exterior en Costa Rica: 2019. 99–117.

- Eco-LOGICA. (2021). Lista de Operaciones Certificadas (actualizada a Marzo 2021) chocolate. 2021(1), 29–31.
- Esencial Costa Rica. (2022). Origen de esencial COSTA RICA. Retrieved February 23, 2022, from <https://www.esencialcostarica.com/marca-pais/origen-esencial-costa-rica/>
- Fairtrade. (2021). Certificación Fairtrade Comercio Justo para las personas y para el planeta. Retrieved February 23, 2022, from <https://fairtrade.es/es/comerciojustofairtrade/certificacionfairtrade.html>
- FairTrade. (2020). Guía internacional de sellos de comercio justo. 128.
- FairTrade Advocacy Office. (2018). La carta internacional de comercio justo.
- Fairtrade International. (2019). Tabla de precios mínimos y prima de comercio justo FairTrade. Retrieved from http://www.fairtrade.net/fileadmin/user_upload/content/2009/standards/documents/2016-04-04_SP_Fairtrade_Minimum_Price_and_Premium_Table_PUBLIC.pdf
- FAO. (n.d.-a). Estudio Sobre Los Principales Sellos De Calidad En Alimentos a Nivel Mundial. 1–97. Retrieved from <http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/publicaciones/calidad/BPM/diferenciacion/sellosdecalidadFAO.pdf>
- FAO. (n.d.-b). Productos De La Pequeña Agroindustria Rural En América Latina.
- FAO. (2004). Las Buenas Prácticas Agrícolas. Retrieved from <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/A1010s/A1010s00.pdf>
- FLOCERT. (2021). Conozca FloCERT. Retrieved February 23, 2022, from <https://www.flocert.net/es/conozca-flocert/>
- Granados Rojas, L. (2004). Indicaciones geográficas y denominaciones de origen . Un aporte para su implementación en Costa Rica. ROTUR. Revista de Ocio y Turismo, 2(1), 41–65. Retrieved from [http://argus.iica.ac.cr/Esp/organizacion/LTGC/agroindustria/Documentos Agroindustria Rural/ig_lgranados.pdf](http://argus.iica.ac.cr/Esp/organizacion/LTGC/agroindustria/Documentos%20Agroindustria%20Rural/ig_lgranados.pdf) <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6785558>
- Hernández, A. (2016). Identificación del potencial de comercialización de productos hortícolas producidos en la parte alta del cantón de Abangares, provincia de Guanacaste, Costa Rica. (Vol. 53).

- IICA. (2009). Indicaciones Geográficas y Denominaciones de Origen en Centroamérica: Situación y perspectivas. Retrieved from <http://www.fao.org/fileadmin/templates/olq/documents/costarica/ppp/Martes/Pomar%0Aedadoc.pdf%0A>
- IICA. (2014). Valor agregado en los productos de origen agropecuario. Aspectos conceptuales y operativos. In Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Retrieved from <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/3069/1/BVE1706g003e.pdf%0Awww.iica.int>
- IICA. (2017). Comercio Justo Un modelo alternativo y solidario para vincular a los pequeños productores con los mercados.
- Kiwa BCS Costa Rica. (2021). Kiwa BCS Costa Rica Ltda. 1–6.
- M.A.G. (2000). Decreto Ejecutivo No 29782 M.A.G. (179).
- Mora-Córdova, D. E., Lituma-Loja, A. A., & González-Illescas, M. L. (2020). Las certificaciones como estrategia para la competitividad de las empresas exportadoras. *INNOVA Research Journal*, 5(2), 113–132. <https://doi.org/10.33890/innova.v5.n2.2020.1274>
- Moreno, G. C. (2016). sustentables en áreas naturales . Principios conceptuales para sellos y distintivos para productos y servicios sustentables en áreas naturales . Informe técnico conceptual. (Junio).
- Oyarzún, M. T., & Tartanac, F. (2002). Estudio Sobre Los Principales Sellos De Calidad En Alimentos a Nivel Mundial. FAO, 1–97.
- Palomino, C., González, Y., Pérez, E., & Aguila, V. (2018). Metodología Delphi en la gestión de la inocuidad alimentaria y prevención de enfermedades transmitidas por alimentos. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(3), 483–490. <https://doi.org/10.17843/rpmpesp.2018.353.3086.483>
- PROCOMER. (2019). Reglamento de uso de la marca país Costa Rica.
- Rainforest Alliance. (n.d.-a). List of authorized certification bodies for the rainforest alliance 2020 sustainable agriculture standard. *Change*, 1000, 2–3.
- Rainforest Alliance. (n.d.-b). Rainforest alliance sustainable rainforest agriculture standard. (June), 1–83.

Rainforest Alliance. (2017). Rainforest Alliance Reglas de Certificación. 1–26.

Rainforest Alliance. (2021a). Anexo s7. 1–21.

Rainforest Alliance. (2021b). Reglas de certificación y auditoría 2020. 1–165.

Reglamento de la Ley de Marcas y Otros signos distintivos. Reforma Reglamento de las Disposiciones Relativas a las Indicaciones Geográficas y Denominaciones de Origen, contenidas en la Ley de Marcas y Otros Signos Distintivos. , Ley N ° 7978 del 6 de enero 2000. Costa Rica §.

Rueda, D., Sáenz, C., & Granados, L. (2008). Propuesta para la creación del Centro de Apoyo para el Desarrollo de Denominaciones de Origen y Sellos de Calidad Agroalimentarios (CadenAgro) en la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar de la Universidad Nacional de Costa Rica. 1–29. Retrieved from http://www.cadenagro.org/images/Descargas/Programa_Cadenagro.pdf
https://www.cadenagro.org/images/Descargas/Programa_Cadenagro.pdf

Salvador, G. (2016). Agregado de valor: Compartiendo conceptos. Estación Experimental Agroforestal Esquel ECONOMIA, 17(1), 75–81. Retrieved from https://inta.gob.ar/sites/default/files/agregado_de_valor._compartiendo_conceptos.pdf

Sánchez, A. (2018). Productos agroalimentarios de calidad Como mecanismo De protección de productores y de consumidores. Revista Internacional de Doctrina y Jurisprudencia, (7). <https://doi.org/10.25115/ridj.v3i7.1803>

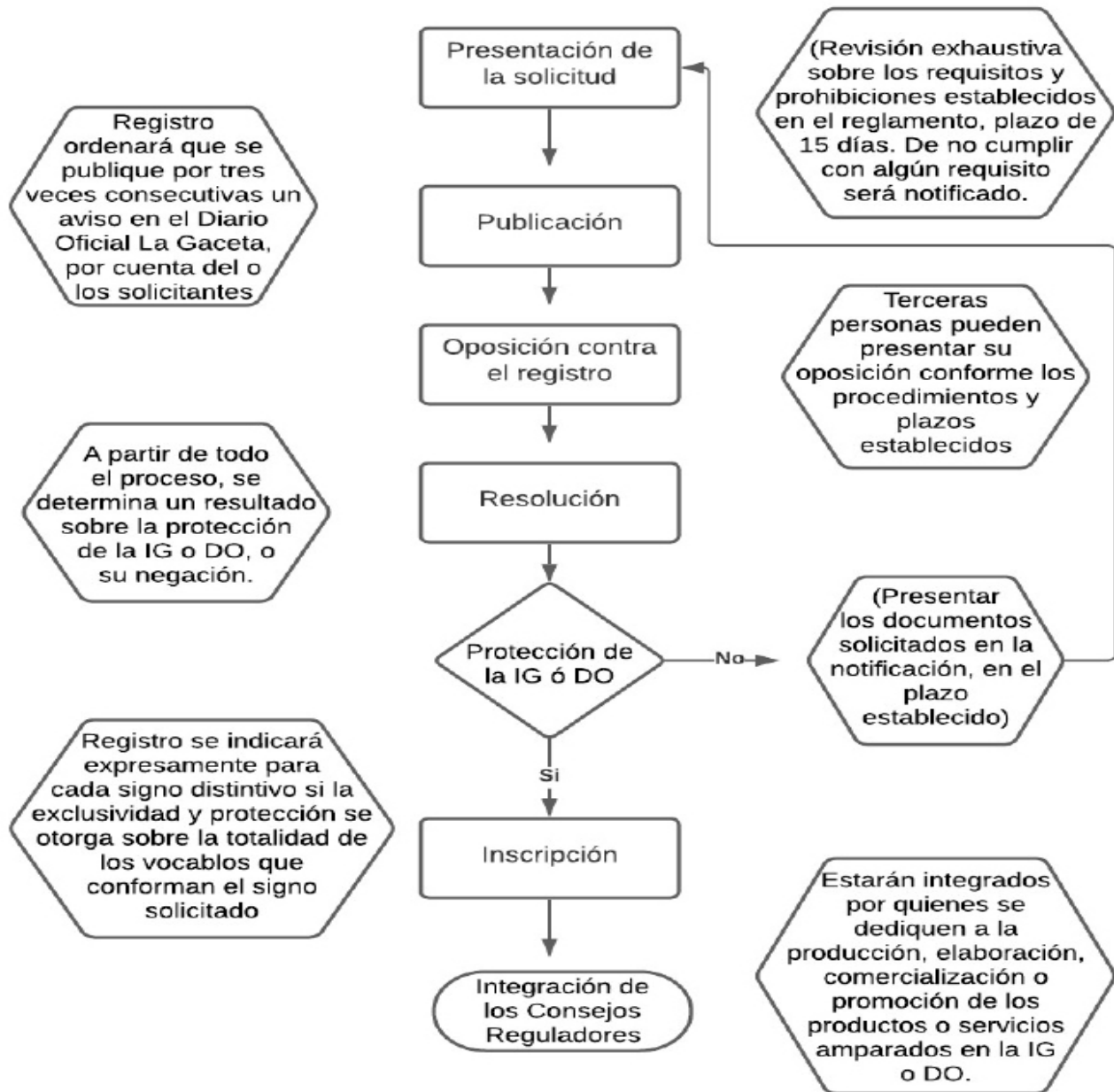
Servicio Fitosanitario del Estado. MAG. (2021). Registro de Agricultura Orgánica (ARAO). Retrieved February 23, 2022, from ARAO website: <https://www.sfe.go.cr/SitePages/ARAO/InicioARAO.aspx>

USDA National Organic Program. (2013). Reglamentos Orgánicos Estadounidenses. (July), 1–80.

