

e-ISSN 2477-8982
p-ISSN 1390-6895



UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
MANABÍ
FUNDADA EN 1962

11
VOLUMEN
Núm. 2



JULIO - DICIEMBRE 2021

ECUADOR

Autoridades

 Vicente Félix Véliz Briones, PhD.

*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
Rector*

 María Hipatia Delgado Demera, PhD.

*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
Vicerrectora Académica*

Equipo editorial

 María Hipatia Delgado Demera, PhD.

*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
Directora de la revista*

 Carlos Alfredo Cedeño Palacios, PhD.

*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
Editor General*

Editores de sección

 Ana María Santana Piñeros, PhD.

*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
Acuicultura y pesca*

 Liudmyla Shkiliova, PhD.

*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
Agricultura y silvicultura*

 Juan Carlos Vélez Chica, MSc.

*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
Agroeconomía*

 Alex Alberto Dueñas Rivadeneira, PhD.

*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
Agroindustria*

 Mirna Cecilia Oviedo, PhD.

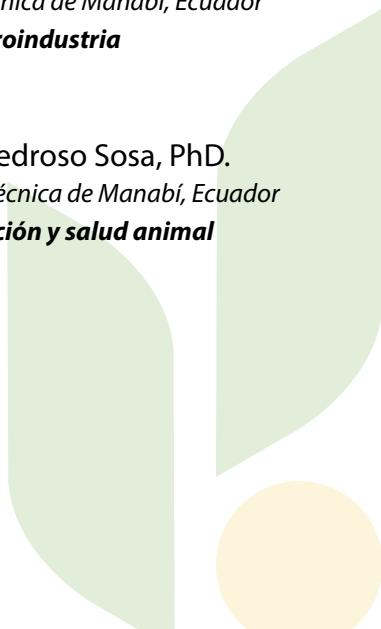
*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
Ciencias de la vida*

 Rodolfo Pedroso Sosa, PhD.

*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
Producción y salud animal*

 Joan Manuel Rodríguez Díaz, PhD.

*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
Protección del ambiente*



Cuerpo editorial

 Juan Manuel Vera, Blgo.

*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
Acuicultura y pesca*

 Jesús Díez Dapeña, PhD.

*Universidad de Córdoba, España
Acuicultura y pesca*

 Francisco López Lozano, PhD.

*Universidad de Córdoba, España
Acuicultura y pesca*

 Osvaldo Alberto Fosado Téllez, PhD.

*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
Agricultura y silvicultura*

 Carlos Alfredo Salas Macías, PhD.

*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
Agricultura y silvicultura*

 Rolando León Aguilar, PhD.

*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
Agricultura y silvicultura*

 Freddy Zambrano Gavilánez, PhD.

*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
Agricultura y silvicultura*

 Lenin Oswaldo Vera Montenegro, PhD.

*Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de
Manabí, Calceta, Ecuador
Agroeconomía*

 Frank Intriago Flor, PhD.

*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
Agroeconomía*

 Ulbio Eduardo Alcívar Cedeño, PhD.

*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
Agroindustria*

 Alex Alberto Dueñas Rivadeneira, PhD.

*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
Agroindustria*

 Mario Javier Bonilla Loor, PhD.

*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
Agroindustria*

 José Guerrero Casado, PhD.

*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
Ciencias de la vida*

 Gerardo José Cuenca Nevárez, Mg.

*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
Ciencias de la vida*

 Edis Macías Rodríguez, PhD.

*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
Producción y salud animal*

 Marina Dalila Zambrano Aguayo, PhD.

*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
Producción y salud animal*

 Sixto Leonardo Reyna Gallegos, PhD.

*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
Ciencias de la vida*

 Yulien Fernández Romay, PhD.

*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
Producción y salud animal*

 Juan Luis Cedeño Pozo, PhD.

*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
Producción y salud animal*

 Yordanis Gerardo Puerta de Armas, PhD.

*Universidad Centro Panamericano de Estudios
Superiores, México
Protección del ambiente*

 William Méndez Mata, PhD.

*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
Protección del ambiente*

Consejo editorial

 Rouverson Pereira da Silva, PhD.

Universidad Estatal Paulista de Brasil, Brasil

 Wilson Orlando Pozo Guerrero, PhD.

Universidad de Guayaquil, Ecuador

 Débora Simón Baile, PhD.

*Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE,
Sangolquí, Ecuador*

 Wilmer Sepúlveda, PhD.

*Grupo de Investigación IPER, Facultad de
Ciencias Económicas, Administrativas y
Contables, Colombia*

 Jorge Simón Pérez de Corcho Fuentes, PhD.

Universidad Central del Ecuador, Ecuador

 Ángel Guzmán Cedeño, PhD.

*Escuela Superior Politécnica Agropecuaria
de Manabí "Manuel Félix López", Ecuador*

 Mayra Beatriz Gómez Patiño, PhD.

*Escuela Superior Politécnica Agropecuaria
de Manabí "Manuel Félix López", Ecuador*

 Manuel Dagoberto Acevedo Pérez, PhD.

Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba

 Luis Ramón Bravo Sánchez, PhD.

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

 Alexander Díaz Arias, PhD.

*Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad
Tecnológica de Pereira, Colombia*

 Marta Maria Menezes Bezerra Duarte, PhD

*Chemical Engineering Department, Universidade
Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brazil*

 Tomás Díaz Valdés, PhD.

*Facultad de Agronomía, Universidad
Autónoma de Sinaloa, México*

iD María Herminia Cornejo, PhD.
Universidad Estatal de la Península de Santa Elena, Ecuador

iD Pedro Antonio Valdés Hernández, PhD.
Universidad Agraria de La Habana, Cuba

iD Eunice Pérez Sánchez, PhD.
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México

iD Matteo Radice, PhD.
Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

iD Yaillet Alberbas, PhD.
Docente-Investigadora, Universidad Central de las Villas, Cuba

iD Ely Fernando Sacón Vera, PhD.
Escuela Politécnica Agropecuaria de Manabí, Ecuador

iD Maria da Conceição Branco da Silva, PhD.
LAQV-REQUIMTE/Departamento de Ciências Químicas, Faculdade de Farmácia, Universidade Do Porto, R. Jorge Viterbo Ferreira, 228, 4050-313, Porto, Portugal

iD Célia Amorim, PhD.
LAQV-REQUIMTE/Departamento de Ciências Químicas, Faculdade de Farmácia, Universidade Do Porto, R. Jorge Viterbo Ferreira, 228, 4050-313, Porto, Portugal

iD Lourdes Casas Cardoso, PhD.
Docente-Investigadora, Universidad de Cádiz, Andalucía, España

iD María Dolores Saquete, PhD.
Instituto Universitario de Ingeniería de los Procesos Químicos, Universidad de Alicante, Alicante, E-03080, Spain

iD Nuria Boluda-Botella, PhD.
Instituto Universitario de Ingeniería de los Procesos Químicos, Universidad de Alicante, Alicante, E-03080, Spain

iD Rafael Luque, PhD.
Department of Chemistry, College of Science, King Saud University, P.O. Box 2455, Riyadh, Saudi Arabia

iD Alina M. Balu, PhD.
Departamento de Química Orgánica, Universidad de Córdoba, Edificio Marie Curie (C-3), Campus de Rabanales, Ctra. Nnal. IV-A, Km 396, E14014, Córdoba, Spain

iD Luis Ernesto Arteaga, PhD.
Laboratory of Thermal and Catalytic Processes (LPTC), Wood Engineering Department, Faculty of Engineering, Universidad del Bío-Bío, Concepción 4030000, Chile

iD Daniella Carla Napoleão, PhD.
Chemical Engineering Department, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brazil

Equipo Técnico

iD Carlos Alfredo Cedeño Palacios, PhD.
Departamento de Procesos Químicos, Facultad de Ciencias Matemáticas, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
Editor Técnico

iD Ulises Mestre Gómez, PhD.
Facultad de Filosofía, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
Editor Técnico

iD Carlos Rivero Torres, Ing.
Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
Editor Técnico, Web Master OJS



ÍNDICE

ACUICULTURA Y PESCA

Medición de huella de carbono en la sostenibilidad de productos del mar

Carbon footprint measurement in the sustainability of seafood

Maria Fernanda Pincay Cantos

65-72

AGRICULTURA Y SILVICULTURA

Efecto de diferentes láminas de riego localizado, sobre la productividad y rentabilidad del maní

Effect of several sheets of localized irrigation on the productivity and profitability of peanuts

Cristian Sergio Valdivieso López, Dilmo José García Arteaga, Jonathan Alexander Solórzano Solórzano, Verlis Josué Saltos Briones, Veris Antonio Saldarriaga Lucas

73-79

AGROINDUSTRIA

Alternativas para el aprovechamiento del lactosuero: Antecedentes investigativos y usos tradicionales

Alternatives for the use of whey: Research background and traditional uses

Maria Belén Williams Zambrano, Alex Alberto Dueñas Rivadeneira

80-86

Agentes clarificantes naturales y su efecto en el color y sólidos en suspensión en panela

Natural clarifying agents and their effect on color and suspended solids in panela

Beatriz María Bravo Zamora, Vicky Yuliana Parrales Mendoza, José Carlos Delgado Ríos, Nieve Esther Lectong Cusme, Isaac Leonel López Pinargote, Kathya Sayonara Reyna Arias

87-93

Estabilidad oxidativa del aceite de girasol en diferentes condiciones de almacenamiento

Oxidative stability of sunflower oil under different storage conditions

Gissela Nevárez-Loor, Frank Intriago-Flor, José Luis Plúa-Barcia

94-98

PRODUCCIÓN Y SALUD ANIMAL

El uso del Diagrama de Ishikawa para identificar las causas de contaminación en la línea de producción de matanza de ganado

The use of the Ishikawa Diagram to identify the causes of contamination in the cattle slaughter production line

Gabriel Arthur Basílio dos Santos, Gevair Campos

99-104

Factores relacionados al transporte y logística pre-sacrificio bovino que generan impacto sobre la calidad de la carne y pérdidas económicas

Factors related to transport and pre-slaughter logistics that impact meat quality and economic losses

Wilmer Humberto Zambrano-Garay, Galo Ernesto Martínez-Cepeda, George Alexander García-Ávila, Juan José Zambrano Villacís

105-114

Consumo de carne y su aporte en la proporción estándar de calorías de origen animal. El caso de las comunidades de Flavio Alfaro, Manabí, Ecuador

Consumption of meat and its contribution to the standard proportion of calories of animal origin. The case of the communities of Flavio Alfaro, Manabi, Ecuador

Elvira Rodríguez Ríos, Benjamín García-Páez, Yomana Safadi Orlando, Scarlet Cartaya Ríos

115-123



Medición de huella de carbono en la sostenibilidad de productos del mar

Carbon footprint measurement in the sustainability of seafood

Autores

¹***Maria Fernanda Pincay Cantos**

¹Carrera de Ingeniería Ambiental,
Escuela Superior Politécnica
Agropecuaria de Manabí, Calceta,
Ecuador.

*Autor de correspondencia.