World Fair Trade Organization (WFTO). (2017). 10 PRINCIPLES OF FAIR TRADE. Retrieved February 23, 2022, from World Fair Trade Organization (WFTO). website: <https://wfto.com/our-fair-trade-system#10-principles-of-fair-trade>

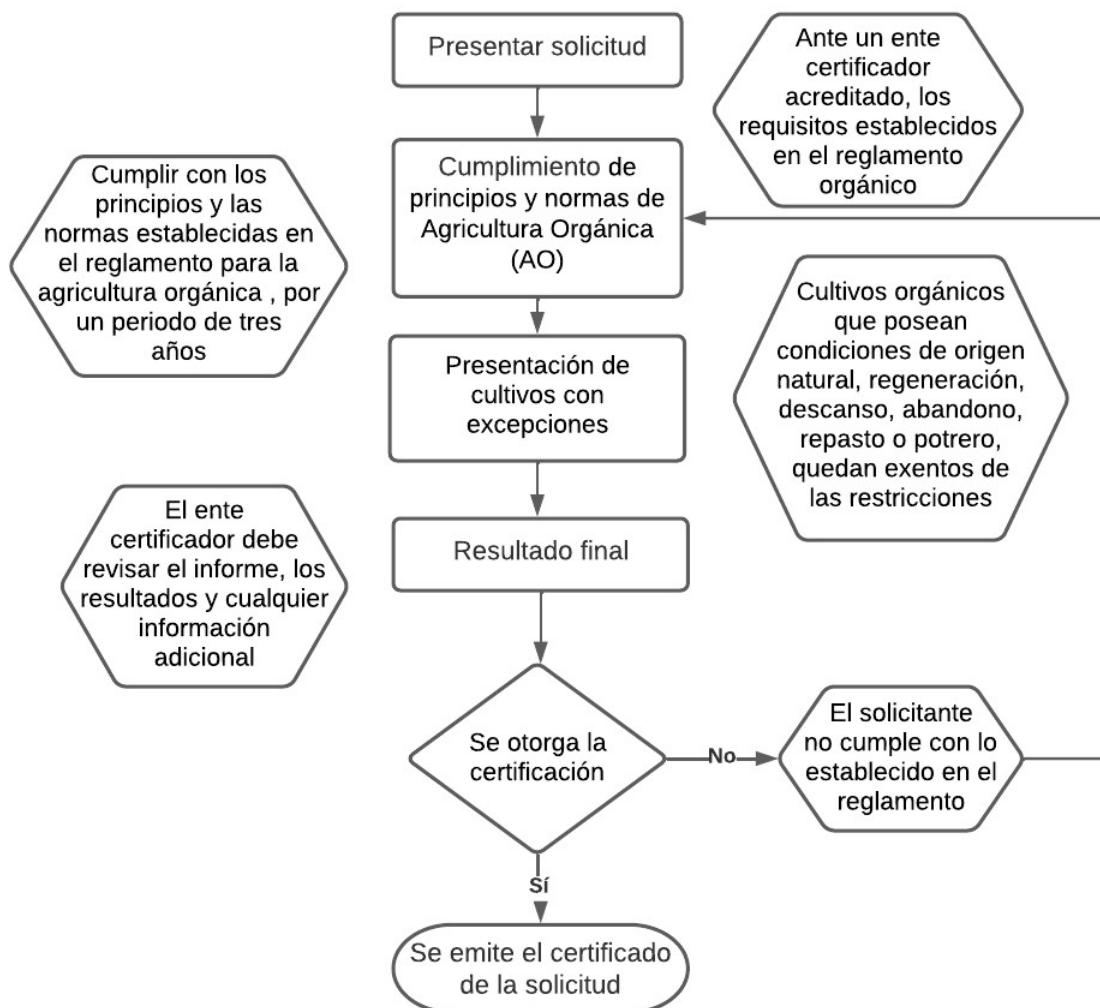
Anexos

Anexo 1. Diagrama del procedimiento para la obtención de la denominación de origen e identificación geográfica.



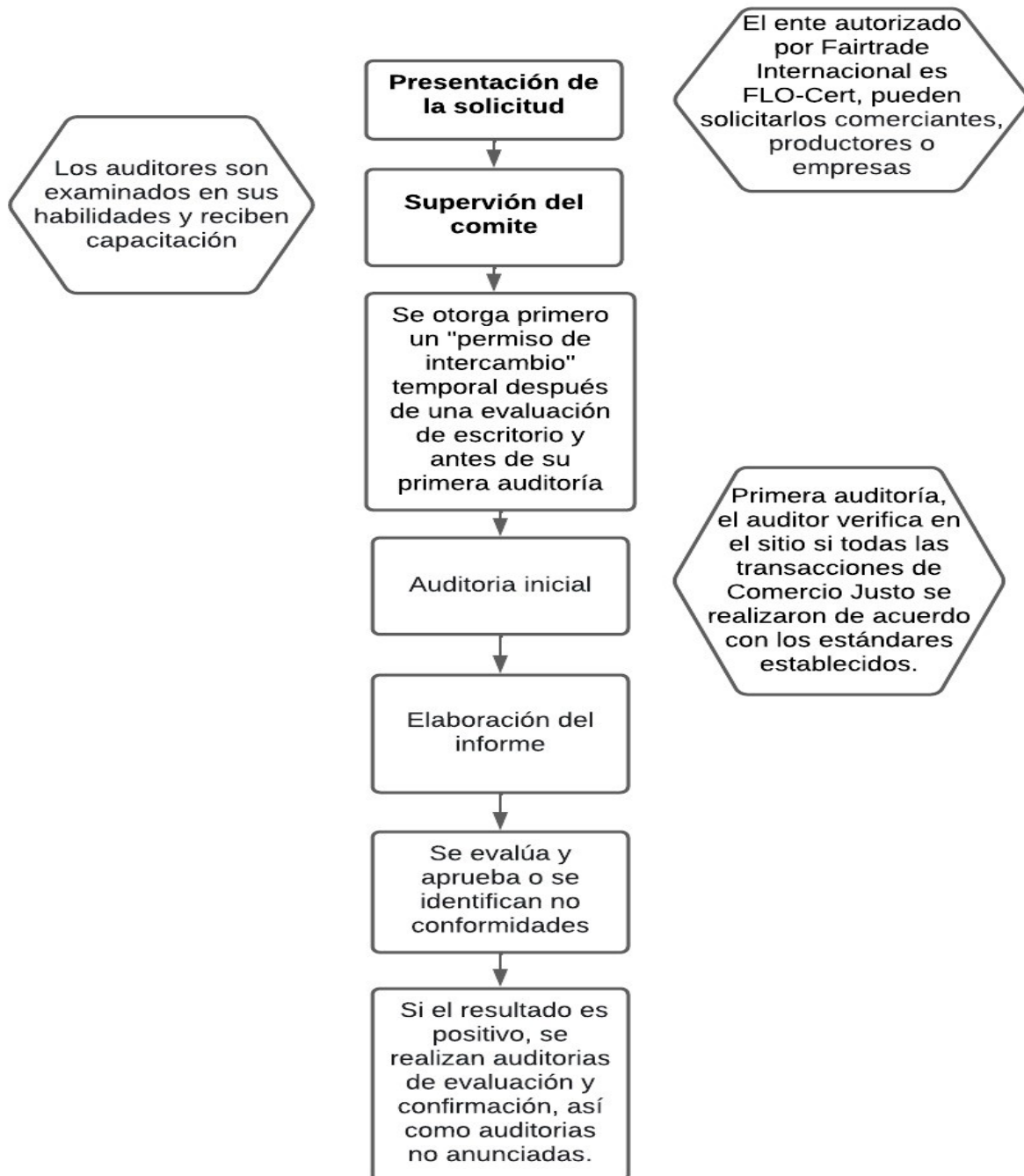
Fuente: Elaboración propia con información del Reglamento de la Ley de Marcas y Otros Signos Distintivos, 2000.

Anexo 2. Diagrama del procedimiento para la obtención de la certificación orgánica según Decreto Ejecutivo No 29782.



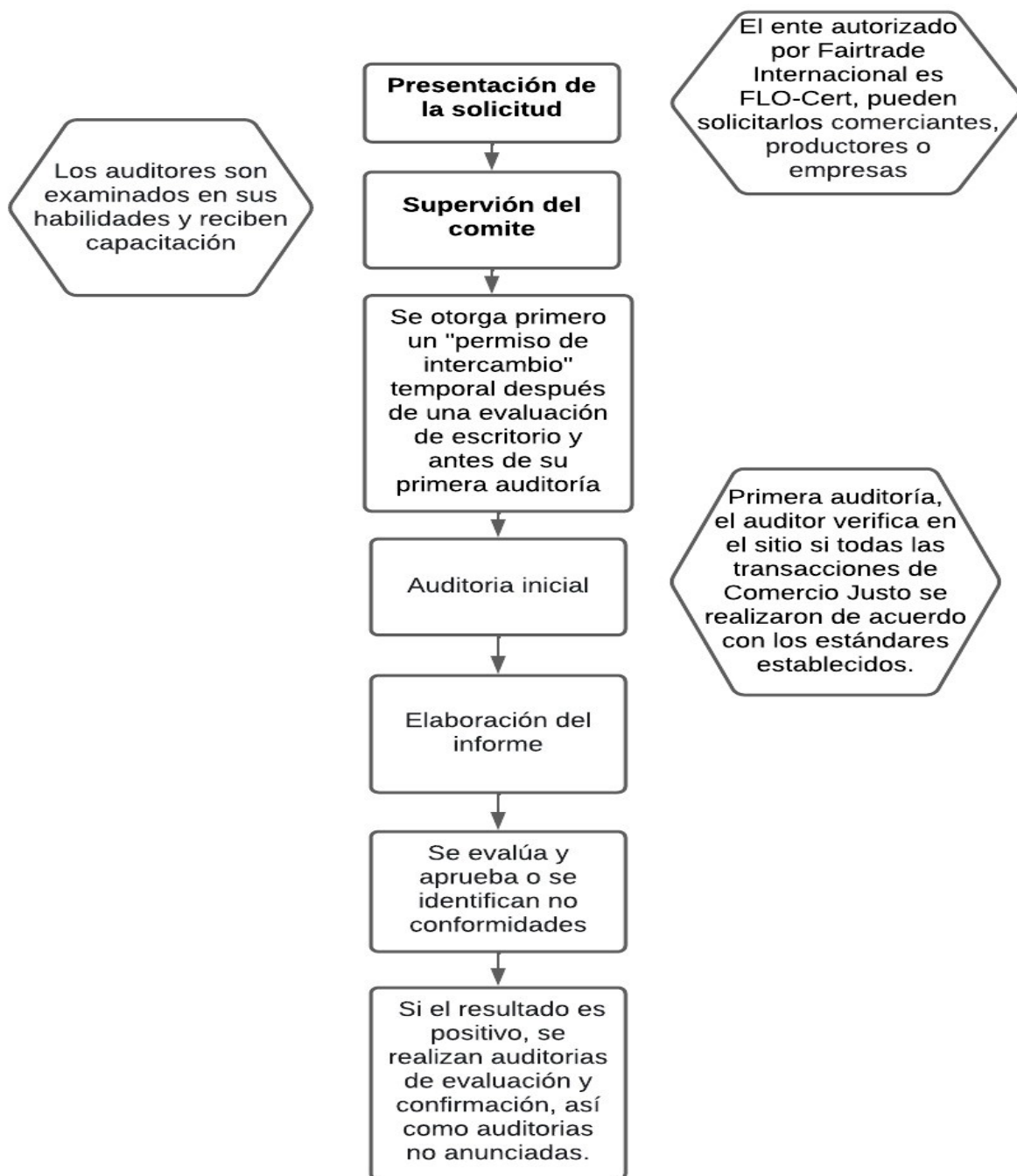
Fuente: Elaboración propia con datos del Decreto Ejecutivo No 29782 MAG, 2000.

Anexo 3. Diagrama del procedimiento para la obtención de la certificación orgánica estadounidense.



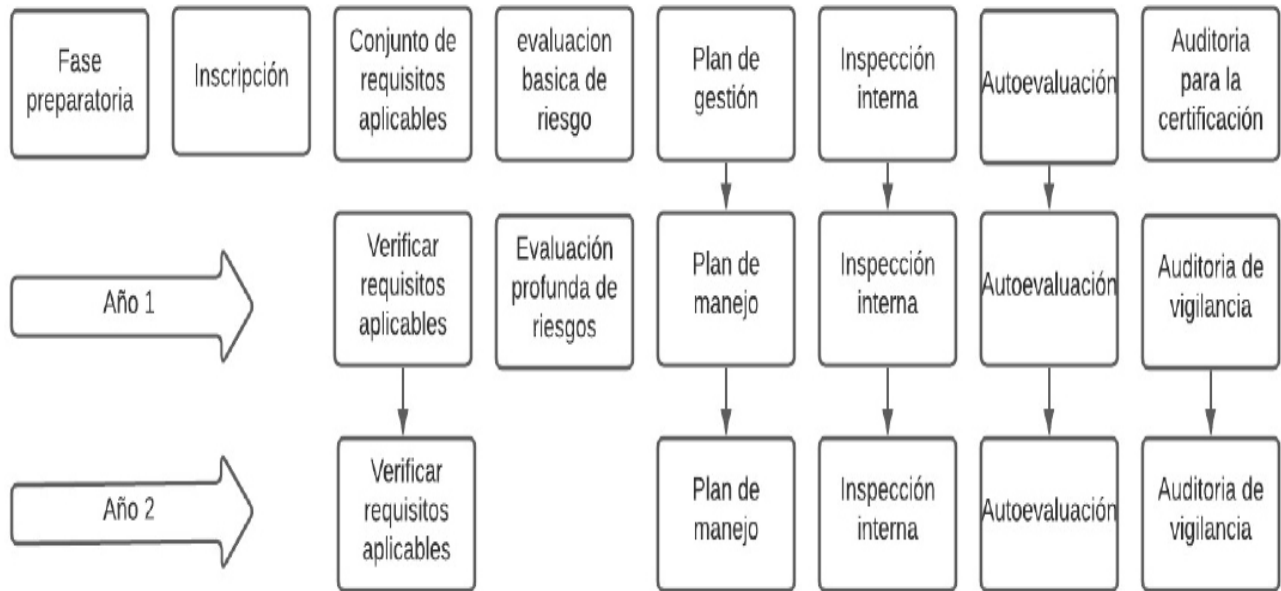
Fuente: Elaboración propia con información de USDA National Organic Program, 2013.

Anexo 4. Diagrama del procedimiento para la obtención Certificación Fairtrade



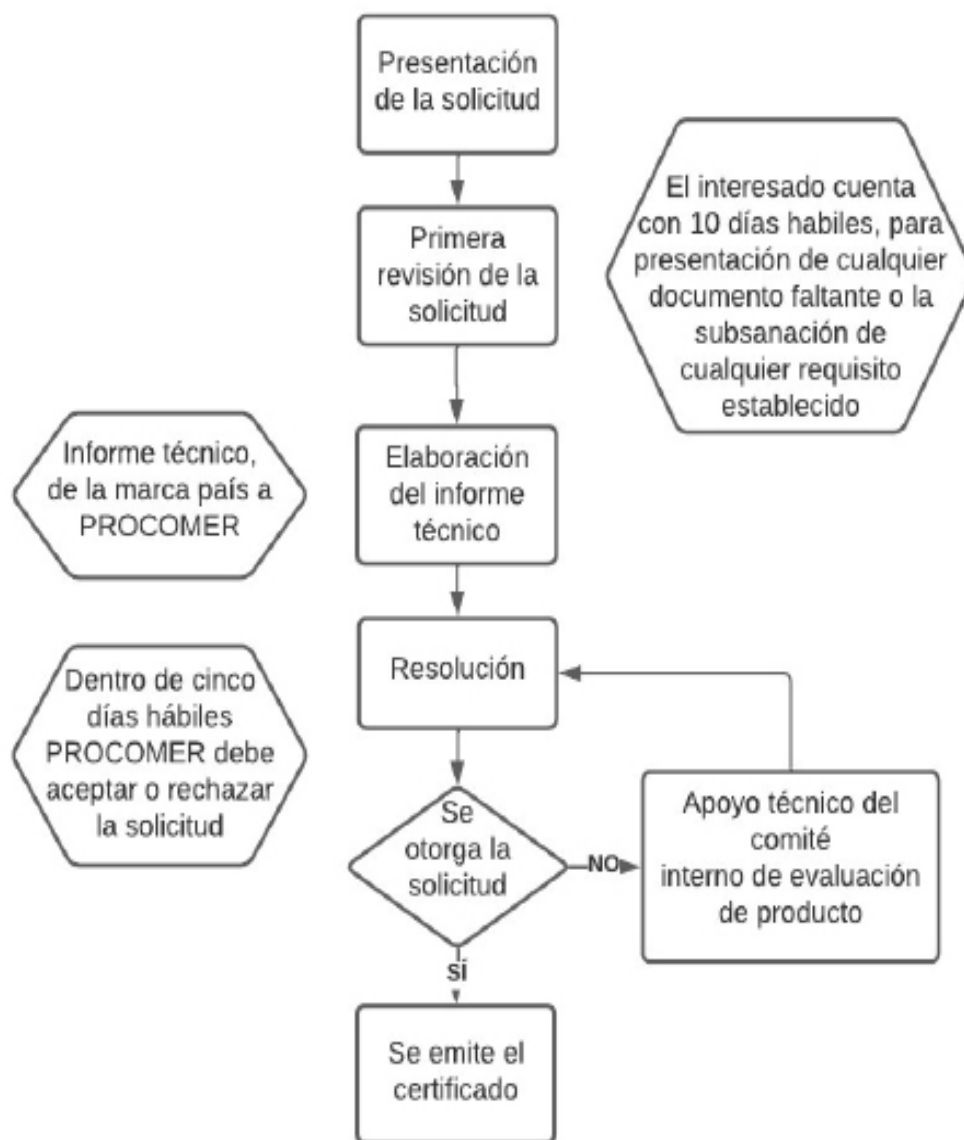
Fuente: Elaboración propia con información de Fairtrade, 2021 y IICA, 2017.

Anexo 5. Diagrama del procedimiento para la obtención certificación Rainforest Alliance



Fuente: Elaboración propia con información de Rainforest Alliance, 2021.

Anexo 6. Diagrama del procedimiento para la obtención de la marca país esencial Costa Rica



Fuente: Elaboración propia con datos de PROCOMER, 2019.

El sector agroalimentario mexicano y las nuevas tecnologías

The Mexican agri-food sector and new technologies



Juan Manuel Vargas-Canales^{1,2}

Fecha de recepción: 31 de marzo, 2022
Fecha de aprobación: 11 de julio, 2022

Vol.8 N° 2 Julio- diciembre 2022

Vargas-Canales, J. (2022). El sector agroalimentario mexicano y las nuevas tecnologías. Revista e-Agronegocios, 8(2). <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/eagronegocios/article/view/6156>

 DOI: <https://doi.org/10.18845/ea.v8i2.6156>

1 Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México.
2 Colegio de Postgraduados, Estado de México, México.
Correo: jm.vargas@ugto.mx
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1918-9395>



Resumen

En el sector agroalimentario en la actualidad se habla de la agricultura 4.0 y 5.0, que consiste en incluir e integrar los últimos desarrollos basados en tecnologías digitales. Sin embargo, para poder adoptarlas se requiere contar con capacidades tecnológicas previas e infraestructura. En ese sentido, el objetivo de esta investigación fue identificar el potencial del sector agroalimentario mexicano para la adopción de las tecnologías digitales en el sector agroalimentario. Para lo anterior, se utilizó el método de investigación documental y la información sobre las variables analizadas se obtuvo de la Encuesta Nacional Agropecuaria 2019.

En cuanto a resultados destaca que las tecnologías informáticas y de comunicación tienen promedio nacional de uso de 37.69 %, el uso de computadora presenta un promedio nacional de 5.57 %, el uso de internet 7.88 %, el uso de teléfono celular un 88.13 %, destaca como la tecnología más difundida y utilizada en el sector. El nivel educativo es muy bajo y aún persiste una gran parte de población que no cuenta con ningún tipo de estudios. Respecto a la disponibilidad de crédito es importante resaltar que las solicitudes son muy bajas y que la mayoría de las solicitudes de crédito realizadas son aprobadas, lo que sugiere que existe una buena disponibilidad.

Los resultados anteriores sugieren que el sector agroalimentario mexicano tiene un bajo potencial para la adopción de las nuevas tecnologías. En ese sentido, es importante generar más información y conocimiento sobre el tema, para generar políticas acordes a las nuevas realidades del sector que se encuentra en constante cambio y transformación.

Palabras clave: agricultura 4.0 y 5.0, agricultura inteligente, cambio tecnológico, ciencia y tecnología, políticas agroalimentarias.

Abstract

In the agri-food sector, there is currently talk of agriculture 4.0 and 5.0, which consists of including and integrating the latest developments based on digital technologies. However, in order to adopt them, technological capabilities and prior infrastructure are required. In that sense, the aim of this research was to identify the potential of the Mexican agri-food sector for the adoption of digital technologies in the agri-food sector. The potential for adopting new technologies is linked to the characteristics of the production units in the agri-food sector. For the above, the documentary research method was used and the information on the variables analyzed was obtained from the Encuesta Nacional Agropecuaria 2019.

In terms of results, it stands out that computer and communication technologies have a national average of use of 37.69 %, the use of computers presents a national average of 5.57 %, the use of internet 7.88 %, the use of cell phone 88.13 %, stands out as the most widespread and used technology in the sector. The educational level is very low and there is still a large part of the population that does not have any kind of education. Regarding the availability of credit, it is important to highlight that the requests are very low and that most of the credit requests made are approved, which suggests that there is good availability.

The above results suggest that the Mexican agri-food sector has low potential for the adoption of new technologies. In this sense, it is important to generate more information and knowledge on the subject, to generate policies in accordance with the new realities of the sector that is in constant change and transformation.

Keywords: agriculture 4.0 and 5.0, smart agriculture, technological change, science and technology, agri-food policies.

Introducción

En la actualidad nuestra sociedad enfrenta problemas muy complejos derivados principalmente del modelo de desarrollo dominante, cada vez nos afectan más y son más frecuentes. Es importante mencionar que paulatinamente se ha desarrollado más conciencia sobre las constantes crisis ocasionadas por problemas ambientales, económicos, sociales y de salud. En ese mismo sentido, hay consenso en la comunidad científica en que el modelo actual puede derivar en una catástrofe ambiental en el largo plazo (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2016). Además, las tendencias demográficas mundiales como lo son el crecimiento demográfico, envejecimiento de la población, pobreza, migración y urbanización tienen importantes implicaciones para el desarrollo económico, social y para la sostenibilidad ambiental (United Nations, 2019).

Lo anterior tiene sus orígenes en el siglo XX que se caracterizó por ser un periodo de expansión económica sin precedentes y se visualizaba como el estado natural de las cosas, en el cual, el crecimiento de la población no era concebido como un problema (Bardi, 2014). Ante estas problemáticas mundiales es necesario desarrollar nuevas formas de comprender y analizar los fenómenos para poder generar o plantear nuevas soluciones. Es decir, es necesario desarrollar una profunda reconfiguración de todas nuestras relaciones económicas, sociales, políticas, culturales y ambientales. El sector agroalimentario no es la excepción y han surgido novedosas tecnologías, que se han desarrollado principalmente en otros sectores, y se han adaptado muy bien. Por ejemplo, el uso de sensores para monitorear los cultivos, drones para realizar algunas actividades de monitoreo y aplicación de agroquímicos y robots o máquinas robóticas para realizar actividades que ponen en riesgo la integridad física del ser humano (Guzev et al., 2021; Kovács & Husti, 2018; Saiz-Rubio & Rovira-Más, 2020).

En ese sentido, el uso, adopción y aprovechamiento de las nuevas tecnologías en el sector agroalimentario genera buenas expectativas sobre el futuro de la producción de alimentos. Sin embargo, la difusión de las tecnologías digitales en la sociedad introduce un cambio disruptivo. Algunos estudios indican que, a pesar de los beneficios que se podrían obtener, la tasa de adopción, por ejemplo, en el caso de la agricultura inteligente, no ha sido uniforme en algunos países (Pivoto et al., 2019). Lo anterior debido principalmente a que la adopción de estas tecnologías requiere más años de educación formal por parte de la población, asesoría, capacitación y experiencia sobre su uso, y en algunos casos una mayor escala de producción y altos niveles de inversión de capital. Lo que nos obliga a reflexionar sobre las distintas trayectorias tecnológicas que se están dando en todos los sectores económicos. Además, es conveniente analizar las implicaciones sociales, éticas, políticas, culturales y ambientales asociadas con la digitalización (Lioutas et al., 2021). En el sector agroalimentario este tipo de reflexiones y su análisis son escasos y en el caso de México casi inexistentes.