Resumen

El cambio climático supone uno de los mayores retos ambientales a los que la sociedad actual debe hacer frente. Diversas actividades humanas, como el transporte, el sector agrícola, los procesos industriales, entre otros, están liberando grandes cantidades de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera, siendo el más importante de todos ellos el CO₂. El objetivo fue medir la huella de carbono de uno de los productos del mar del sector agroalimentario de exportación de Ecuador como es el atún cocido. La huella de carbono es un parámetro que representa las emisiones totales de GEI, expresados en masa de CO₂e, generadas directa o indirectamente por un producto, servicio, organización o evento a lo largo de su ciclo de vida. Se realizó el cálculo empleando un enfoque de la cuna a la puerta, incluyendo las emisiones de GEI generadas desde la búsqueda y captura del atún en la fase de pesca hasta su distribución al puerto del país de exportación, mediante la metodología PAS 2050, contemplando cuatro etapas: la pesca del atún, procesamiento del atún, envasado del producto, distribución del atún envasado hasta el puerto de destino; obteniendo un resultado global de 6,32 kg CO₂e·kg⁻¹ de atún pretendiendo que el cálculo realizado se convierta en una referencia, facilitando las políticas más efectivas de reducción de emisiones, en la empresa y el país.

Palabras clave: CO₂; industria; gases de efecto invernadero; huella.

Abstract

Climate change is one of the greatest environmental challenges that today's society must face. Various human activities, such as transport, the agricultural sector, industrial processes, among others, are releasing large amounts of greenhouse effect gases (GHG) into the atmosphere, the most important of which is CO₂. The objective was to measure the carbon footprint of one of the seafood products of the Ecuadorian agri-food export sector, such as cooked tuna. The carbon footprint is a parameter that represents the total GHG emissions, expressed in CO₂e mass, generated directly or indirectly by a product, service, organization or event throughout its life cycle. The calculation was made using a cradle-to-door approach, including GHG emissions generated from the search and capture of tuna in the fishing phase until its distribution to the port of the exporting country, using the methodology PAS 2050, contemplating four stages: tuna fishing, tuna processing, product packaging, distribution of packaged tuna to the port of destination; obtaining a global result of 6.32 kg CO₂e·kg⁻¹ of tuna, pretending that the calculation made becomes a reference, facilitating more effective emission reduction policies, in the company and in the country.

Keywords: CO₂; industry; greenhouse effect gases; paw print.

Recibido: Abril 30, 2021

Aceptado: Mayo 25, 2021

Publicado: Julio 08, 2021



Introducción

El sistema de producción de alimentos es reconocido como uno de los principales contribuyentes a los impactos ambientales, ya que es un consumidor de energía y recursos naturales (Foster et al., 2006; Edwards-Jones et al., 2008). Las altas emisiones de gases efecto invernadero (GEI) durante un proceso de manufactura, implican un impacto negativo sobre el ambiente, lo cual repercute directamente en el cambio climático (Rodríguez et al., 2014).

Países industrializados sostienen que frente a los nuevos compromisos de reducción de GEI, se verán obligados a introducir medidas orientadas a mantener la “competitividad” de sus industrias nacionales, respecto de las importaciones provenientes de países que no asumirán idénticos compromisos (Gallo, 2012).

Durante los años 2008 y 2009, la huella de carbono de Ecuador representó el 37 y el 34% de la huella ecológica total, respectivamente. En el año 2009, la huella ecológica de carbono se redujo en un 0,37% respecto a 2008, a causa principalmente, de la reducción del 7,15% de la huella ecológica por importaciones. Sin embargo, la huella de carbono de la producción se incrementó en un 2% en este mismo periodo (Ministerio de Ambiente de Ecuador (MAE), 2013).

En el año 2013, la huella de carbono contenida en las mercancías aportó el 55,5% de la huella de importaciones, seguido de productos agrícolas con un 20,7%, productos pesqueros con un 12,3% (MAE, 2016).

En la industria atunera, el proceso que más peso tiene en el total de la huella de carbono medida en la producción de atún, es el envasado con más del 50% del total, el otro 50% se lo reparten entre la fase de pesca, procesado y la fase de distribución hasta puerto destino, con 28, 16 y 2%, respectivamente (factor CO₂, 2016).

El Artículo 414 de la Constitución de la República, establece las medidas para mitigar el cambio climático, así como la política 4.5 del Plan Nacional del Buen Vivir (SENPLADES, 2014), e internacionalmente, busca cumplir con la Convención Marco sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas (Naciones Unidas, 2015) y con el Acuerdo Internacional de Kyoto (Plassmann et al., 2010).

El objetivo de la investigación fue medir la huella de carbono de uno de los productos del mar del sector agroalimentario de exportación de Ecuador como es el atún cocido. Se pretendió que las evaluaciones realizadas se conviertan en una referencia de cálculo en la industria y el país para el sector analizado, lo que concierne medir, reportar, verificar y compensar las emisiones de gases efecto invernadero; permitiendo a las organizaciones y empresas reducir los impactos al ambiente, producto de sus

operaciones, otorgando una ventaja competitiva y posibilidad de posicionamiento en el mercado, reduciendo costos de operación y optimizando sus procesos.

Metodología

Área de estudio

La industria en estudio está localizada en la vía Manta-Montecristi a la altura del km 8½, Parroquia Colorado, Cantón Montecristi, Provincia de Manabí (figura 1). La empresa está ubicada en un sector altamente industrial y en pleno desarrollo. Las coordenadas de ubicación en UTM del Proyecto (tabla 1) fueron las siguientes:

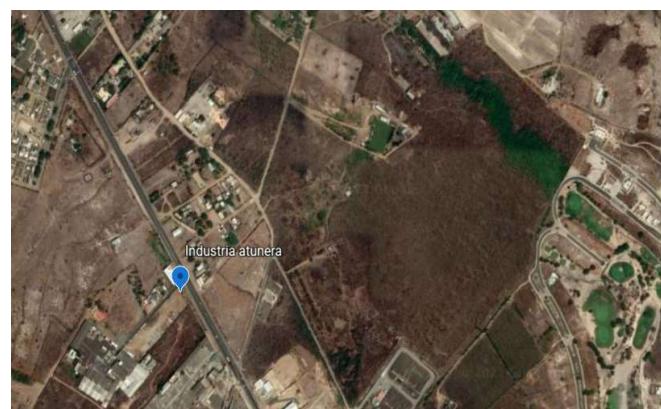


Figura 1. Ubicación de la industria atunera en estudio.

Tabla 1. Ubicación geográfica general de las instalaciones.

Punto	Este	Norte
1	535771	9886775
2	535679	9886679
3	535483	9886704
4	535330	9886448

Fuente: Google maps (2021).

Alcance del estudio

En la metodología PAS 2050 se estableció el análisis a nivel de dos tipos de ciclos de vida (Ma y Zhaob, 2012; AEC, 2015):

- Negocio a negocio: cuando solo se analizó el ciclo de vida del producto hasta donde se realizó la entrega del mismo a otra fase de producción o comercialización.
- Negocio a cliente: cuando se consideró el ciclo de vida completo del producto, incluyendo aquellas postconsumo.

En la figura 2 se pueden visualizar los pasos establecidos por la PAS 2050 para el cálculo de la huella de carbono (HdC).

Medición de huella de carbono en la sostenibilidad de productos del mar

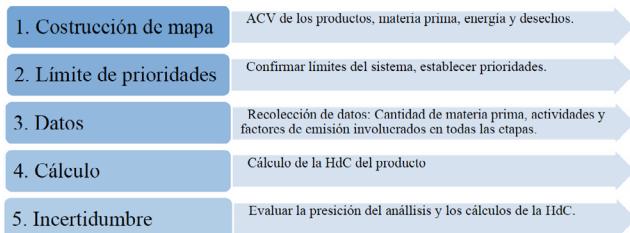


Figura 2. Pasos a seguir según la metodología PAS 2050:2008 para el cálculo de la HdC.

Fuente: Adaptado del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca de Uruguay (2013).

Para el cálculo de la huella de carbono del atún cocido en lata, se tomó en cuenta la siguiente unidad funcional: 1 kg de atún cocido envasado, utilizando datos correspondientes al año 2014. El cálculo se ejecutó empleando un enfoque de la cuna a la puerta, incluyendo las emisiones de GEI generadas desde la búsqueda y captura del atún en la fase de pesca, hasta su distribución hacia el puerto del país destino de la exportación. En el estudio realizado se han considerado las emisiones directas e indirectas.

Para la medición de la huella de carbono, se estudió toda la cadena de valor del atún, enfocado en cuatro etapas principales (figura 3):

- Pesca del atún (extracción).
- Procesamiento del atún.
- Envasado del producto.
- Distribución del atún envasado hasta el puerto de destino.

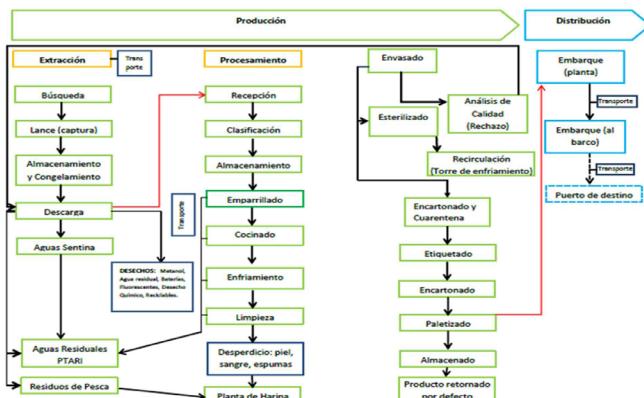


Figura 3. Fuentes de emisiones incluidas en el cálculo de la huella de carbono del atún cocido en Ecuador.

Fuente: Taller de sensibilización empresas atuneras (Taller#1) Manta, 31 de marzo de 2015.

Dentro de cada etapa del proceso productivo se han estudiado las emisiones de GEI, asociadas a las categorías con una mayor relevancia. En la figura 4 se muestran las categorías incluidas en el presente estudio, en cada etapa del ciclo de vida del atún.

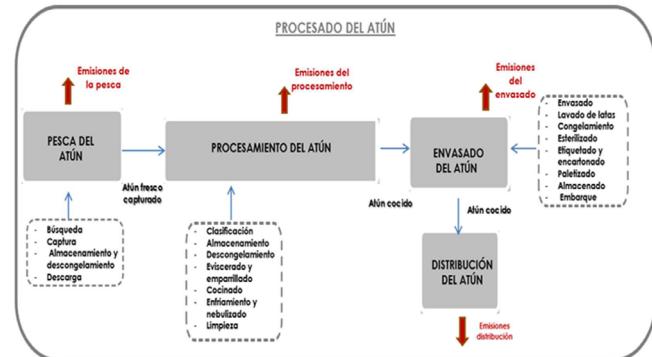


Figura 4. Categorías incluidas en el estudio de la huella de carbono del atún.

Cálculo de huella de carbono

Es importante destacar que el cálculo de la huella de carbono de un producto que puede realizarse bajo dos enfoques diferentes: “de la cuna a la puerta” o “de la cuna a la tumba”.