Así mismo, la agricultura a través de su historia ha experimentado una serie de revoluciones tecnológicas que han incrementado la eficiencia, el rendimiento y la rentabilidad a niveles an-

tes inalcanzables. Sin embargo, los pronósticos sobre los mercados para el próximo decenio sugieren que una "revolución agrícola digital" será el cambio más novedoso que podría ayudar a conseguir que la agricultura satisfaga las necesidades de la población mundial (Trendov et al., 2019). Es importante mencionar que en el sector agrícola la ciencia y la tecnología se ha desarrollado de una forma impresionante y ha logrado minimizar, y en algunos casos eliminar, el efecto de los factores relacionados con las condiciones ambientales y la dotación de recursos (Vargas Canales et al., 2021) como lo es el caso de la agricultura protegida o en ambientes controlados. Por ejemplo, la actividad agrícola, pecuaria y pesquera mexicana a lo largo de 2020, transitó en un entorno adverso, condicionado por el efecto de las medidas de distanciamiento social en el territorio nacional y en las naciones con las cuales mantiene un estrecho intercambio comercial de estos bienes. No obstante, con distintos matices sectoriales, el sector agroalimentario registró, en general, un comportamiento productivo favorable (SIAP, 2021).

Por otra parte, todos los países, empresas y mercados se verán afectados por la transformación digital. Sin embargo, no todos los países innovan de la misma manera, ni cuentan con infraestructuras y consensos sociales para generar confianza e información para que las personas y las organizaciones gestionen los riesgos de seguridad y privacidad digital (Casalet, 2020). En ese sentido, el futuro de la agricultura podría tomar dos caminos, uno visto como un sistema cerrado, con poca tecnología digital, con el enfoque de tecnología apropiada y vinculado a circuitos cortos de mercado. El otro, un sistema abierto e intensamente interconectado mediante las tecnologías digitales y vinculado a los mercados internacionales. En ese sentido, el desarrollo y uso de la infraestructura de datos y aplicaciones (plataformas) y su integración institucional jugarán un papel crucial (Wolfert et al., 2017).

De ahí que, la agricultura inteligente, por ejemplo, es un concepto relativamente nuevo que se refiere al uso de la tecnología de la información y la comunicación en la gestión agrícola, se centra en la productividad, la rentabilidad y la conservación de los recursos naturales (Pivoto et al., 2019) y se espera que se consolide en el sector en los próximos años. El alto potencial de las aplicaciones digitales para la agricultura genera muchas expectativas sobre el futuro de la producción de alimentos. Algunos ven la inteligencia que ofrecen las herramientas digitales como una forma de resolver el aún urgente problema de los alimentos. Un aspecto cada vez más importante considerando el crecimiento de la población, el cambio climático y el agotamiento de recursos naturales.

En ese mismo sentido, para lograr un crecimiento continuo y un nivel de competitividad único, las empresas deben amentar su nivel de conocimientos para desarrollar capacidades tecnológicas con el fin de acelerar la transformación a industrias intensivas en tecnología (Lin & Lai, 2021). En diversos ámbitos de la literatura económica, se ha hecho hincapié en el papel de las capacidades productivas y tecnológicas como motores importantes de la exportación, el crecimiento y el desarrollo (Vergara, 2021). Sin embargo, hay un número insuficiente de estudios sobre el papel mediador de la capacidad tecnológica en esta relación (Aydin, 2021). A pesar de que desde hace mucho tiempo los conocimientos y habilidades necesarios para que las empresas elijan, instalen, operen, mantengan, adapten, mejoren y desarrollen tecnologías se

considera vital (Lis & Rozkwitalska, 2020). En este caso, se entiende por capacidades tecnológicas como los conocimientos, experiencias, habilidades e infraestructura disponible para hacer un uso efectivo de la ciencia, la tecnología y crear innovación.

De ahí que, en la actualidad la capacidad de innovar y adoptar tecnologías por una empresa, sector, región o país es indispensable para adaptarse a los cambios y transformaciones cada vez más constantes en la economía mundial. En ese sentido, son múltiples los beneficios que se han documentado sobre las nuevas tecnologías en casi todos los sistemas de producción (Porcelli, 2020), sin embargo, para poder adoptarlas se requiere contar con una capacidad tecnológica previa como contar con: tecnologías informáticas y de comunicación, habilitadores como internet, teléfono celular, redes sociales, instrucción, alfabetización y/ o conocimientos sobre el uso y manejo de tecnologías digitales, cultura agroempresarial y de innovaciones digitales, disponibilidad de créditos para impulsar la adopción de tecnologías digitales y políticas y programas para facilitar la agricultura digital (Trendov et al., 2019). Derivado de lo anterior, la pregunta de investigación que orientó este trabajo fue ¿Cuál es el potencial que tiene México para implementar de forma masiva las nuevas tecnologías de la agricultura 4.0 y 5.0 en el sector agroalimentario? A manera de hipótesis se planteó que las tecnologías e infraestructura disponible en el sector agroalimentario de México para su implementación es limitada. En ese sentido, el objetivo de la investigación fue identificar el potencial que tiene México para la adopción de las tecnologías digitales en el sector agroalimentario.

Referente teórico

En la actualidad y de forma general, la concepción artefactual o instrumental de la tecnología es la concepción más arraigada en la sociedad. Se considera que las tecnologías son simples herramientas o dispositivos construidos para una diversidad de tareas (González et al., 1996). Se trata de una idea según la cual la tecnología tiene como resultado productos de naturaleza material, que se manifiestan en los artefactos tecnológicos considerados como máquinas. Es decir, lo tecnológico sería lo relativo a la moderna producción de bienes materiales que la sociedad demanda (Osorio, 2003). Esta imagen artefactual implica separar a los objetos tecnológicos del entramado social donde se desarrolla. Bajo esta perspectiva, se considera que las tecnologías son productos neutros, inocuos, objetivos y sólo responden a las necesidades y criterios de la utilidad y eficacia.

Por otro lado, desde el enfoque de los Estudios Sociales de la Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), es posible hacer una lectura muy diferente de los mismos objetos tecnológicos. De no ser así, se caería en una ingenuidad de tono acritica, por muchos compartida, al ignorar que la tecnología es un sistema de acciones en donde se plasman intereses sociales, económicos y políticos de aquellos que la diseñan, desarrollan, financian y controlan (Osorio, 2003). Lejos de ser neutrales, las tecnologías dan un contenido real al espacio de vida en que son aplicadas, validando ciertos fines, negando e incluso destruyendo otros (Winner, 1979).

En ese sentido, la tecnología está lejos de ser neutral, inocua y objetiva dado que se desarrolla a partir de un contexto social y se corresponde a una forma particular de ver y entender el mundo, por tal motivo, el desarrollo y la incorporación de la tecnología dependen de las bases sociales y políticas de una sociedad con características, objetivos e intereses específicos. Esto explica que en la generación de nuevas tecnologías siempre se presenten crisis y tensiones (Cáceres et al., 1997). Además, como lo menciona Reddy (1979), la tecnología contiene el código genético de la sociedad en la que fue desarrollada, bajo la intencionalidad que fue creada y cuando existen las condiciones favorables para su crecimiento y desarrollo tiende a replicar las intencionalidades de la sociedad que le dio origen. Así mismo, dado que el origen de la tecnología está basada en los principios y valores de la sociedad que la genera es importante tener en cuenta que, cuando se transfieren tecnologías; se transmiten formas culturales, modos de relación humana, visiones de vida, etcétera (Herrera, 1978). La importancia de lo anterior radica en que no se saben los efectos e impactos del desarrollo científico y tecnológico que genera en cuestiones sociales, políticas, económicas, culturales y ambientales.

Derivado de lo anterior, para entender y explicar el cambio tecnológico y la innovación, es necesario combinar la teoría económica y sociológica. En lo que respecta al análisis de la adopción y difusión de innovaciones en el sector agroalimentario existen dos grandes tradiciones (Monge y Hartwich, 2008). La tradición sociológica en la que la difusión de innovaciones se asemeja a un proceso de contagio epidémico, en virtud del cual la decisión del agente adoptador (cierto productor o empresa) conlleva a la adopción posterior de otros que están en contacto, o son influidos directa o indirectamente, por aquel. Se trata de un proceso que inicia lento hasta que se logra alcanzar un cierto número de adoptadores capaz de acelerar el proceso decisorio de sus restantes adoptadores. El proceso se da básicamente mediante la interacción entre actores, en tanto que los esfuerzos de los agentes externos tienen efecto sobre la toma de decisiones de una minoría de productores, los pioneros e innovadores, son más receptivos a las novedades externas (Rogers, 1995).

Por otra parte, entre especialistas de economía agrícola surgió una tradición de estilo individualista, de acuerdo con la cual los agentes toman la decisión de adoptar con base en las utilidades que podrían obtener de su implementación en sus sistemas de producción. Para ello, cada actor analiza de forma racional los costos y beneficios esperados antes de decidir; y como existe una enorme heterogeneidad en las características individuales y las limitaciones que cada productor enfrenta, es de esperar una dispersión similar en su toma de decisiones (Griliches, 1957). Esta tradición asumió un papel dominante en el estudio de la innovación agrícola, dando respaldo teórico y empírico a muchas de las políticas, programas y sistemas que han tenido lugar en algunos países a fin de promover el cambio tecnológico entre los productores y el desarrollo agrícola en general (Monge y Hartwich, 2008).

En consecuencia, la literatura tradicional sobre difusión de la innovación ha estado dominada, principalmente, por los modelos anteriormente mencionados de comportamiento y tendencias agregadas. Sin embargo, el paradigma del modelo basado en la interacción de los agentes está ganando popularidad, ya que captura la heterogeneidad de los agentes, permite

el modelado detallado de las interacciones mediadas por redes en los territorios. En la actualidad se ha dado una especie de fusión de ambas teorías. Es decir, se combinan se integra el modelado de los agentes mediante redes y sistemas de innovación y el análisis de los beneficios que se obtienen del uso de la tecnología, por lo que en la actualidad son complementarias (Vargas-Canales, Palacios-Rangel, et al., 2022).

Simultáneamente, es conveniente aclarar que, desde el determinismo tecnológico, la tecnología define los cambios sociales y desde el determinismo social, la tecnología es solo una construcción social sin capacidad de autonomía ni de generar cambios. Sin embargo, desde la Teoría del Actor Red se rompe con esa dicotomía y considera la tecnología como el resultado de un entramado sociotécnico. Es decir, para el desarrollo de cualquier tecnología se requiere la interacción de múltiples agentes, procesos, artefactos, entre otros que son quienes posibilitan su desarrollo, adopción y transformación. La tecnología es el agente quien configura ese entramado social y en esa hibridación (humano, no humano) van determinando el rumbo de las trayectorias que se deben seguir. Lo anterior debido a que los artefactos tecnológicos empiezan a tener otros significados, capacidad de vincular a otros actores, cierta autonomía y son capaces de reconfigurarse y resignificarse. Este tipo de planteamientos cada vez son más importantes debido a que permiten desarrollar un análisis más reticular sobre los nuevos ensamblajes que se están dando entre la ciencia, la tecnología y la sociedad (Vargas-Canales, Orozco-Cirilo, et al., 2022).

Por otra parte, existe un conflicto entre el desarrollo científico y tecnológico y la sobre explotación de los recursos naturales. Lo anterior plantea una paradoja: por un lado, se desarrollan tecnologías que permiten aumentar la eficiencia y optimización en todos los procesos, lo que puede redundar en una reducción de los impactos ambientales. Por otro lado, aumenta la posibilidad de apropiación y transformación de la naturaleza, principalmente por la explotación intensiva de los recursos, tanto tradicionales (hierro, carbón, petróleo) como nuevos (tierras y minerales raros como el litio), y la creciente generación de nuevos residuos contaminantes (Mercado et al., 2022). Diversos autores comparten la idea de que con las nuevas tecnologías se podrían aumentar la producción de alimentos para lograr la seguridad alimentaria y desarrollar sistemas alimentarios sostenibles (Cobby Avaria, 2020; Parra-López et al., 2021; Rijswijk et al., 2021; Rotz et al., 2019). Sin embargo, también coinciden en que se requiere desarrollar más evidencias sobre sus impactos, diseñar programas de capacitación sobre su uso, políticas de fomento e integración, entre otros temas cruciales. Adicionalmente, es conveniente modificar la dinámica de desarrollo económico mundial actual, porque si bien es cierto que el desarrollo científico y tecnológico permite optimizar el uso de los insumos y recursos, de continuar con esa dinámica de crecimiento y altamente consumista, sin duda el resultado será catastrófico en el corto tiempo.

En síntesis, no solo dependen de la interacción y de la racionalidad humana, sino que es indispensable contar con la acumulación de conocimientos, capacidades y habilidades previas y de forma individual (con niveles de escolaridad, años de experiencia, edad, tamaño de las unidades de producción, entre otras variables), se requiere de entender las dependencias,

complementariedades y complejidades de las nuevas realidades para lograr una adopción tecnológica efectiva. En la actualidad ninguna tecnología por sí solo podría ser eficiente y eficaz para satisfacer las necesidades humanas (Cobby Avaria, 2020). Derivado de lo anterior, para adoptar las nuevas tecnologías de la agricultura 4.0 y 5.0 es necesario primero contar con infraestructura y otras tecnologías como son las tecnologías de la información y la comunicación, internet, computadora, telefonía, instrumentos de apoyo como créditos y políticas agroalimentarias que fomenten su adecuada adopción y uso.

Metodología

Se utilizó el método de investigación documental, que consiste básicamente en la búsqueda, análisis e interpretación de datos obtenidos mediante fuentes secundarias. El enfoque de la presente investigación fue predominantemente cuantitativo. Se trabajó con un diseño no experimental de tipo transversal y descriptivo. Es decir, se trata de profundizar en la situación actual del objeto y sujeto de estudio. La obtención de la información se realizó en fuentes secundarias oficiales y se obtuvo de las bases de datos de la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019, que realiza el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de México.

Conviene aclarar que, se trataron de ubicar los datos y variables que más se acercan o aproximan al objetivo de la investigación. La información sobre las variables relacionada con la adopción de las nuevas tecnologías es escasa y no se encuentra actualizada. La ENA 2019 presenta información de los principales productos agropecuarios de México (24 agrícolas y 5 pecuarios), así como de las características de las unidades de producción que intervienen en la producción de estos (Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2021) y la información se aproxima a las variables identificadas como claves para la transformación digital del sector agroalimentario.

En ese sentido, existen varias condiciones que determinan la transformación digital de la agricultura en diferentes contextos, por ejemplo, de las variables más importantes podrían mencionarse contar o hacer uso de las siguiente: 1) tecnologías informáticas y de comunicación, 2) habilitadores como internet, teléfono celular, redes sociales, 3) instrucción, alfabetización y/ o conocimientos sobre el uso y manejo de tecnologías digitales, 4) cultura agroempresarial y de innovaciones digitales, 5) disponibilidad de créditos para impulsar la adopción de tecnologías digitales y 6) Políticas y programas para facilitar la agricultura digital (Trendov et al., 2019).

Derivado de lo anterior, se determinó analizar dichas variables o en el caso de no contar con las variables exactas se analizaron las que más se aproximan a lo encontrado en la literatura. La primera variable de análisis fue el uso de tecnologías informáticas y de comunicación en las actividades agropecuarias por entidad federativa de forma agregada. Es decir, incluye el uso de computadoras, internet, entre otros. Lo anterior debido a que se entiende por tecnologías informáticas y de comunicaciones como el conjunto de equipos, sistemas, medios y procedimientos utilizados para la comunicación, procesamiento y almacenamiento de la información y está conformado por computadoras, internet, teléfonos inteligentes, entre otros

dispositivos (Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2021).

Posteriormente, se realizó un análisis del uso de la computadora, el internet y el uso del teléfono celular por separado para obtener mayor claridad del comportamiento de su uso. Es conveniente mencionar que este tipo de tecnologías están siendo usadas para las actividades relacionadas con la operación y funcionamiento de los agronegocios. Con respecto a la instrucción y/o alfabetización sobre el uso de tecnologías digitales se obtuvo a partir del nivel de estudios de quien se encarga de la administración y gestión las unidades de producción en México. Es conveniente mencionar que corresponde al último grado de estudios, dentro del sistema de educación académico formal. En relación con la disponibilidad de créditos, se consideró el porcentaje de unidades de producción que solicitaron crédito o préstamo para realizar actividades agropecuarias y de las que lo obtuvieron. Lo anterior entendido como el recurso recibido por la unidad de producción para el financiamiento de la producción agrícola, ganadera o forestal. Además, se identificaron las principales fuentes de financiamiento.

Finalmente, es importante mencionar que la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019 presenta una metodología muy clara y explícita sobre la obtención de la información (vease Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2021) y de forma general a continuación se expone sobre las unidades de muestreo, el marco de muestreo, el esquema de muestreo y el tamaño de la muestra. Con respecto las unidades de muestreo fueron definidas como las unidades económicas conformadas por uno o más terrenos ubicados en el mismo municipio y en donde al menos en alguno de ellos se realizan actividades agropecuarias o forestales, bajo el control de una misma administración.

El marco de muestreo se integró de dos fuentes, una para productos agrícolas y la otra para productos pecuarios. Además, se realizó una estratificación; para los productos agrícolas, la variable de interés para la estratificación fue la superficie sembrada en hectáreas, según las características del cultivo, de cuatro a seis estratos. Para los productos pecuarios se empleó la variable de número de cabezas de ganado. El esquema de muestreo fue probabilístico estratificado con selección aleatoria simple dentro de cada dominio de estudio. Por último, el tamaño de muestra se calculó de forma independiente para cada dominio de estudio, tomando un nivel de confianza del 95 %, un error relativo del 9 % y una tasa de no respuesta esperada del 30 %.

Resultados

De forma general los resultados permiten identificar una visión sobre la situación del sector agroalimentario mexicano en relación con sus capacidades tecnológicas para la adopción de las nuevas tecnologías que están surgiendo. En cuanto al uso de tecnologías informáticas y de comunicación el promedio nacional de uso en el sector agroalimentario es de 37.69 %. Esta es una de las variables más importantes para la adopción de las nuevas tecnologías y destacan los estados del norte del país con los niveles más altos con casi el 90 % de las unidades de

producción que utilizan esta tecnología. Los estados del centro y sur del país presentan los niveles más bajos. Lo sorprendente es que algunos estados del centro del país que mantiene cercanía con los mayores centros de concentración de los servicios están muy bajos como en el caso de Querétaro, Ciudad de México, Tlaxcala y Estado de México (Figura 1).

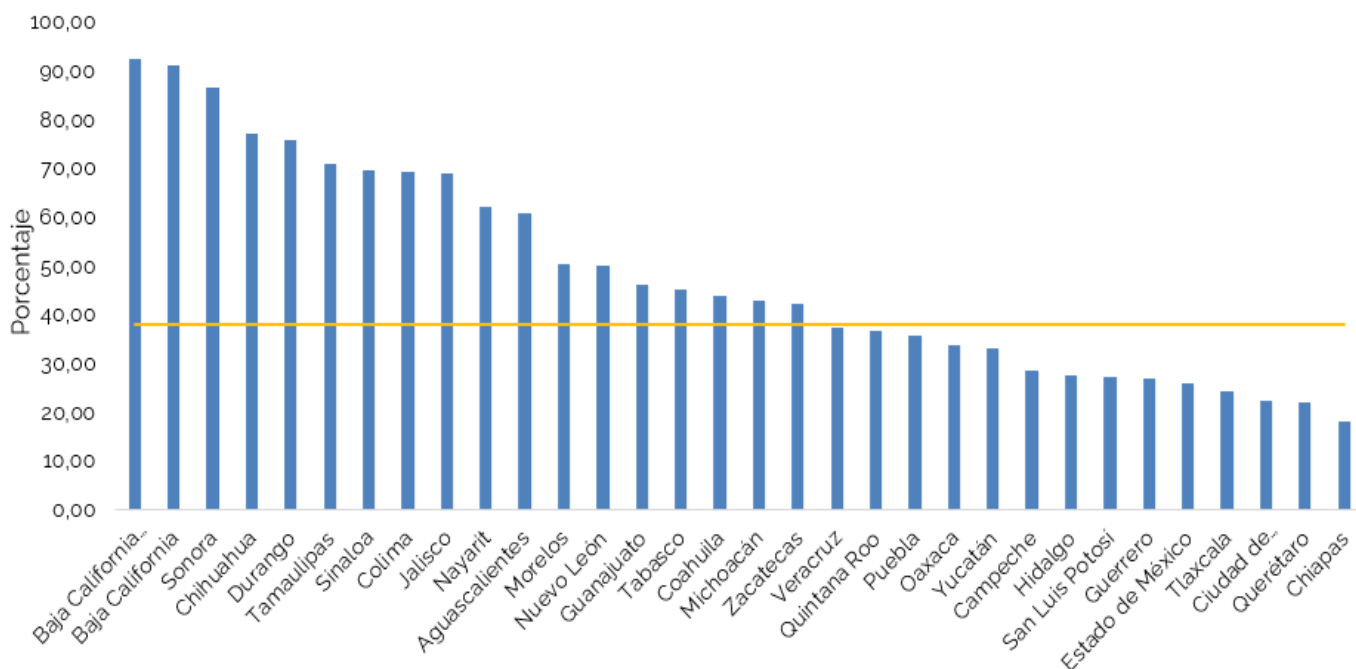


Figura 1. Unidades de producción con uso de tecnologías informáticas y de comunicación en las actividades agropecuarias en México.

Fuente. Elaboración propia con datos colectados por la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019.

El uso de computadora es otra tecnología importante que se vincula mucho la agricultura digital, en general, es muy bajo en todo el país, con un promedio nacional de 5.57 %. Cuatro estados son los que más utilizan las computadoras en sus actividades cotidianas: Baja California, Baja California Sur, Sonora y la Ciudad de México. Existe otro grupo importante que se encuentra un por arriba de la media y está integrado por estados mayormente del norte y centro del país. Además, existe un tercer grupo que integrado por estados del centro y sur de país muy bajos como el caso del estado de Hidalgo y Tlaxcala que no llegan ni al 2 % (Figura 2).