- Enfoque “de la cuna a la puerta”: este enfoque considera las emisiones de GEI generadas aguas arriba; esto es, las emisiones derivadas de la producción de los insumos necesarios para la manufactura del producto analizado. Además, incluye las emisiones de GEI generadas durante el proceso de producción del producto hasta que éste abandona las instalaciones de producción.

- Enfoque “de la cuna a la tumba”: se trata de un enfoque más completo, ya que además de incluir las etapas anteriores, incluye las emisiones relacionadas con la distribución del producto, la fase de uso por parte del consumidor y la disposición final de los residuos generados por el producto. Para el cálculo de las emisiones de GEI de la industria atunera en estudio, se requirió de dos tipos de datos: la cantidad de materias primas compradas o usadas durante 2015 y el factor de emisión (FE) de cada una de ellas.

$$\text{Emisiones} = \sum [\text{Datos}_{\text{actividad}} * \text{FE}]$$

Dónde:

Emisiones= emisiones totales expresadas en kg

$\text{CO}_2\text{eq}\cdot\text{ud}^{-1}$.

Datos actividad= cantidades referentes a la compra y/o uso de materias primas en 2015.

FE= factor de emisión ($\text{kg CO}_2\text{eq}\cdot\text{ud}^{-1}$).

Para calcular las emisiones de GEI de una determinada fuente se recopiló información referente a materias primas, consumo de agua, aguas residuales, combustible, energía eléctrica, refrigerantes, lubricantes, residuos especiales y residuos orgánicos generados y otros residuos generados en cada proceso, multiplicando el dato de actividad o consumo por su correspondiente factor de emisión. En ocasiones, puede ser



necesaria la utilización de datos auxiliares, como por ejemplo para proceder a la conversión de unidades, junto con los datos de actividad y factores de emisión para el cálculo de las emisiones de GEI.

Recopilación de datos

Para el cálculo de la huella de carbono de un producto fue necesario recopilar dos tipos de datos: datos de actividad y factores de emisión.

Datos de actividad: fueron los datos referidos a las cantidades de flujos de entrada y salida (materiales, energía, subproductos, entre otros) de un proceso, para la realización de una actividad concreta. Los datos de actividad pueden provenir de dos orígenes diferentes:

- Fuentes primarias (datos primarios): datos obtenidos de forma directa a través de mediciones en las etapas del ciclo de vida del producto.
- Fuentes secundarias (datos secundarios): datos promedio o habituales de una actividad general, obtenidos a través de estudios publicados u otras fuentes.
- Factores de emisión: son datos que convierten los datos de actividad en cantidad de emisiones de GEI, expresadas en términos de kg CO₂e.

Para calcular las emisiones de GEI de una determinada fuente se recopiló información referente a materias primas, consumo de agua, aguas residuales, combustible, energía eléctrica, refrigerantes, lubricantes, residuos especiales y residuos orgánicos generados y otros residuos generados en cada proceso, multiplicando el dato de actividad o consumo por su correspondiente factor de emisión. En ocasiones, puede ser necesaria la utilización de datos auxiliares, como por ejemplo para proceder a la conversión de unidades, junto con los datos de actividad y factores de emisión para el cálculo de las emisiones de GEI. La herramienta fue diseñada en un documento Excel (figura 5) con el objetivo de calcular la huella de carbono del atún en base a la norma PAS 2050:2011, según el alcance de la cuna a la puerta incluyendo la distribución del producto hasta el puerto de destino.

Baja/ Subproceso	Categoría	Concepto	Consumo	Unidad	Observaciones	Transporte insumos/productos intermedios/residuos		
						Medio de transporte (desplegable)	Distancia recorrida	Unidad

Figura 5. Matriz de recopilación de datos para los procesos de pesca, procesamiento, envasado y distribución.

Datos de actividad

Los datos de actividad empleados para el cálculo de la huella de carbono del atún producido por la industria atunera, fueron datos primarios proporcionados por la propia organización en lo que respecta a las fases de procesado, envasado y distribución.

Sin embargo, en el caso de la etapa de pesca, se acogió al promedio de datos obtenidos de otras empresas de Ecuador del mismo sector, ya que no pudo proporcionar esta información. Por lo tanto, en esta fase del proceso los cálculos se realizaron a partir de datos secundarios.

Factores de emisión

Para realizar un cálculo de la huella de carbono preciso y ajustado a la realidad, la elección de los factores de emisión empleados es un elemento clave. Utilizando factores ajustados a la realidad temporal y geográfica del producto estudiado y seleccionando bases de datos de elevado prestigio internacional.

Los factores de emisión (FE) empleados en el cálculo de la huella de carbono de la atunera, provinieron de fuentes y/o bases de datos reconocidas internacionalmente, como por ejemplo la base de datos Ecoinvent, el IPCC o el GHG Protocol.

Los FE de las materias primas pueden presentar valores muy diferentes, por ejemplo, el FE de los plásticos de invernadero fue de 2600 kg CO₂eq·kg⁻¹, mientras que el FE de los residuos orgánicos de compostaje fue de 0,19 kg CO₂eq·kg⁻¹ (IPCC, 2006).

Método PAS 2050

El método llamado PAS 2050 según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2010) es una especificación publicada por la British Standards Institution (BSI 2008), goza de un elevado reconocimiento internacional, junto con los requerimientos complementarios establecidos en la PAS 2050-2 específicos del sector acuícola. Por otro lado, se han empleado las directrices IPCC 2006, las cuales orientan acerca de cómo calcular específicamente las emisiones de GEI (Olmos, 2012).

El PAS 2050 no consiste en un programa que incluye una base de datos de factores de emisión, como es el caso de Bilan CarboneTM, sino que se presenta como una guía metodológica que describe paso a paso los criterios a determinar y tomar en cuenta (CEPAL, 2010).

Resultados y discusión

Análisis de las emisiones del atún cocido

A continuación, se presentan los resultados de la huella de carbono de la industria atunera en estudio para el producto final del proceso, obteniéndose un resultado global de 6,32 kg CO₂e·kg⁻¹ atún, dato compartido en la medición de huella de carbono realizada en

Medición de huella de carbono en la sostenibilidad de productos del mar

el año 2012 a cinco empresas procesadoras de aceite de palma que fue de 6,73 kg CO₂e·kg⁻¹ (Frohmann et al., 2015). Según el Banco de Desarrollo de América Latina, la Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones y PRO Ecuador, CAF et al. (2016), la huella de carbono media del sector atunero en base a las seis empresas con las que se ha trabajado en un proyecto piloto fue de 4,99 kgCO₂e·kg⁻¹ de atún cocido exportado, dando una referencia a la atunera en estudio pudiendo disminuir su emisión de CO₂.

Cabe destacar que la huella de carbono del producto de una empresa, no es comparable con la del mismo producto de otra empresa, excepto si ha utilizado la misma metodología, el mismo alcance, los mismos factores de emisión (Frohmann et al., 2015). Para el producto del atún se contemplaron las cuatro etapas mencionadas anteriormente (tabla 2) recalmando que los procesos en cada etapa fueron diferentes.

Tabla 2. Resultados de las emisiones de GEI del atún cocido envasado.

Proceso	ATÚN COCIDO		
	Emisiones proceso atún cocido (kg CO ₂ e·año ⁻¹)	Emisiones (kg CO ₂ e·kg ⁻¹ atún cocido)	%
Pesca	10.136.579,52	1,17	18,53%
Procesamiento	64.157,20	0,03	0,49%
Envasado	10.425.097,70	5,02	79,48%
Distribución	171.747,45	0,10	1,51%
TOTAL	20.797.581,87	6,32	100,0%

Según los resultados obtenidos, las emisiones se generaron principalmente en la etapa de envasado con 79,48% (tabla 2), seguida por la etapa de pesca del atún 18,53%. En tercer lugar, se encontraron las emisiones generadas durante la distribución de los productos, con una contribución inferior 1,51% y, por último, la etapa de procesado 0,49%, criterio compartido en el proyecto piloto realizado por la CAF, CORPEI Y PRO Ecuador donde indicaron que el proceso que más peso tuvo en el total de la huella fue el envasado con más del 50% del total, el otro 50% se repartió entre la fase de pesca, procesado y la fase de distribución hasta puerto de destino, con un 28, 16 y un 2%, respectivamente (CAF et al., 2016).

La tabla 3 muestra un desglose de la generación de emisiones de las diferentes fuentes, la principal fuente de emisiones del atún cocido envasado de la atunera, es la producción de las materias primas empleadas en el proceso, generando alrededor de un 73,9% del total.

Las emisiones generadas en la etapa del procesado fueron las que menos aportaron a la huella de carbono. Estas se distribuyeron dentro de la cantidad de atún cocido, resultando en 0,03 kg CO₂e·kg⁻¹ del atún procesado.

La figura 6 presentó la distribución de las emisiones de GEI del atún cocido envasado por categorías, visualizando las que tuvieron un mayor impacto.

Análisis de las emisiones del procesado

Las emisiones generadas en la etapa del procesado fueron las que menos aportaron a la huella de carbono. Estas se distribuyeron dentro de la cantidad de atún cocido, resultando en 0,03 kg CO₂e·kg⁻¹ del atún procesado.

Tabla 3. Resultados de las emisiones de GEI del atún cocido por categorías.

Categoría	Proceso					Emisiones (%)
	Pesca	Procesamiento	Envasado	Distribución	Total emisiones (kg CO ₂ e·kg ⁻¹ atún)	
ACV materias primas	0,03	0,00	4,64	-	4,67	73,9%
ACV combustibles	0,26	0,00	0,03	-	0,29	4,6%
ACV consumo agua	0,12	0,00	0,00	-	0,12	2,0%
ACV refrigerantes & lubricantes	0,00	0,01	0,00	-	0,01	0,2%
Transporte materias primas	0,00	0,00	0,01	-	0,01	0,1%
Transportes combustibles	0,01	0,00	0,00	-	0,01	0,2%
Transporte residuos	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,0%
Transportes lubricantes & refrigerantes	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,0%
Residuos gestión externa	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,0%
Residuos gestión propia	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,0%
Em. indirectas - electricidad	0,00	0,02	0,16	-	0,18	2,9%
Em. directas - combustibles	0,76	0,00	0,17	-	0,94	14,8%
Distribución media	-	-	-	0,10	0,10	1,5%
TOTAL	1,17	0,0309	5,02	0,10	6,32	100%



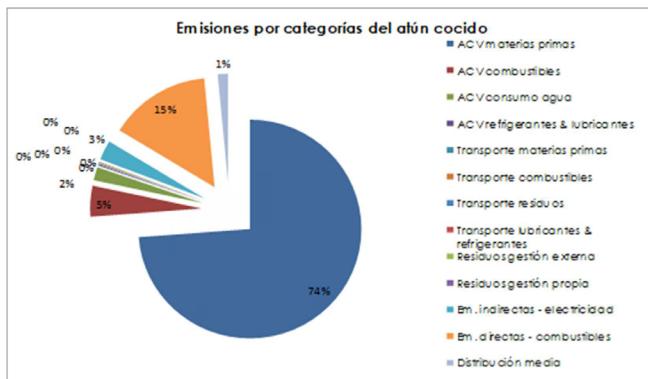


Figura 6. Distribución por categorías de las emisiones de GEI del atún cocido envasado.

Según los resultados expuestos en la tabla 4, durante la etapa de procesado de la industria en estudio, el 59,8% de las emisiones fueron las indirectas debidas al consumo de electricidad; respecto al consumo de energía. Hospido et al. (2006) señaló algunos rangos típicos para el consumo eléctrico por tonelada de atún entrante a la planta: 150-190 kWh (Jespersen et al., 1999). En segundo lugar, se encontraron las emisiones indirectas debido a la producción de los refrigerantes y lubricantes utilizados durante el procesado, lo cual representó el 34,8% del total. El porcentaje restante se distribuyó entre las demás fuentes, ya con una contribución menor.

Análisis de las emisiones de la etapa de envasado

Las emisiones generadas en esta etapa (tabla 5), ascendieron a 5,02 kg CO₂e·kg⁻¹ de atún cocido envasado. Según los datos dados por la empresa, se envasaron 2.076.890,9 kg de atún cocido anualmente. Hubo una clara diferencia entre la huella de carbono de la conserva del atún presentado en este estudio con otros, tal fue el caso del informe preparado para Conservas Antonio Pérez Lafuente de España (2018), las emisiones en la etapa de envasado fueron de 7,9 kg CO₂e·kg⁻¹.

Los resultados mostraron claramente que la producción de las materias primas empleadas durante el envasado, representó prácticamente la totalidad de las emisiones generadas durante esta fase, con el 92,4%. Esta elevada contribución, se debió fundamentalmente a los productos alimenticios y a la cantidad de latas utilizadas. Las emisiones directas debidas al consumo de combustibles supusieron el 3,5%, ya que el sector pesquero se caracterizó por un consumo notable de combustible (Tyedmers et al., 2005; Parker et al., 2015). Agregado al procesado de los productos, el consumo de materias primas aumentó considerablemente (Hospido et al., 2006) y las indirectas por el consumo de electricidad generaron el 3,3%. La contribución del resto de fuentes, fue inferior respecto al total.

Tabla 4. Resultados de las emisiones de GEI ideal por categorías en la etapa de procesado.

Categoría	Emisiones (kg CO ₂ e·año ⁻¹)	Emisiones (kg CO ₂ e·kg ⁻¹ atún)	%
ACV materias primas	1.249,38	0,00	1,9%
ACV combustibles	272,59	0,00	0,4%
ACV consumo agua	0,00	0,00	0,0%
ACV refrigerantes & lubricantes	22.298,30	0,01	34,8%
Transporte materias primas	4,21	0,00	0,0%
Transportes combustibles	0,49	0,00	0,0%
Transporte residuos	26,45	0,00	0,0%
Transportes lubricantes & refrigerantes	6,27	0,00	0,0%
Residuos gestión externa	262,91	0,00	0,4%
Residuos gestión propia	0,00	0,00	0,0%
Em. indirectas - electricidad	38.347,68	0,02	59,8%
Em. directas - combustibles	1.688,92	0,00	2,6%
TOTAL	64.157,20	0,03	100%

Análisis de las emisiones de la distribución del producto terminado

Actualmente, la atunera en estudio distribuye sus productos a doce destinos diferentes. Las emisiones de esta etapa se asociaron a una distribución total de $1.806.498,7 \text{ kg}\cdot\text{año}^{-1}$ de atún cocido envasado.

El resultado de la media de distribución fue de 0,10 kg CO₂e·kg⁻¹ de atún distribuido. En la tabla 6 se puede observar la contribución por destinos al total de emisiones, distribuida según la cantidad de producto transportado en cada caso.

Conclusiones

El cálculo de la huella de carbono de la cadena de valor de la atunera en estudio, es solo el primer paso de una estrategia de reducción de emisiones de GEI. La huella de carbono permite conocer las fuentes de emisiones principales que se producen a lo largo del proceso, proporcionando información valiosa que se puede analizar detalladamente para trabajar en la reducción de dichas emisiones.

Los resultados de los cálculos realizados, dieron a conocer el principal motivo de la medición, que fue la identificación de



Medición de huella de carbono en la sostenibilidad de productos del mar

Tabla 5. Resultados de las emisiones de GEI en la etapa de envasado.

Categoría	Emisiones atún cocido (kg CO ₂ e·año ⁻¹)	Emisiones (kg CO ₂ e·kg ⁻¹ atún cocido)	%
ACV materias primas	9.632.058,31	4,64	92,4%
ACV combustibles	58.565,35	0,03	0,6%
ACV consumo agua	8.097,45	0,00	0,1%
ACV refrigerantes & lubricantes	2.750,17	0,00	0,0%
Transporte materias primas	18.481,36	0,01	0,2%
Transportes combustibles	104,82	0,00	0,0%
Transporte residuos	0,00	0,00	0,0%
Transportes lubricantes & refrigerantes	0,69	0,00	0,0%
Residuos gestión externa	1.536,72	0,00	0,0%
Residuos gestión propia	0,00	0,00	0,0%
Em. indirectas - electricidad	340.637,31	0,16	3,3%
Em. directas - combustibles	362.865,52	0,17	3,5%
TOTAL	10.425.097,70	5,02	100%

ineficiencias y la mejora de la gestión para la reducción de costos a lo largo del proceso del atún, dejando en evidencia que la huella de carbono depende de la eficiencia de los procesos.

Una vez han sido aplicadas las medidas establecidas en la estrategia, las emisiones de GEI que las empresas productoras no han conseguido evitar pueden ser neutralizadas a través de diferentes mecanismos de compensación reconocidos internacionalmente. La compensación de emisiones puede ser total o parcial, según la relación entre el volumen de gases emitidos y compensados.

Conflictos de intereses

La autora declara no tener conflictos de interés en la presente publicación en ninguna de sus fases.

Referencias bibliográficas

- AEC (sf). *La huella de carbono. Asociación Española para la Calidad*. Centro Nacional de Información de la Calidad.
 Barker, G. and Davey, E. (2014). *Policy on reducing the UK's green house gas emissions by 80% by 2050*. <https://www.gov.uk/government/policies/reducing-the-uk-s->

Tabla 6. Resultados de las emisiones de GEI por destino en la etapa de distribución.

Destino	Atún		
	Cantidad distribuida (kg·año ⁻¹)	Emisiones atún (kg CO ₂ e·kg ⁻¹)	Emisión media distribución (kg CO ₂ e·kg ⁻¹ atún)
Destino 1 Barcelona, España	23.040,00	0,13	
Destino 2 San Antonio, Chile	65.280,00	0,08	
Destino 3 Lisboa, Portugal	182.720,00	0,12	
Destino 4 Valencia, España	368.640,00	0,13	
Destino 5 Leixoes, Portugal	56.704,00	0,12	
Destino 6 Bilbao, España	199.680,00	0,13	0,10
Destino 7 España	17.664,00	0,12	
Destino 8 Marsaxlokk, Malta	82.944,00	0,14	
Destino 9 Alemania	9.984,00	0,13	
Destino 10 Vigo, España	19.200,00	0,12	
Destino 11 Callao, Perú	764.592,00	0,06	
Destino 12 San Vicente, Chile	16.050,72	0,08	
TOTAL	1.806.498,72	1,35	0,10

[greenhouse-gasemissions-by-80-by-2050/supporting-pages/carbon-budgets](http://www.bsigroup.com/en/Standards-and-Publications/Industry-Sectors/Energy/PAS-2050/) (retrieved 27.03.14).

Bristish Standards Institute (BSI). (2008). "PAS 2050: Specification for the assessment of the life cycle greenhouse emissions of goods and services". <http://www.bsigroup.com/en/Standards-and-Publications/Industry-Sectors/Energy/PAS-2050>.

CAF, CORPEI, & PROECUADOR. (2016). *Memoria de proyecto: Medición de la huella de carbono de las exportaciones de alimentos en Ecuador*. Diciembre 2014 - enero 2016. Bogotá: CAF. <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/893>

Edwards-Jones, G., Milá i Canals, L., Hounsome, N., Truninger, M., Koerber, G., Hounsom and Jones, D. L. (2008). Testing the assertion that 'local food is best': the challenges of a evidence-based approach. *Trends in Food Science & Technology*, 19(5), 265-274. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2008.01.008>.

Feijoo, G., Moreira, M. y Cortés, A. (2018). *Huella de carbono de la conserva de atún al natural*, Informe preparado para



- Conervas Antonio Pérez Lafuente dentro del convenio de colaboración. Universidad Santiago de Compostela. Grupo de Investigación “Biotecnología Ambiental”
- Foster, C., Green, K., Bleda, M., Dewick, P., Evans, B., Flynn, A., et al. (2006). *Environmental impacts of food production and consumption: a report to the Department for Environment, Food and Rural Affairs*. Defra, United Kingdom: Manchester Business School.
- Gallo, V. (2012). *Medición de huellas de carbono y eficiencia energética en Empresa Papelera Colombiana*. (Bachelor's thesis, Universidad Autónoma de Occidente).
- Hospido, A. (2005). *Life cycle assessment as a tool for analysing the environmental performance of key food sectors in Galicia (Spain): milk and canned tuna*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela, España.
- IPCC. (2006). “Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases Efecto Invernadero”. http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2_Volumen2/V2_3_Ch3_Mobile_Combustion.pdf
- Jespersen, C., Christiansen, K. and Hummelmose, B. (1999). *Cleaner production assessment in fish processing*. Lyngby (Denmark): COWI Consulting Engineers and Planners AS.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (2013). “Reporte de la Huella Ecológica del Ecuador: 2008 y 2009”. Primera edición, Quito - Ecuador.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (2016). “Reporte de la Huella Ecológica Nacional y Sectorial del Ecuador – Año 2013”. Quito - Ecuador.
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca de Uruguay. (2013). *Primer estudio de la huella de carbono de tres cadenas agroexportadoras del Uruguay: carne vacuna, láctea y arrocera*. Mayo, 2013. Universidad de la República. Uruguay.
- Olmos, X. (2012). *La huella de carbono en el comercio internacional: el caso de las viñas chilenas*. Universidad de Chile, Trabajo de Magíster en Estrategia Internacional y Política Comercial.
- Parker, R., Vázquez-Rowe, I. and Tyedmers, P. (2015). Fuel performance and carbon footprint of the global purse seine tuna fleet. *Journal of Cleaner Production*, 103, 517-524.
- Plassmann, K., Norton, A., Attarzadeh, N., Jensen, M., Brenton, P. and Edwards-Jones, G. (2010). “Methodological complexities of product carbon footprinting: a sensitivity analysis of key variables in a developing country context”. *Environmental Science & Policy*, 13(5), 393-404.
- Rodríguez, R. A., Belfort Martínez, A. and Udaquiola, S. M. (2014). Gestión Ambiental empresarial: cálculo de la huella de carbono en la industria vitivinícola. *Gestión y Ambiente*, 17(1), 159-172. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/36970>
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES). (2014). “Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017”, <http://www.buenavivir.gob.ec/>
- Tyedmers, P., Watson, R. and Pauly, D. (2005). Fueling global fishing fleets. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 34(8), 635-638.