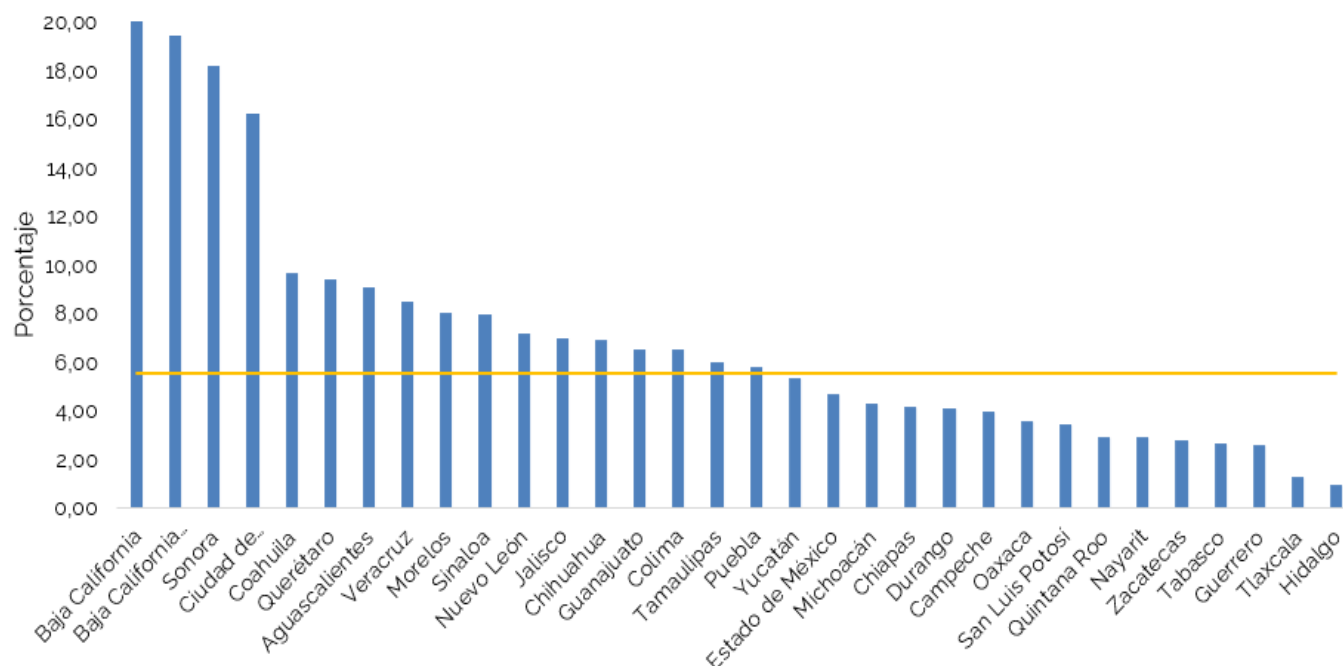


Figura 2. Unidades de producción con uso de tecnologías informáticas y de comunicación en las actividades agropecuarias en México.

Fuente. Elaboración propia con datos colectados por la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019.

Con respecto al uso de internet presenta porcentajes muy bajos con un promedio nacional del 7.88 % y con tendencias similares al uso de computadoras. Esta es una de las tecnologías básicas que permiten conexión e intercambio de información y se relaciona con el uso de sensores, Internet de las cosas, Big Data y en general con el uso masivo de datos. En este rubro destacan algunos estados del norte, centro y sur de país, lo cual cambia las tendencias anteriores al aparecer Coahuila, Quintana Roo y Ciudad de México. Por otra parte, es posible observar que la mayor parte de los estados de la República Mexicana tienen características similares y es por eso por lo que se aproximan mucho a la media nacional. Los estados con más bajos niveles coinciden en la mayoría de los casos con las otras variables de análisis (Figura 3).

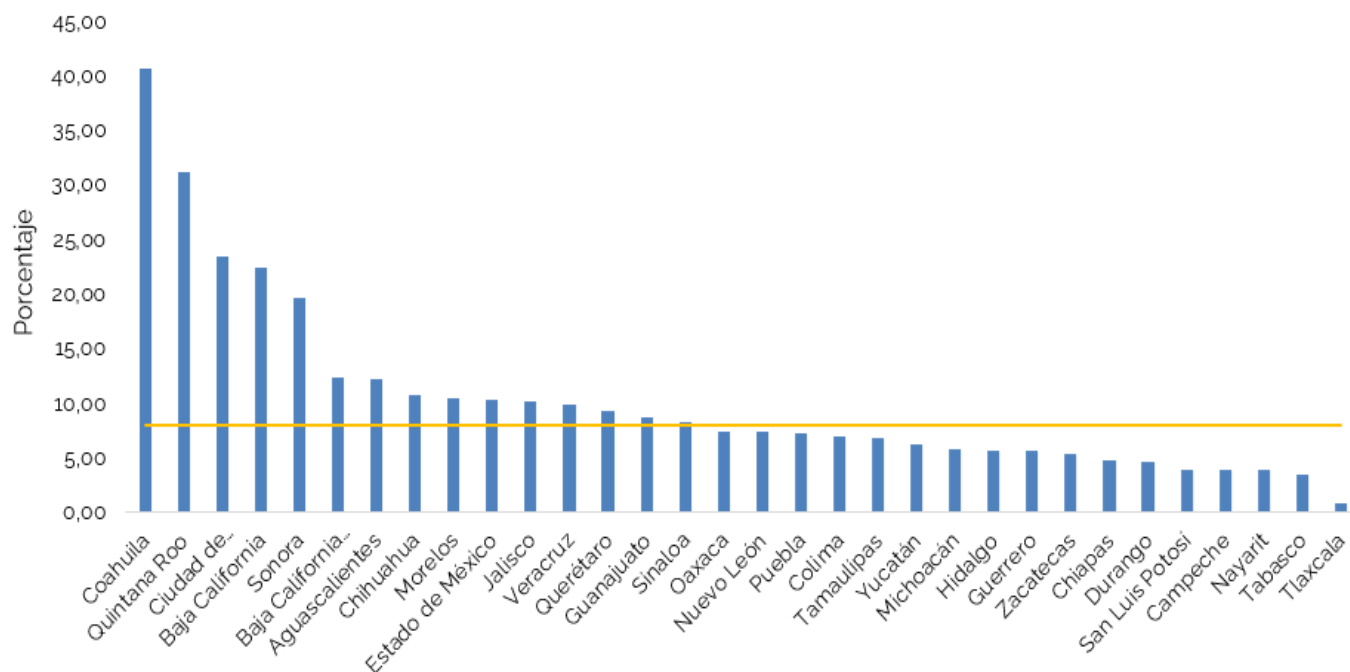


Figura 3. Unidades de producción con uso de internet en las actividades agropecuarias en México.

Fuente. Elaboración propia con datos colectados por la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019.

Por otro lado, en el uso del teléfono celular relacionado con las actividades agropecuarias se percibe de forma muy clara una tendencia distinta a las variables anteriores. Mediante el uso de teléfono celular las unidades de producción establecen comunicación con otros productores e intercambian información, conocimiento e incluso acceden a algunas plataformas digitales. El promedio nacional de su uso es del 88.13 % y destaca como la tecnología más difundida y utilizada en el sector. En algunos estados el uso de telefonía celular vinculada al sector agroalimentario se aproxima al 100 % como es el caso de Yucatán, Chihuahua y Tamaulipas. Es conveniente mencionar que en toda la República Mexicana se tiene un porcentaje alto de su uso. Aunque existen estados que presentan niveles bajos no son inferiores al 70 % (Figura 4).

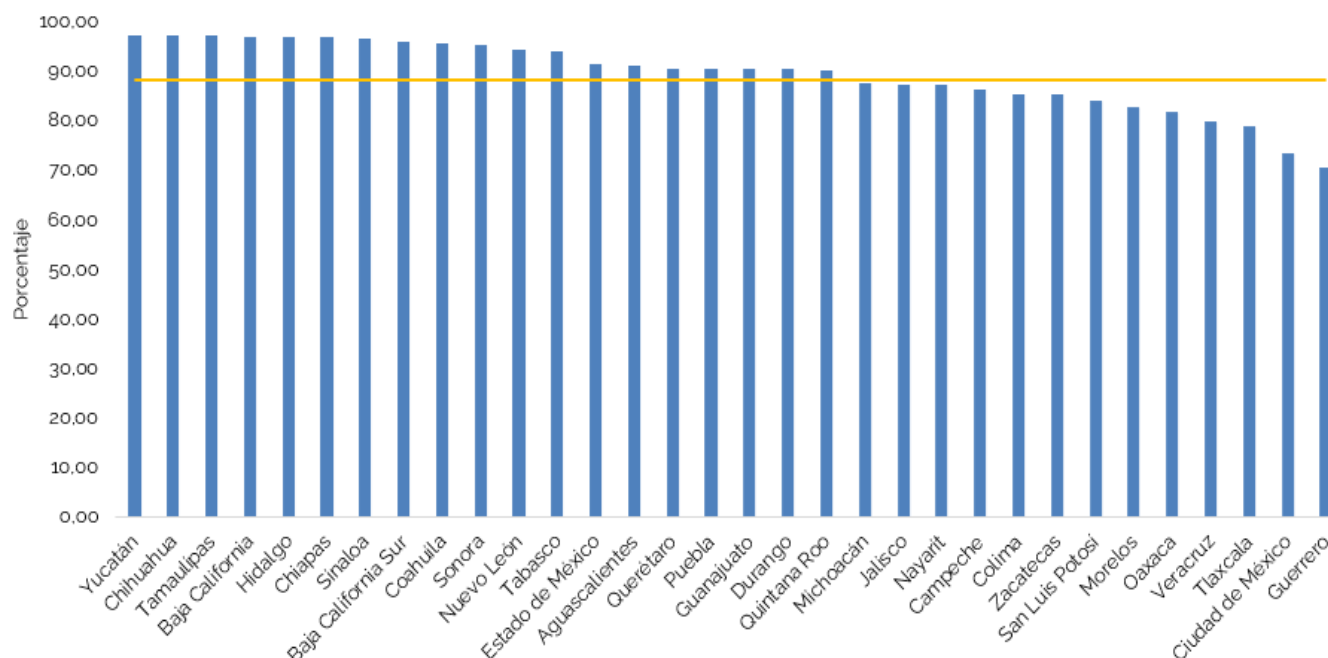


Figura 4. Unidades de producción con uso de teléfono celular en las actividades agropecuarias en México.

Fuente. Elaboración propia con datos colectados por la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019.

Por otra parte, es importante realizar un acercamiento a la instrucción, alfabetización y/ o conocimientos sobre el uso y manejo de tecnologías digitales, en este caso para lo anterior se analizaron los niveles de educación de la población que se encarga de la administración y gestión de los agronegocios. En ese sentido, es importante mencionar que el nivel de educación eson muy bajo en el sector agroalimentario, pese a que en los últimos años se ha dado un incremento importante. Destaca el nivel de primaria con un 57 % y aún persiste una gran parte de población que no cuenta con ningún tipo de estudios (15 %). Los niveles posteriores de educación descienden drásticamente y si hablamos de niveles de posgrado prácticamente es inexistente (Figura 5).

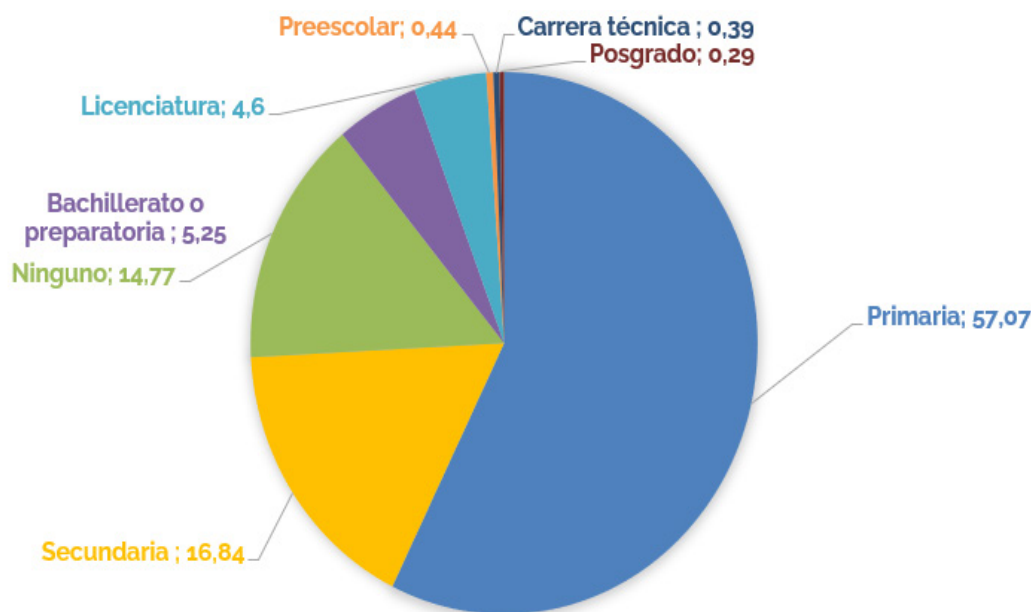


Figura 5. Porcentaje de productores según su nivel de estudios de las unidades de producción en México.