Contribución del autor

Autor	Contribución
María Fernanda Pincay Cantos	Concepción y diseño, investigación;metodología, redacción.



Efecto de diferentes láminas de riego localizado, sobre la productividad y rentabilidad del maní

Effect of several sheets of localized irrigation on the productivity and profitability of peanuts

Autores

- ✉ Cristian Sergio Valdivieso López 
- ✉ Dilmo José García Arteaga 
- ✉ Jonathan Alexander Solórzano Solórzano 
- ✉ Verlis Josué Saltos Briones 
- ✉ *Veris Antonio Saldarriaga Lucas 

Carrera de Ingeniería Agrícola, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López Calceta, Ecuador.

*Autor de correspondencia.

Resumen

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de varias láminas de riego localizado sobre los componentes de productividad y rendimiento en el cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.), así como la eficiencia del uso del agua. Se utilizó la variedad INIAP 382-CARAMELO, la siembra se llevó a cabo en el mes de agosto del año 2018 con un área trabajada de 1000 m². La aplicación de las láminas de riego se estableció en cuatro tratamientos en donde el tratamiento (T1) con una lámina de riego del 100% de la necesidad hídrica del cultivo; (T2) con el 125%; (T3) con el 75% y (T4) con el 50%. La influencia de las láminas de riego en el cultivo mostró diferencias significativas en la variable conductancia estomática en las etapas de desarrollo del cultivo. Dentro de las variables productivas como el número de vainas·planta⁻¹, número de granos·planta⁻¹ y rendimiento (kg·ha⁻¹), la influencia de las láminas de riego reportó diferencias significativas sobre estas variables; mientras que en la variable biomasa de 100 semillas no mostró alguna diferencia. El cultivo de maní bajo el efecto de las láminas de riego localizado con la aplicación del 75% ET₀ mostró ser superior a nivel económico, productivo, y eficiente con el uso del agua.

Palabras clave: láminas de riego; conductancia estomática; productividad; evapotranspiración ET₀.

Abstract

The aim of this study was to determine the effect of various localized irrigation sheets on the productivity and yield components in the peanut crop (*Arachis hypogaea* L.), as well as the efficiency of water crop use. The INIAP 382-CARAMELO variety was used, the sowing was carried out in August 2018 with a worked area of 1000 m². The application of the irrigation sheets was established in four treatments where the treatment (T1) with an irrigation sheet of 100% of the water needed of the crop; (T2) with 125%; (T3) with 75% and (T4) with 50%. The influence of the irrigation sheets in the crop shows significant differences in the variable stomatal conductance in the development stages of the crop. Within the productive variables such as the number of pods·plant⁻¹, number of grains·plant⁻¹ and yield (kg·ha⁻¹), the influence of the irrigation sheets reported significant differences on these variables; while in the variable biomass of 100 seeds it did not show any difference. Peanut cultivation under the effect of localized irrigation sheets with the application of 75% ET₀ showed to be superior economically, productive, and efficient with the use of water.

Keywords: irrigation sheets; stomatal conductance; productivity; evapotranspiration ET₀.

Recibido: Febrero 08, 2021

Aceptado: Abril 25, 2021

Publicado: Julio 08, 2021



 latecnica@utm.edu.ec

Introducción

En Ecuador, el cultivo de maní tiene una alta demanda para consumo interno y externo. Es así como en Ecuador se siembran alrededor de 5.942 hectáreas, siendo las provincias de Manabí, Guayas y Loja donde se concentra la mayor producción nacional (INEC, 2017), los niveles productivos van desde 1,2 a 2,42 t·ha⁻¹ de acuerdo al material de siembra (Coello, 2019).

Aún ante la demanda del cultivo de maní dentro de Ecuador, sus rendimientos son bajos, debido a una baja productividad que estaría asociada a factores como falta de germoplasma adaptados a condiciones donde la disponibilidad de los recursos tiende a ser una limitante, además del ataque de enfermedades (Curbelo et al., 2005).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2013) indicó que la agricultura es la responsable del 70% de extracción de agua dulce y un 90% de esta es de uso consumtivo, además de ser un factor crítico para la producción agrícola. En cuanto a estas premisas la agricultura debe afrontar factores como la escasa disponibilidad de agua; el incremento de la contaminación del agua utilizada; el inequitativo acceso al agua; los bajos niveles de tecnificación y de eficiencia, entre otros que acarrean serios inconvenientes los mismos planteados en el Plan Nacional de Riego y Drenaje 2012-2026 (Pérez-Leira et al., 2019).

Frente a estas limitantes y retos, es conveniente adoptar estrategias de manejo racional del recurso hídrico en cultivos como el maní, que permita maximizar los rendimientos, para lo cual, es necesario el uso de sistemas de riego de una manera eficiente, de manera que sea capaz de mantener la humedad del suelo dentro de límites apropiados, lo que se expresa a través de la evapotranspiración ET0 (Bonet et al., 2010).

La estimación de la evapotranspiración (ET0) afecta a las plantas, ya que estas deben liberar agua a través de la transpiración y una pérdida en la superficie del suelo por evaporación. La determinación exacta es importante para la planificación de los recursos hídricos (Thoreson et al., 2009). Ya que el uso consumutivo del agua en los sistemas agrícolas debe enfrentar una tendencia decreciente de este recurso, mediante la adopción de estrategias para determinar las necesidades reales de agua de los cultivos, evitar el exceso de riegos, mejorar el rendimiento de las redes de riego, aumentar la eficiencia del uso del agua del cultivo y adoptar condiciones de déficit hídrico controlado para que los sistemas sean sostenibles (Stagno et al., 2015).

El propósito de este trabajo fue determinar el efecto de diferentes láminas de riego localizado sobre los componentes de productividad y rendimiento en el cultivo de maní (*Arachis hypogaea*), así como la eficiencia del uso del agua.

Metodología

El estudio se llevó a cabo en la Unidad de Docencia, Investigación y Vinculación de la Carrera de Ingeniería Agrícola de la ESPAM MFL, a una altitud de 15 msnm y geográficamente entre las coordenadas 00°49'23" S y 80°11'01" O, con una temperatura ambiental 25,96 °C, y una humedad relativa de 83,25% y una precipitación anual de 1.320,8 mm, el área de influencia se encuentra en un clima típico de la zona del valle del río Carrizal, el cual consta de dos estaciones un temporal lluvioso y otro seco (Saldarriaga et al., 2020).

Manejo del experimento

El material vegetal utilizado fue INIAP 382-CARAMELO, por ser una de las variedades con un alto grado de producción en Manabí, con una producción de 3.348 kg·ha⁻¹ de maní en cáscara (Guamán et al., 2010). La duración del experimento fue desde el 21 de agosto al 20 de diciembre de 2018, en el temporal seco. La demanda nutricional se realizó con base a los requerimientos nutricionales del cultivo y el análisis de suelo del terreno, durante todas sus etapas de desarrollo.

Láminas de riego

La irrigación se realizó con agua proveniente del río Carrizal, el sistema de riego que se empleó fue riego localizado utilizando cintas de goteo de 16 mm de diámetro con separación entre goteros de 20 cm y un caudal nominal de 1,05 L·h⁻¹, para la determinación de la evapotranspiración de referencia se empleó el método FAO-56 Penman-Monteith (Allen et al., 1998). Posteriormente se calculó la evapotranspiración del cultivo y se realizó un balance de agua en el suelo entre las entradas y salidas de agua para establecer las necesidades netas de riego. La aplicación de las diferentes láminas de riego se realizó en función del tiempo de riego, el mismo que se determinó mediante la ecuación propuesta por Fuentes y García (1999, p. 321).

$$Tr = \frac{Nt \times I}{n \times q}$$

Donde:

Tr = tiempo de riego (horas)

Nt = necesidad total de riego (mm)

I = intervalo entre riegos (días)

n = número de emisores

q = caudal del emisor (l hora)

Diseño experimental y análisis estadístico

Se desarrolló un diseño en bloques completamente al azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, el tratamiento testigo (T1) con una lámina de riego del 100%, T2 con 125%, T3 con 75% y T4 con 50% de la necesidad hídrica del cultivo.



Análisis estadístico

Se hizo una exploración de los datos, para la verificación del supuesto de normalidad y homocedasticidad, en la variable que no se ajustó a una distribución normal se realizó una transformación de los datos, luego se realizó el análisis de varianza (ANOVA $\alpha = 0,05$) para determinar diferencias significativas, para establecer diferencias de los tratamientos se realizó pruebas de comparación de medias utilizando Tukey al 5% y al finalizar se realizó la correlación entre las variables de estudio, verificando alguna correspondencia de ellas, el paquete estadístico utilizado para el análisis fue InfoStat versión 2018.

Variables respuestas

Fisiológica

Conductancia estomática (gs): se tomó una muestra de 5 plantas centrales de cada una de las unidades experimentales, y con la ayuda de un porómetro (DECAGON Modelo SC-1), se midió la apertura estomática en unidades de $\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, en las etapas de crecimiento del cultivo siendo estas; etapa 1: inicial (25 días), etapa 2: desarrollo del cultivo (35 días), etapa 3: mediado de temporada (40 días), etapa 4: final de temporada (20 días). La misma se midió en el tercio medio de la planta en la zona media de la hoja sin tocar nervaduras, previa a cada muestra se calibró el equipo de acuerdo a las indicaciones del fabricante, la medición de esta variable se realizó entre las 12 a 3 pm.

Productivas

Número de vainas·planta⁻¹: para evaluar el número de vainas se realizó el conteo por planta tomando 10 plantas al azar de cada una de las unidades experimentales.

Número de granos·vainas⁻¹: se realizó el conteo de número de granos·vainas⁻¹ comerciales de cada uno de los tratamientos, para lo cual se seleccionaron 10 plantas de cada una de las unidades experimentales.

Biomasa de 100 semillas (g): para esta variable se tomaron 100 semillas al azar de cada uno de los tratamientos y se calculó el promedio de los datos obtenidos.

Rendimiento ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$): esta variable se estimó a partir de los resultados de la biomasa·planta⁻¹ y multiplicando por el factor de densidad de siembra para obtener así los valores en $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Productividad del agua

Análisis económico

El análisis económico se realizó a través de la estimación del beneficio neto de la aplicación de las láminas de agua, mediante los costos e ingresos del cultivo, considerando la cantidad empleada en cada tratamiento, se empleó la metodología de Duicela y Ponce (2015).

Resultados

Variable fisiológica

La conductancia estomática de las hojas de la planta de maní en respuesta fisiológica a la determinación del efecto de varias láminas de riego localizado, mostró diferencias significativas en el ANOVA

$p \leq 0,05$ parcialmente en las etapas de mediado y fin de temporada comprendida en los 61 días después de la siembra (DDS) hasta la cosecha (tabla 1), lo que se tradujo como respuesta fisiológica de la planta frente a las diversas láminas de riego localizado, este periodo temporal correspondió a los estadios fenológicos del cultivo en floración, formación del fruto, maduración de frutos y semillas y senescencia, las cuales fueron las más sensibles al estrés hídrico, tal como lo han señalado Calvache et al. (1997), Weiber et al. (1998) y García-Tejero et al. (2012).

Tabla 1. Efecto de láminas de riego localizado sobre la variable fisiológica conductancia estomática en maní CARAMELO, cantón Bolívar, Manabí, 2018.

Tratamientos	Conductancia estomática de la hoja $\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$			
	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4
T1	1 111,18 ± 68,1 a	1 218,58 ± 83,6 a	203,26 ± 3,51 bc	200,70 ± 5,06 c
T2	991,53 ± 114 a	1 220,93 ± 60,8 a	234,20 ± 10,5 c	234,78 ± 12,6 d
T3	884,44 ± 87,7 a	1 163,13 ± 71,7 a	177,64 ± 7,97 ab	165,52 ± 2,45 b
T4	1 026,00 ± 192 a	1 166,40 ± 110 a	150,89 ± 7,6 a	127,55 ± 2,65 a
p –Valor	0,6555	0,9487	<0,05	<0,05
Significación estadística	NS	NS	*	*

Letras iguales no son estadísticamente distintas. Etapa 1: corresponde a los 25 primeros días desde la siembra; Etapa 2: desde el día 26 al 60; Etapa 3: del 61 al día 100; Etapa 4: del 101 al día 120.

La respuesta de las plantas en etapas tempranas a la deficiencia de agua fue menos sensible que en etapas más avanzadas, en esta última etapa las plantas muchas veces presentaron cambios fisiológicos, que afectaron la fertilidad y el rendimiento (Fang et al., 2010), en leguminosas se ha reportado que durante la floración, en las plantas expuestas a estrés hídrico, aumentó la proporción de caída de flores, disminuyó el número de vainas y causó el aborto de semillas en las vainas (Nemeskéri y Helyes, 2019).

Cabe mencionar que el cierre osmótico de la planta es un mecanismo para adaptarse al déficit hídrico; en este sentido, la conductancia estomática fue menor a medida que el contenido de humedad del suelo disminuyó, esto reflejó adecuadamente la variabilidad del estado del agua en los distintos niveles de riego, y además de permitir comprender la sensibilidad del cultivo al estrés hídrico (Dell et al., 2017; Sezen et al., 2019), se sugiere que esta variable se podría utilizar como indicador fisiológico en el cultivo de maní para seleccionar genotipos tolerantes al estrés hídrico.

Variables productivas

Las variables productivas como el número de vainas·planta⁻¹, número de semillas·plantas⁻¹ y rendimiento ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) reportó diferencias significativas $p \leq 0,05$; lo cual determinó la influencia de las láminas de riego sobre el componente de rendimiento, mientras que para la variable biomasa de 100 semillas no mostró diferencias significativas, esta variable se encuentra controlada por su genética tal como lo indicaron Guaman et al. (2010) en la descripción del material vegetal.



En la prueba de comparación de medias de Tukey $p \leq 0,05$ mostró que el T3, presentó los mejores resultados con 15 vainas·plantas⁻¹, 26 cápsulas·planta⁻¹ y un rendimiento de 2.503,72 kg·ha⁻¹, siendo similar al testigo en cuanto al rendimiento de 2.193,80 kg·ha⁻¹, indicando que la disminución del agua hasta un 25% no tuvo efectos directos sobre la producción del maní. En este trabajo se vio reflejado este efecto en el comportamiento de la variable número de vainas·planta⁻¹, aun ante la reducción del 25% de la evapotranspiración en el T3 donde este fue superior al T1 (tabla 2).

Tabla 2. Efecto de láminas de riego localizado sobre las variables productivas del maní Caramelo, cantón Bolívar, Manabí, 2018.

Tratamientos	Nº de vainas planta ⁻¹	Nº de granos planta ⁻¹	Biomasa de 100 semillas	Rendimiento (kg·ha ⁻¹)
T1	12,14 ± 1,07 c	22,06 ± 0,65 bc	49,80 ± 0,97 a	2 193,80 ± 48 c
T2	6,46 ± 0,44 a	14,12 ± 2,57 a	48,80 ± 0,86 a	1 121,20 ± 60,2 a
T3	14,94 ± 0,129 d	25,88 ± 1,17c	48,40 ± 0,927 a	2 503,72 ± 120c
T4	9,52 ± 0,26 b	17,38 ± 1,15 ab	48,40 ± 0,51 a	1 684,24 ± 117 b
p -Valor	<0,05	<0,05	0,4778	<0,05
Significancia estadística	*	*	NS	*

Bajo las condiciones de riego localizado se evidenció que las distintas láminas de riego aplicadas presentaron diferencias significativas al $p \leq 0,05$, siendo así que en T3 y T4 se observaron valores superiores a 5 kg·mm⁻¹ en la eficiencia de uso del agua (kg de maní descascarado por cada mm de agua aplicado al cultivo), mientras que en T2, donde se aplicó un 25% adicional de las necesidades del cultivo, la eficiencia disminuyó drásticamente. Por lo tanto, esta variable permitió conocer que tan óptimo fue el riego en términos de producción y la aplicación del agua (figura 1).

Análisis económico

El análisis económico realizado con base a beneficios netos y a los rendimientos obtenidos del cultivo mostró que el T3 reportó el mejor beneficio neto con 2.923,9 USD·ha⁻¹, esto se debió a que el ahorro del 25% del agua aplicada, no fue afectado en su rendimiento, siendo de tal manera estadísticamente similar al T1, a su vez indicó que con ese ahorro se logró obtener un incremento del 27% del beneficio neto más que el testigo. La reducción del riego determinó las ganancias garantizando la rentabilidad del cultivo bajo condiciones de regadio, además de la optimización del recurso hídrico y logrando que el cultivo de maní incremente su rentabilidad (tabla 3).

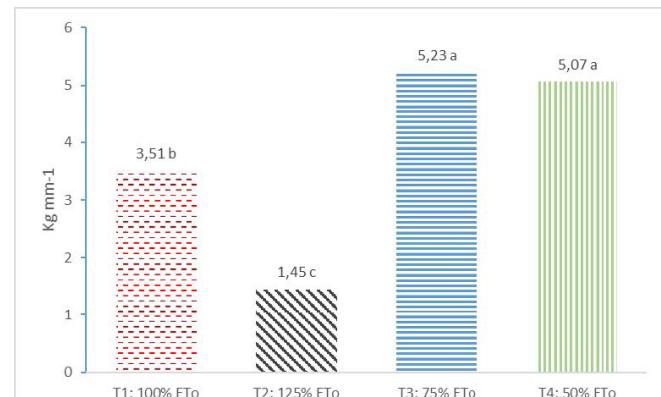


Figura 1. Eficiencia en el uso del agua en distintas láminas de riego localizado.

Tabla 3. Efecto de láminas de riego localizado sobre las ganancias del cultivo de maní carameló Bolívar, Manabí, 2018.

Trat.	Costos totales por ha \$	Costos que no varian por ha \$	Costo del riego por ha \$	Rendimientos Kg·ha ⁻¹	Precio de venta \$ Kg	Beneficio bruto \$ por ha	Beneficio neto \$ por ha
T1	1.569,2	1.200,0	369,2	2 193,8	1,8	3 861,1	2.291,9
T2	1.655,7	1.200,0	455,7	1 121,2	1,8	1 973,3	317,6
T3	1.482,7	1.200,0	282,7	2 503,7	1,8	4 406,5	2.923,9
T4	1.396,1	1.200,0	196,1	1 684,2	1,8	2 964,3	1.568,1

En la figura 2 se aprecia que el mayor beneficio neto y la mayor producción en función de la cantidad de agua se acercó al T3, siendo en el que se ahorró un 25% de agua, además esto permitió conocer que el umbral de riego del cultivo de maní aun en condiciones limitantes del recurso hídrico sigue siendo económicamente rentable mientras no supere el 25% del mismo.

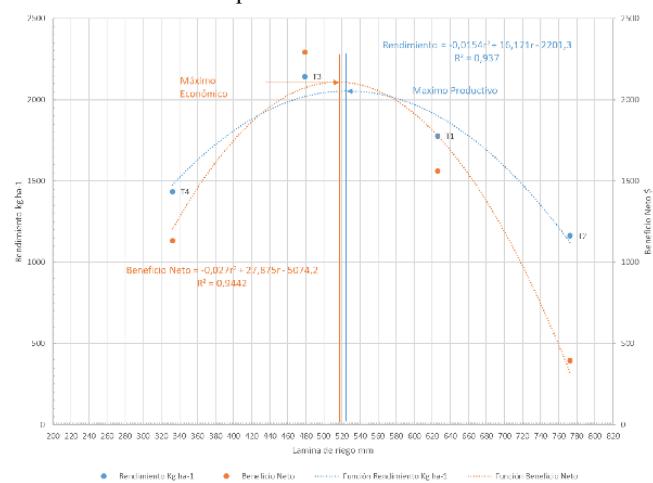


Figura 2. Efecto de láminas de riego localizado sobre la rentabilidad del cultivo de maní carameló Bolívar, Manabí, 2018.

Discusión

Variable fisiológica

La respuesta de las plantas en etapas tempranas a la deficiencia de agua fue menos sensible que en etapas más avanzadas, en esta última etapa las plantas muchas veces presentaron cambios fisiológicos, que afectaron la fertilidad y el rendimiento (Fang et al., 2010), en leguminosas se ha reportado que durante la floración, las plantas expuestas a estrés hídrico, aumentó la proporción de caída de flores, disminuyó el número de vainas y causó el aborto de semillas en las vainas (Nemeskéri y Helyes, 2019).

Cabe mencionar que el cierre osmótico de la planta es un mecanismo para adaptarse al déficit hídrico; en este sentido, la conductancia estomática fue menor a medida que el contenido de humedad del suelo disminuyó, esto reflejó adecuadamente la variabilidad del estado del agua en los distintos niveles de riego, y además de permitir comprender la sensibilidad del cultivo al estrés hídrico (Dell et al., 2017; Sezen et al., 2019), se sugiere que esta variable se podría utilizar como indicador fisiológico en el cultivo de maní para seleccionar genotipos tolerantes al estrés hídrico.

Las láminas de riego ejercieron un efecto directo sobre la fisiología de la planta, debido a esta respuesta se podría decir, que el maní fue sensible a gs, siendo así que, a mayor lámina de riego disponible para la planta, hubo una mayor tasa de transpiración en etapas de mediado y fin del cultivo, esto fue un indicativo debido que los valores más altos fueron los mismo que recibieron un excedente de agua. En este sentido, los resultados coincidieron, con la investigación realizada por Barroso y Jerez (2000) quienes señalaron que las plantas sin un aporte considerable de agua presentaron valores bajos debido al cierre estomático, estrategia del cultivo para evitar la pérdida de agua en exceso, y disminuir las repercusiones de falta de crecimiento y desarrollo. Por otra parte, Sánchez et al. (2017) señalaron que al momento de realizar una suspensión de las láminas de riego, las plantas sometidas a este tratamiento presentaron un cierre en los estomas ya que en estas se encontraron los valores más bajos a excepción del testigo, el cual siempre mantuvo los valores más altos de la gs. En investigaciones realizadas por Singh y Raja, citado por Sánchez et al. (2017) han podido determinar que el cierre estomático fue el resultado de la disminución del contenido de agua en el suelo, este sería un indicador de estrés hídrico y varía dependiendo el genotipo a emplear.