Fuente. Elaboración propia con datos colectados por la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019.

En lo que respecta al acceso a créditos para financiar la adquisición e introducción de nuevas tecnologías es una de las principales limitantes en el sector agroalimentario. Respecto a la disponibilidad de crédito es importante resaltar que la mayoría de las solicitudes de crédito realizadas son aprobadas, lo que sugiere que existe poca disponibilidad de créditos para poder implementar las nuevas tecnologías en el sector. Primero, es conveniente mencionar que el crédito está distribuido de forma muy heterogénea en México. Destacan el Estado de México, Puebla y Veracruz como los que presentan los mayores niveles de disponibilidad y los que presentan los menores son Baja California, Ciudad de México y Quintana Roo. Por otra parte, existe un porcentaje muy bajo de solicitudes de crédito o préstamo (9.37 %). Es importante mencionar que casi el 100 % de las solicitudes obtienen un crédito o préstamo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Porcentaje de unidades de producción que solicitaron crédito o préstamo para actividades agropecuarias y de las que lo obtuvieron según fuente financiera por entidad federativa.

Entidad Federativa	Total	Con solicitud de crédito o préstamo	Con crédito o préstamo obtenido
	A	B = % de A	C = % de A
Estados Unidos Mexicanos	100.00	9.37	8.44
Aguascalientes	0.54	6.19	5.61
Baja California	0.13	40.58	39.59
Baja California Sur	0.09	11.54	8.93
Campeche	1.02	12.40	10.96
Coahuila	0.64	4.27	2.38
Colima	0.29	13.62	12.29
Chiapas	9.95	4.53	3.74
Chihuahua	1.37	12.02	11.14
Ciudad de México	0.12	1.11	0.63
Durango	1.72	15.03	13.87
Guanajuato	4.43	15.19	14.88
Guerrero	5.99	11.46	10.97
Hidalgo	4.99	2.60	1.00
Jalisco	3.65	20.11	19.23
Estado de México	9.05	1.60	1.04
Michoacán	4.45	12.24	11.21
Morelos	1.39	20.20	19.17
Nayarit	1.46	37.20	36.50
Nuevo León	0.76	3.62	3.34
Oaxaca	7.14	6.89	5.94
Puebla	9.14	4.18	3.23
Querétaro	1.16	4.76	4.20
Quintana Roo	0.45	10.11	5.56
San Luis Potosí	4.00	7.40	7.12
Sinaloa	1.97	44.46	44.03
Sonora	0.65	29.60	28.78
Tabasco	2.44	4.98	4.36
Tamaulipas	1.97	20.84	18.45
Tlaxcala	2.32	3.20	2.56
Veracruz	11.93	8.98	7.63
Yucatán	1.07	3.55	3.12
Zacatecas	3.71	10.57	9.11

Fuente. Elaboración propia con datos colectados por la Encuesta Nacional Agropecuaria

(ENA) 2019.

En lo referente a las fuentes de financiamiento, las principales son las cajas de ahorro con un 26.02; en segundo lugar, las empresas o personas que compran la producción con el 20.48 %, y en tercer lugar se encuentra Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero con el 16.93 %. Otro aspecto interesante sobre las entidades crediticias es que existe una variedad importante de agentes que cumplen la función de brindar créditos, por ejemplo: empresas o personas que proveen los insumos, amigos, familiares, casas de empeño, entre otros.

Discusión

A partir del análisis del uso de tecnologías informáticas y de comunicación podemos inferir que existe más potencial para la adopción de nuevas tecnologías en algunos estados del noroeste del país (Figura 6). Es la región del país más apta para poder pensar en la adopción de las nuevas tecnologías en el sector agroalimentario. Lo anterior, es posible que tenga relación con el tamaño de las unidades de producción y las trayectorias tecnológicas de esa región. Es decir, se trata de una agricultura empresarial desde sus orígenes, altamente tecnificada y muy vinculada con los mercados internacionales. Por otra parte, en cuanto al uso de computadora e internet la situación es muy baja en general. Sin duda, la tecnología que destaca en el sector es el uso de teléfonos celulares, que es mediante estos dispositivos tecnológicos con los que se puede iniciar a vincular las nuevas tecnologías.



Figura 6. Grupos de estados de la República Mexicana de acuerdo con el potencial para la adopción de las nuevas tecnologías en el sector agroalimentario.

Fuente. Elaboración propia con datos colectados por la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019.

Con respecto a los niveles de educación en el sector siguen siendo muy bajo y relacionado con la tecnología digital deben ser prácticamente inexistente. Además, se identifican pocas evidencias sobre procesos de extensión y/o capacitación sobre el uso de tecnologías digitales. Uno de los pocos casos de los que se podría decir que existen cursos de demostración y capacitación es el del uso de los drones en la aplicación de agroquímicos. Es decir, la extensión y capacitación sobre las tecnologías digitales es un área prioritaria para iniciar a desarrollar y posteriormente fomentar y fortalecer la agricultura 4.0 y 5.0. En estas nuevas dinámicas y transformaciones la capacitación o habilitación en temas de actualidad es un asunto crucial que se debe considerar en los planes de desarrollo. Además, considerar de manera prioritaria la educación en tecnologías digitales, la formación de especialistas y brindar estímulos al personal capacitado para evitar su migración a potencias extranjeras (Ceballos et al., 2020).

En cuanto a políticas y programas para facilitar la agricultura digital que son de vital importancia (Trendov et al., 2019), no son visibles o al menos explícitamente no existen con esa precisión. Lo anterior, debido a que se trata de tecnologías nuevas y el sector se transforma de una forma más lenta que otros sectores. Adicionalmente, en la actualidad es importante discutir y analizar la capacidad del sector agroalimentario de interferir en la agenda política, lo anterior debido a que las políticas tradicionales no son suficientes para dar respuestas proactivas a los rápidos cambios tecnológicos (Parra-López et al., 2021). En ese sentido, identificar problemas clave existentes y emergentes relevantes para la digitalización en la producción agrícola a nivel regional es la base para diseñar políticas públicas (Ingram et al., 2022).

En México, debido a las características y condiciones de las empresas, así como del entorno nacional e internacional, se requiere de una etapa previa de digitalización. Es decir, esta transición se debe abordar de acuerdo con distintas fases de digitalización dependiendo de las condiciones regionales para que se puedan incorporar de manera efectiva las tecnologías asociadas a la industria 4.0 (Buenrostro Mercado, 2022). Además, el sector agroalimentario presenta limitaciones propias de su origen y naturaleza, una de ellas que es muy evidente es la poca articulación con otros actores como son las instituciones de enseñanza e investigación, instituciones de gobierno, servicios de extensionismo e incluso mercados. Lo que es otra área de mejora debido a que se ha demostrado que la interacción con estos actores tiene efectos positivos en la incorporación de innovaciones.

En la actualidad y como consecuencia del confinamiento ocasionado por el COVID-19 (SARS-CoV-2) que obligó a la sociedad a mantenerse en aislamiento, se generó un incremento importante en el uso de tecnologías informáticas y de comunicación en todos los sectores. Es decir, que hoy en día seguramente los datos son mucho mayores. Sin embargo, aún no se cuenta con información para poder realizar análisis y comparaciones. Por otra parte, para lograr un desarrollo e internacionalización exitosa del sector agroalimentario es necesario tener claro que se requiere de altos niveles de inversión de capital, ya que estos determinan en gran medida el desarrollo y la acumulación de capacidades tecnológicas (Amaro Rosales & Natera Marín, 2020).

Así mismo, no existe aún un reconocimiento claro de las ventajas de usos de las nuevas tecnologías en el ámbito específico de la planificación, la gestión y el control del proceso productivo (Bartis & Neira, 2020). Además, es importante cuestionar y analizar los impactos positivos y negativos del proceso de transformación digital en la agricultura y las áreas rurales (Rijswijk et al., 2021). Es decir, debemos observar este fenómeno desde distintas ópticas y no olvidar que el desarrollo de científico y tecnológico genera externalidades positivas y negativas. Es importante considerar que se pueden agudizar los efectos de inclusión y exclusión. Esto requerirá procesos de innovación responsable, en donde se reflexione y se ofrezcan respuestas a los efectos emergentes y, cuando sea necesario, ajustando la dirección y el curso de las vías de transición (Klerkx & Rose, 2020). De lo contrario, estas tecnologías pueden exacerbar las desigualdades para los actores marginados del sistema alimentario, específicamente entre agricultores de diferentes tamaños, así como entre agricultores y corporaciones agroalimentarias (Rotz et al., 2019).

Considerando que los principales retos que tienen que enfrentar la agricultura mundial, son los de satisfacer la demanda de alimentos y mantener niveles sustentables de los recursos naturales, es necesario pensar en esquemas de desarrollo colectivo y proponer una política integral que promueva el cambio tecnológico, la innovación y el desarrollo económico sustentable (Vargas-Canales et al. 2018). De tal forma que, el enfoque de sistemas regionales de innovación, es una herramienta ideal y fundamental para el diseño y la implementación de estrategias de especialización inteligente (Asheim, 2019). Las políticas tradicionales no son suficientes para dar respuestas a los rápidos cambios tecnológicos y son necesarios nuevos enfoques para la planificación de políticas, especialmente a nivel regional (Parra-López et al., 2021).

La especialización inteligente se basa en la identificación de competencias centrales y potenciales para hacer más eficiente el proceso de innovación (Vlčková et al., 2018). En este sentido, se deben diseñar estrategias de transición hacia la agricultura digital para cada región; debido a que la rapidez del cambio tecnológico, en la economía de mercado, obliga a la continua adaptación a medida que la innovación y la crisis económica modifican la posición competitiva de las empresas y regiones (Balland et al., 2019). Derivado de todo lo anterior, es necesario diseñar políticas agroalimentarias de largo plazo, acordes con las particularidades de cada región y basadas en la asesoría, capacitación y educación sobre las nuevas tecnologías y el medio ambiente para lograr sistemas agroalimentarios sustentables.

Conclusión

Los resultados obtenidos indican que, en general, las variables evaluadas presentan niveles bajos, lo que indicaría una baja capacidad para la adopción de las nuevas tecnologías que han surgido en el sector agroalimentario. Es decir, el sector agroalimentario mexicano presenta limitaciones para el uso efectivo de la ciencia y tecnología y para desarrollo de innovaciones. Un punto importante es el uso del teléfono celular que podría ser la mejor opción para favo-

recer la asimilación, uso y adopción de las nuevas tecnologías. Mediante el uso del teléfono celular es posible iniciar con la implementación de distintas estrategias que permitan aumentar las capacidades tecnológicas de los productores.

Es relevante pensar en diseñar e implementar sistemas de extensión y capacitación que contribuyan a mejorar la instrucción, la alfabetización digital y la cultura agroempresarial y de innovaciones digitales en el sector agroalimentario, aspectos cruciales para potencializar las capacidades tecnológicas y adaptarnos a las nuevas realidades. Así como iniciar un diálogo más eficiente entre los distintos actores que participan en el diseño de políticas agroalimentarias para planificar las estrategias dadas estas nuevas realidades que la sociedad enfrenta y definir un rumbo claro sobre el fomento de la agricultura digital, mediante los sistemas de innovación y la especialización inteligente.