Variables productivas

Se logró observar que las láminas de riego localizado fueron determinantes para incrementar los rendimientos, estableciendo así un máximo productivo con el aporte del riego una vez alcanzado este; no obstante, es importante aclarar que cuando el suministro de agua fue deficiente, el rendimiento tendió a decrecer. Por otro lado, Escobar et al. (2014) encontraron un efecto significativo que fue atribuido al incremento de la lámina de riego aplicada a una leguminosa en donde obtuvo un aumento en el número de granos por vaina, a su vez el mayor rendimiento 2.623 kg·ha⁻¹ ocurrió para la mayor lámina aplicada, 187 mm. Así mismo, los resultados obtenidos coincidieron con los propuestos por

Aydinsakir et al. (2016) quienes reportaron resultados similares aplicando distintas láminas de agua, encontrándose que el cultivo de maní se puede regar hasta un 75% de la evapotranspiración; sin embargo, cabe mencionar que debido a la eficiencia del uso de agua en este cultivar, en condiciones de escasez de agua se puede disminuir el riego hasta un 75% del requerimiento sin tener un efecto negativo sobre la producción, lo cual guardó relación con el trabajo de Sánchez et al. (2006) quienes mencionaron que la respuesta del maní a índices de sequías moderados mostró mejor comportamiento que cuando se le aplicaron todas las condiciones de riego. De igual forma, Álvarez y Sánchez-Blanco (2013) mostraron que la reducción del riego incrementó la eficiencia del uso del agua independientemente de la reducción aplicada.

Finalmente, los resultados encontrados en la estimación de las ganancias económicas de la investigación, guardaron relación con los resultados reportados por Benavides et al. (2017) en donde establecieron que la implementación de riego en cultivos de hortalizas presentó una elevada relación entre el beneficio y costo. Esto se debió a que en la aplicación de riego de un cultivo se tienen costos fijos y variables, el primero se da por la implementación del sistema y el segundo por la aplicación del agua, estos se encuentran relacionados y están en función del método y la eficiencia de cada sistema, además estos permiten calcular el máximo beneficio económico en función de los costos variables por el riego.

Los parámetros productivos y económicos permitieron estimar un balance entre los rendimientos, la productividad del agua, y las ganancias del cultivo, para lograr maximizar de manera integral en un ganar-ganar.

Conclusiones

La aplicación de láminas de riego localizado en el cultivo de maní permite definir la sensibilidad de la conductancia estomática. El rendimiento del cultivo de maní no es afectado por la lámina de riego aplicado, al no presentar diferencias entre aplicar 100 o 75% de ET0 bajo sistema de riego por goteo. Para las ganancias económicas se evidencia que la aplicación de las láminas de agua guardan una relación entre aplicación del riego y beneficios netos, bajo las condiciones de regadío.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés en la presente publicación en ninguna de sus fases.

Referencias bibliográficas

- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., Smith, M. and Ab, W. (1998). Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements. *FAO Irrigation and drainage paper 56*, 300. <http://www.kimberly.uidaho.edu/water/fao56/fao56.pdf>
- Álvarez, S. and Sánchez-Blanco, M. J. (2013). Changes in growth rate, root morphology and water use efficiency of potted Callistemon citrinus plants in response to different levels of water deficit. *Scientia Horticulturae*, 156, 54-62. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.03.024>



- Aydinsakir, K., Dinc, N., Buyuktas, D., Bastug, R. and Toker, R. (2016). Assessment of different irrigation levels on peanut crop yield and quality components under Mediterranean conditions. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 142(9), 04016034. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)IR.1943-4774.0001062](https://doi.org/10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0001062)
- Barroso, L. y Jerez, E. (2000). Comportamiento de las relaciones hídricas en la albahaca blanca (*Ocimum basilicum* L.). *Cultivos Tropicales*, 21, 57-59.
- Benavides B., O. E., Barraza A., F. V. y Navia E., J. F. (2017). Efecto del riego por goteo y exudación sobre el rendimiento de hortalizas en clima frío. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 34(1), 108. <https://doi.org/10.22267/rcia.173401.67>
- Bonet Pérez, C., Acea Lahera, I., Brown Manrique, O., Hernández, V. y Duarte Díaz, C. (2010). Coeficientes de cultivo para la programación del riego de la piña. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 19(3), 23-27. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542010000300005&lng=es&tlang=es
- Calvache, M., Reichardt, K., Bacchi, O. O. S. and Dourado-Neto, D. (1997). Deficit irrigation at different growth stages of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L., cv. Imbabello). *Scientia Agricola*, 54(Special Issue), 1-16. <https://doi.org/10.1590/S0103-90161997000300002>
- Coello, A. (2019). *Evaluación agronómica de tres variedades comerciales de maní (Arachis hypogaea L.) en la Granja Limoncito* [UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/13301/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRONO-22.pdf>
- Curbelo, Y. G., García, Y., López, A. y Boucourt, R. (2005). Probióticos: una alternativa para mejorar el comportamiento animal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 39(2), 129-140.
- Dell, J. M., Rodríguez, A. y Guevara, M. M. (2017). Comportamiento de la conductancia estomática de dos variedades de tomate cubanas en condiciones de campo y riego limitado. *Cultivos Tropicales*, 38(2), 137-144.
- Duicela, A. y Ponce, L. (2015). Uso de fungicidas sistémicos en el control de la roya del cafeto. *La Técnica: Revista de las Agrociencias*, 15, 6-17.
- Escobar, H., Ortíz, J., Miranda, H. y Peroza, D. (2014). Efecto de diferentes dosis de riego sobre el cultivo de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.). *Rev. Unell. Cienc. Tec.*, 1(32), 52-48.
- Fang, X., Turner, N. C., Yan, G., Li, F. and Siddique, K. H. M. (2010). Flower numbers, pod production, pollen viability, and pistil function are reduced and flower and pod abortion increased in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under terminal drought. *Journal of Experimental Botany*, 61(2), 335-345. <https://doi.org/10.1093/jxb/erp307>
- Fuentes, J. y García, G. (1999). *Técnicas de Riego*. Mundiprensa México.
- García-Tejero, I., Durán-Zuazo, V. H., Javier, A. S. and Muriel-Fernández, J. L. (2012). Impact of water stress on citrus yield. *Agronomy for Sustainable Development*, 32(3), 651-659. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0060-y>
- Guamán, R., Andrade, C., Ullaury, J. y Mendoza, H. (2010). INIAP 382- Caramelo variedad de maní tipo Runner para zonas semisecas de Ecuador. En: Iniac Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios. *Boletín*, 380, p. 8.
- Guamán, R., Andrade, C., Ullaury, J. y Mendoza, H. (2010). Variedad de Maní Tipo Runner para Zonas Semisecas del Ecuador INIAP EE. Boliche. *Boletín Divulgativo*, 380, 2-3.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). (2017). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC 2017 Contenidos*. En Inec. http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Indice_de_publicacion_ESPAC_2017.xlsx
- Nemeskéri, E. and Helyes, L. (2019). Physiological responses of selected vegetable crop species to water stress. *Agronomy*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/agronomy9080447>
- Pérez-Leira, R. and Domínguez-Gutiérrez, J. (2019). Irrigation regime for crops in Manabí, Ecuador: Proposal for five permanent crops. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 28(4). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542019000400006&lng=pt&tlang=pt.
- Saldarriaga, V., Chavarria, J., Guzman, A. y Tarazona, N. (2020). Efecto de las variables climáticas sobre la fluctuación del nivel freático en suelos fluvisoles del valle del Río Carrizal. *Ciencia y Tecnología*, 13(2). <https://doi.org/10.18779/cyt.v13i2.393>
- Sánchez, M. R., Hernández, Y. M., Dell, J. M., Rodríguez, Á., Rodríguez, J. A. C., Aroca, R. y Lozano, M. R. (2017). A la suspensión de la lámina de agua en tres momentos de



- esta. PARTE I Response of rice (*Oryza sativa L.*) plant to suspension of the water lamina in three moments of its development. Part I. *Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas Cuba Ruiz*, 38(2), 61-69.
- Sánchez, S., Muñoz, A. y González, V. (2006). Evaluación de la resistencia a sequía de variedades de cacahuate (*Arachis hypogaea L.*) de hábito de crecimiento rastrero y erecto. *Revista Chapingo, Serie Horticultura*, 12(1), 77-84.
- Sezen, S. M., Yazar, A. and Tekin, S. (2019). Physiological response of red pepper to different irrigation regimes under drip irrigation in the Mediterranean region of Turkey. *Scientia Horticulturae*, 245, 280-288. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.037>
- Stagno, F., Intrigliolo, F., Consoli, S. y Continella, A. (2015). *Respuesta de los naranjos de déficit de riego Estrategias: 04015014(Di)*, 1-9.
- Thoreson, B., Ph, D., Asce, M., Clark, B., Asce, M., Soppe, R., Ph, D., Ph, D., Asce, M., Bastiaanssen, W., Ph, D., Eckhardt, J., Ph, D., Asce, M., Foulkesweg, G., Wageningen, B S., Bajos, P. y Engineering, K. (2009). *AJUSTE física e institucional ET metodología de estimación*. Iid, 4347-4361.
- Weiber, E., Bleiholder, H., Buhr, L., Feller, C., Hack, H., Hess, M., Klose, R., Meier, U., Stauss, R., y Van den Boom, T. (1998). Hortalizas de raíz y tubérculo. En *Compendio para la identificación de los estudios fenológicos de especies mono- y dicotiledóneas cultivadas escala BBCH extendida*.

Contribución de los autores

Autores	Contribución
Cristian Sergio Valdivieso López	Concepción y diseño, investigación, metodología, redacción y revisión del artículo.
Dilmo José García Arteaga	Concepción y diseño, investigación, metodología, redacción y revisión del artículo.
Jonathan Alexander Solórzano Solórzano	Investigación, búsqueda de información, análisis e interpretación de datos y revisión del artículo.
Verlis Josué Saltos Briones	Investigación, búsqueda de información, análisis e interpretación de datos y revisión del artículo.
Veris Antonio Saldarriaga Lucas	Adquisición de datos, aplicación de Software estadístico, análisis e interpretación.





Alternativas para el aprovechamiento del lactosuero: Antecedentes investigativos y usos tradicionales

Alternatives for the use of whey: Research background and traditional uses

Autores

- ✉ ^{1*}Maria Belén Williams Zambrano 
✉ ²Alex Alberto Dueñas Rivadeneira 

¹Maestría en Agroindustrias, Instituto de Posgrado, Universidad Técnica de Manabí. Ecuador.