Por último, es importante mencionar que el desarrollo de estas nuevas tecnologías plantea retos importantes para futuras investigaciones. En ese sentido, es importante profundizar en el conocimiento y comportamiento de las relaciones económicas, sociales, políticas, culturales y ambientales que tiene el desarrollo científico y tecnológico en el sector agroalimentario. Además, es pertinente diseñar nuevas políticas agroalimentarias en las que se considere la asesoría y capacitación en tecnologías digitales de acuerdo con las características regionales, lo que puede realizarse considerando la especialización inteligente y fortaleciendo los sistemas de innovación.

Literatura Citada

- Amaro Rosales, M., & Natera Marín, J. M. (2020). Technological capabilities accumulation and internationalization strategies of Mexican biotech firms: a multi case study from agro-food & pharma industries. *Economics of Innovation and New Technology*, 29(7), 720–739. <https://doi.org/10.1080/10438599.2020.1719634>
- Asheim, B. T. (2019). Smart specialisation, innovation policy and regional innovation systems: what about new path development in less innovative regions? *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 32(1), 8–25. <https://doi.org/10.1080/13511610.2018.1491001>
- Aydin, H. (2021). Market orientation and product innovation: the mediating role of technological capability. *European Journal of Innovation Management*, 24(4), 1233–1267. <https://doi.org/10.1108/EJIM-10-2019-0274>
- Balland, P.-A., Boschma, R., Crespo, J., & Rigby, D. L. (2019). Smart specialization policy in the European Union: relatedness, knowledge complexity and regional diversification. *Regional Studies*, 53(9), 1252–1268. <https://doi.org/10.1080/00343404.2018.1437900>

- Bardi, U. (2014). Los límites del crecimiento retomados. Los Libros de la Catarata.
- Bartis, H., & Neira, P. (2020). Las tecnologías de la industria 4.0 en la provincia de Buenos Aires y algunas propuestas para promoverlas. *Revista Propuestas Para El Desarrollo*, 4(4), 93–116. <https://www.propuestasparaeldesarrollo.com/index.php/ppd/article/view/97>
- Buenrostro Mercado, E. (2022). Propuesta de adopción de tecnologías asociadas a la industria 4.0 en las pymes mexicanas. *Entreciencias: Diálogos En La Sociedad Del Conocimiento*, 10(24), 1–19. <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2022.24.81347>
- Cáceres, D., Silvetti, F., Soto, G., & Rebolledo, W. (1997). La Adopcion Tecnologica en sistemas agropecuarios de pequeños productores. *Agro Sur*, 25(2), 123–135. <https://doi.org/10.4206/agrosur.1997.v25n2-01>
- Casalet, M. (2020). El futuro incierto de la digitalización en México: ¿Podremos despegar? *Economía Teoría y Práctica*, 45–68. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.24275/ETYPUAM/NE/E052020/Casalet>
- Ceballos, L. D., Maisonnave, A. M., & Britto Londoño, C. R. (2020). Soberanía tecnológica digital en Latinoamérica. *Revista Propuestas Para El Desarrollo*, 4(4), 151–167. <https://www.propuestasparaeldesarrollo.com/index.php/ppd/article/view/108>
- Cobby Avaria, R. W. (2020). Searching for sustainability in the digital agriculture debate: an alternative approach for a systemic transition. *Teknokultura. Revista de Cultura Digital y Movimientos Sociales*, 17(2), 225–238. <https://doi.org/10.5209/tekn.69475>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2016). *Tecnología e Innovación en la Economía Digital. La situación de América Latina y el Caribe*. Naciones Unidas, Impreso En Santiago, 96.
- González, G. M. I., López, C. J. A., & Luján, J. L. (1996). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: Una Introducción al Estudio Social de la Ciencia y la Tecnología*. Tecnos.
- Griliches, Z. (1957). Hybrid corn: An exploration in the economics of technological change. *Econometrica, Journal of the Econometric Society*, 25(4), 501–522.
- Guzev, M. M., Ledeneva, M. V., Trukhlyaeva, A. A., & Mishura, N. A. (2021). Smart Technologies in Agriculture. In *Lecture Notes in Networks and Systems* (Vol. 155, pp.

1573–1584). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-59126-7_172

Herrera, A. (1978). Desarrollo, Tecnología y Medio Ambiente. Conferencia en el Primer Seminario Internacional sobre Tecnologías Adecuadas en Nutrición y Vivienda-PNUMA.

Ingram, J., Maye, D., Bailye, C., Barnes, A., Bear, C., Bell, M., Cutress, D., Davies, L., de Boon, A., Dinnie, L., Gairdner, J., Hafferty, C., Holloway, L., Kindred, D., Kirby, D., Leake, B., Manning, L., Marchant, B., Morse, A., ... Wilson, L. (2022). What are the priority research questions for digital agriculture? *Land Use Policy*, 114(July 2021), 105962. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105962>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021). Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA). <https://www.inegi.org.mx/programas/ena/2019/>

Klerkx, L., & Rose, D. (2020). Dealing with the game-changing technologies of Agriculture 4.0: How do we manage diversity and responsibility in food system transition pathways? *Global Food Security*, 24(December 2019), 100347. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.100347>

Kovács, I., & Husti, I. (2018). The role of digitalization in the agricultural 4.0 – how to connect the industry 4.0 to agriculture? *Hungarian Agricultural Engineering*, 7410(33), 38–42. <https://doi.org/10.17676/HAE.2018.33.38>

Lin, F.-J., & Lai, C. (2021). Key factors affecting technological capabilities in small and medium-sized Enterprises in Taiwan. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 17(1), 131–143. <https://doi.org/10.1007/s11365-019-00632-2>

Lioutas, E. D., Charatsari, C., & De Rosa, M. (2021). Digitalization of agriculture: A way to solve the food problem or a trolley dilemma? *Technology in Society*, 67(May), 101744. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101744>

Lis, A. M., & Rozkwitalska, M. (2020). Technological capability dynamics through cluster organizations. *Baltic Journal of Management*, 15(4), 587–606. <https://doi.org/10.1108/BJM-02-2020-0046>

Mercado, A., Córdova, K., & Vessuri, H. (2022). The technology of need: technology of sustainability? *Tapuya: Latin American Science, Technology and Society*, 5(1), 1–6. <https://doi.org/10.1080/25729861.2022.2041789>

- Monge, P. M., & Hartwich, F. (2008). Análisis de Redes Sociales aplicado al estudio de los procesos de innovación agrícola. *REDES-Revista Hispana Para El Análisis de Redes Sociales*, 14(2), 1–31. <https://doi.org/978-950-34-0513-0>
- Osorio, M. C. (2003). Aproximaciones a la tecnología desde los enfoques en CTS (la C. y la C. Organización de los Estados Iberoamericanos para la Educación (ed.)).
- Parra-López, C., Reina-Usuga, L., Carmona-Torres, C., Sayadi, S., & Klerkx, L. (2021). Digital transformation of the agrifood system: Quantifying the conditioning factors to inform policy planning in the olive sector. *Land Use Policy*, 108(May), 105537. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105537>
- Pivoto, D., Barham, B., Waquil, P. D., Foguesatto, C. R., Corte, V. F. D., Zhang, D., & Talamini, E. (2019). Factors influencing the adoption of smart farming by Brazilian grain farmers. *International Food and Agribusiness Management Review*, 22(4), 571–588. <https://doi.org/10.22434/IFAMR2018.0086>
- Porcelli, A. M. (2020). Las nuevas tecnologías informáticas en pos de la seguridad alimentaria. *Latin American Journal of International Affairs*, 10(1), 1–40.
- Reddy, A. K. N. (1979). National and regional technology groups and institutions: An assessment. *Towards global action for appropriate technology*. Pergamon.
- Rijswijk, K., Klerkx, L., Bacco, M., Bartolini, F., Bulten, E., Debruyne, L., Dessen, J., Scotti, I., & Brunori, G. (2021). Digital transformation of agriculture and rural areas: A socio-cyber-physical system framework to support responsabilisation. *Journal of Rural Studies*, 85(May), 79–90. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.05.003>
- Rogers, E. M. (1995). *Diffusion of innovations*. New York Free Press. <https://doi.org/82-70998>
- Rotz, S., Duncan, E., Small, M., Botschner, J., Dara, R., Mosby, I., Reed, M., & Fraser, E. D. G. (2019). The Politics of Digital Agricultural Technologies: A Preliminary Review. *Sociologia Ruralis*, 59(2), 203–229. <https://doi.org/10.1111/soru.12233>
- Saiz-Rubio, V., & Rovira-Más, F. (2020). From Smart Farming towards Agriculture 5.0: A Review on Crop Data Management. *Agronomy*, 10(2), 207. <https://doi.org/10.3390/agronomy10020207>
- SIAP, (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2021). *Expectativas Agroalimentarias 2021*.

- Trendov, N. M., Varas, S., & Zeng, M. (2019). Tecnologías digitales en la agricultura y las zonas rurales. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://doi.org/10.2307/j.ctvt6rmh6>
- United Nations. (2019). World population prospects 2019. Department of Economic and Social Affairs. World Population Prospects 2019: Highlights (ST/ESA/SER.A/423), 141. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12283219>
- Vargas-Canales, J. M., Orozco-Cirilo, S., Medina-Cuéllar, S. E., & Camacho-Vera, J. H. (2022). Characteristics, roles, and functions of the innovation agents in the agri-food sector. *Agrociencia*, 56(2), 383–404. <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v56i2.2781>
- Vargas-Canales, J. M., Palacios-Rangel, M. I., Aguilar-Ávila, J., Ocampo-Ledesma, J. G., Medina-Cuellar, S. E., Camacho-Vera, J. H., Ocampo-Ledesma, J. G., & Medina-Cuellar, S. E. (2018). Efficiency of small enterprises of protected agriculture in the adoption of innovations in Mexico. *Estudios Gerenciales*, 34(146), 52–62. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2018.146.2811>
- Vargas-Canales, J. M., Palacios-Rangel, M. I., García-Cruz, J. C., Camacho-Vera, J. H., Sánchez-Torres, Y., & Simón-Calderón, C. (2022). Analysis of the impact of the regional innovation system of protected agriculture in Hidalgo, Mexico. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 1–26. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2022.2039246>
- Vargas Canales, J. M., García Melchor, N., Orozco Cirilo, S., & Medina Cuéllar, S. E. (2021). Especialización agrícola e innovación tecnológica. In F. Pérez Soto, E. Figueroa Hernández, L. Godínez Montoya, & R. Salazar Moreno (Eds.), *Economía y crecimiento económico* (Primera ed, pp. 85–102). Asociación Mexicana de Investigación Interdisciplinaria A.C. (ASMIIA, A. C.). <https://dicea.chapingo.mx/wp-content/uploads/2021/03/Economia-y-Crec-Economico.pdf>
- Vergara, S. (2021). El papel de las capacidades productivas y tecnológicas en la dinámica de las exportaciones de los países en desarrollo. *Revista CEPAL*, 133, 7–32. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/47075>

Vlčková, J., Kaspříková, N., & Vlčková, M. (2018). Technological relatedness, knowledge space and smart specialisation: The case of Germany. *Moravian Geographical Reports*, 26(2), 95–108. <https://doi.org/10.2478/mgr-2018-0008>

Winner, L. (1979). *Tecnología autónoma*. Gustavo Gil SA.

Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M.-J. (2017). Big Data in Smart Farming – A review. *Agricultural Systems*, 153, 69–80. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2017.01.023>