²Departamento de Procesos Agroindustriales, Facultad de Ciencias Zootécnicas, Universidad Técnica de Manabí. Ecuador.

*Autor de correspondencia.

Resumen

El lactosuero es el mayor subproducto obtenido durante el procesamiento de la leche en la producción de quesos, el cual presenta un alto contenido de nutrientes y se desaprovecha desecharlo generalmente en vertederos, causando un problema de contaminación ambiental. El objetivo del presente trabajo consistió en identificar diversas alternativas para el aprovechamiento del lactosuero en diferentes industrias, a partir de diferentes estudios de aplicación y usos tradicionales. Se realizó una investigación bibliográfica y descriptiva de trabajos investigativos de los últimos cinco años, en las bases de datos Scielo, Redalyc, Scopus, tomando como referencia las palabras clave lactosuero, subproducto lácteo, industria láctea, y usos del lactosuero en español e inglés. Entre las conclusiones se determina que el lactosuero conserva nutrientes importantes de la leche que pueden ser aprovechados ampliamente por la industria alimentaria, química, cosmética y biomédica según los estudios realizados.

Palabras clave: coagulación, industria láctea, leche, procesamiento.

Abstract

Whey is the largest by-product obtained during the processing of milk in the production of cheeses, which has a high content of nutrients and is wasted generally discarding it in landfills, causing an environmental pollution problem. The objective of this work is to analyze various alternatives for the use of whey in different industries, based on different application studies and traditional uses. A bibliographical and descriptive investigation of investigative works of the last five years was carried out, in the databases Scielo, Redalyc, Scopus, taking as a reference the keywords whey, dairy by-product, dairy industry, and uses of whey in Spanish and English. Among the conclusions, it is determined that whey preserves important nutrients in milk that can be widely used by the food, chemical, cosmetic and biomedical industries according to the studies carried out.

Keywords: coagulation, dairy industry, milk, processing.

Recibido: Abril 20, 2021

Aceptado: Mayo 10, 2021

Publicado: Julio 08, 2021

Introducción

A nivel mundial el lactosuero es el compuesto de mayor interés de la industria láctea, en el desarrollo de nuevas tecnologías de invención o aplicación en diferentes campos (Gómez et al., 2017). Debido a sus características el lactosuero es uno de los subproductos alimentarios más ricos de la naturaleza que contiene todos los aminoácidos esenciales e importantes cantidades de lactosa, grasas, vitaminas A, C, D, E y complejo B, además de minerales como fósforo, calcio, potasio y hierro (Vásquez et al., 2017) bajo contenido de grasa, y la presencia mayoritaria de la lactosa como fuente de hidratos de carbono y disacáridos (Miranda et al., 2019).

El lactosuero tiene su origen en la industria quesera y es el principal subproducto de la leche y un contaminante al desecharlo en los vertederos (País, 2017), aproximadamente el 90% del total de la leche utilizada en la industria quesera es eliminada como lactosuero (Videa y Videa, 2019) entre 0,2 a 10 L de leche procesada (Molero et al., 2017) su vertido desmedido y sin control (Fernández, 2021) ocasiona un gran impacto al ambiente (Cury et al., 2017) especialmente a las fuentes hídricas (Wscary et al., 2018).

La industria quesera generalmente transforma bajos volúmenes de leche cruda y opera con tecnología artesanal (Villegas et al., 2017) con base en conocimientos tradicionales (Vásquez, 2017), al ser un producto abundante se destina generalmente para la alimentación de animales de granja (Haberken, 2018).

En los últimos años se han desarrollado importantes tendencias tecnológicas para su aprovechamiento óptimo, transformando al lactosuero en un componente con gran potencial (López, 2018). Se han propuesto nuevas tecnologías de invención o aplicación en diferentes campos diversificándose las alternativas para su aprovechamiento industrial en áreas como la nutrición, salud y biotecnología (Gómez et al., 2017). Atendiendo la importancia que desde la industria se les da a los residuos alimenticios el presente estudio tuvo como objetivo identificar las diversas alternativas para el aprovechamiento del lactosuero, destacar sus propiedades nutricionales y principales sistemas de conservación a partir de la revisión de literatura especializada.

Metodología

La investigación fue de tipo descriptiva documental en la que se analizaron las diferentes aplicaciones y alternativas de aprovechamiento del lactosuero. Fue una investigación bibliográfica y documental elaborada mediante un proceso de búsqueda de lectura, análisis, reflexión e interpretación de la literatura especializada.

Para la búsqueda de información se utilizaron como palabras clave lactosuero, subproducto lácteo, industria láctea, y usos del lactosuero en español e inglés. La búsqueda fue realizada

en las bases de datos Scielo, Redalyc, Scopus. Como criterio de selección se consideraron los artículos científicos publicados entre los años 2017 y 2021.

Desarrollo

Lactosuero

El lactosuero es el subproducto lácteo obtenido de la separación del coágulo de la leche, de la crema o de la leche semidescremada durante la fabricación del queso mediante la acción ácida o de enzimas del tipo de cuajo (renina, enzima digestiva de los rumiantes) que rompen el sistema coloidal de la leche en dos fracciones sólida y líquida (Haberken, 2018).

La fracción sólida está compuesta principalmente por proteínas insolubles y lípidos que en su proceso de precipitación arrastran y atrapan minoritariamente alguno de los constituyentes hidrosolubles, la fracción líquida corresponde al lactosuero en cuyo interior están suspendidos todos los componentes nutricionales que no fueron integrados a la coagulación de la caseína, de esta forma se encuentran en el lactosuero partículas solubles y no solubles (Muñoz, 2018).

El lactosuero es un subproducto líquido de efluente (Romero y Torres, 2020) que se drena durante la elaboración de quesos tras la separación de la cuajada (Mazorra y Moreno, 2020), de color verdoso, amarillento y turbio (López et al., 2018) transparente, de sabor ácido agradable (Vásquez et al., 2017).

Existen dos clases de lactosuero, el ácido y el dulce. El lactosuero ácido se obtiene por fermentación o adición de ácidos orgánicos o minerales para coagular la caseína, coagulación ácida que genera un lactosuero con una acidez sustancialmente baja (pH 4,5 aproximadamente). El lactosuero dulce se obtiene por la coagulación de la caseína utilizando cuajo (mezcla de la enzima quimosina u otras enzimas coagulantes de la caseína) a un pH de 6,5 aproximadamente (Gómez y Sánchez, 2019).

Composición nutricional

El lactosuero es un subproducto rico en valores nutritivos (Montesdeoca et al., 2017). Representa aproximadamente del 85 al 95% del volumen de leche y retiene el 55% de sus nutrientes (Gómez y Sánchez, 2019).

Contiene la mayor parte de los componentes solubles en agua, tales como carbohidratos, minerales, vitaminas hidrosolubles y proteínas solubles (Chacón et al., 2017). Presenta un elevado contenido en materia orgánica procedente de la leche, un 55% de los nutrientes mayoritarios originales de la leche los cuales corresponden 96% de la lactosa (46 a 52 g·L⁻¹), 25% de la proteína (6 a 10 g·L⁻¹) y 8% de la materia grasa (5 g·L⁻¹). Es rico en minerales, siendo los principales el calcio (0,6 g·L⁻¹), fósforo



(0,7 g·L⁻¹), magnesio (0,17 g·L⁻¹), sodio (0,3 g·L⁻¹), y potasio (1 g·L⁻¹) (Ramírez et al., 2018).

La calidad nutricional de las proteínas del lactosuero es excepcional pues representa un valor biológico superior al de las proteínas del huevo (104 vs. 100) y 1,4 veces mayor a las proteínas de la soya, así como una elevada utilización neta de proteína y máxima digestibilidad (Mazorra y Moreno, 2020), características importantes que hacen al lactosuero útil para su aplicación en la industria alimentaria (Díaz et al., 2018).

Antecedentes investigativos

Se reporta una amplia variedad de trabajos investigativos para la conservación de las propiedades funcionales, nutritivas y bioactivas de los del suero de la leche, siendo la alimentación animal la más abundante.

Caicedo et al. (2018) determinaron que en la alimentación de cerdos *Landrace x Duroc x Pietrain* fue factible reemplazar eficientemente el maíz por ensilado de tubérculos de taro con suero de leche sin afectar el rendimiento productivo de los animales, en el ensayo establecieron el consumo diario de alimento, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y peso final durante el crecimiento a 42 días y engorde entre 43 y 84 días.

Caicedo et al. (2020) mezclaron el lactosuero con material secante, melaza y urea para mejorar la composición nutricional del raquis de plátano y banano, obteniendo un alimento de calidad nutritiva para animales. Borrero y Cujía (2019) elaboraron un ensilado a base de mango y lactosuero para contrarrestar el efecto negativo de los períodos secos en la producción bovina, determinando que la combinación de mango y lactosuero permitió el aumento de proteínas en la dieta para rumiantes y en la obtención de una leche de mejor calidad. Caicedo et al. (2019) analizaron los efectos de la adición de yogur natural, lactosuero y melaza en ensilaje líquido de chontaduro y determinaron que presentó un comportamiento adecuado en los indicadores físico-químicos, biológicos y organolépticos los cuales fueron aptos para la alimentación animal.

González y Cobas (2021) obtuvieron una mejora en los chorizos elaborados de cerdos alimentados con lactosuero como consecuencia de la disminución del ácido linoleico, determinaron que la inclusión de lactosuero en la dieta de los cerdos en su fase de cebo permitió su aprovechamiento. Pineda et al. (2017) propusieron el uso de lactosuero en la alimentación de pollos de engorde durante el periodo de iniciación obteniendo efectos positivos en la productividad.

Así mismo, se han propuesto tratamientos destinados a la elaboración de alimentos para el consumo humano debido a los bajos costos de producción, grado de calidad alimenticia y aceptable sabor (Montesdeoca et al., 2017). Torres (2017) lo utilizó en la elaboración de yogur alcanzando características similares al yogur regular. Zúñiga y Cigüeña (2019) lo propusieron para elaborar salsa golf con parámetros aceptables y se mantuvieron los nutrientes del suero. En la formulación y elaboración de un helado artesanal Arteaga et al. (2017) determinaron que el suero

de leche puede ser utilizado en concentraciones máximas de 25% para que no se afecte las características sensoriales del producto.

Destinado a la elaboración de bebidas se puede identificar el mayor uso del lactosuero, Jimenez et al. (2018) formularon y caracterizaron una bebida de mango a base de lactosuero con un alto contenido proteico y reducido en grasa, libre de conservadores con una vida de 18 días en refrigeración a 4 °C y buena estabilidad en color, acidez, pH y concentración de fenoles y flavonoides. Muñoz et al. (2019) utilizaron el lactosuero como ingrediente complementario para elaborar una bebida saborizada con 75% de chocolate en polvo y 25% de lactosuero, obteniendo como resultados proteínas 1,25%, acidez 0,61%, Brix 13,50, sólidos totales 14,88 y cenizas 0,71%, Muñoz (2018) obtuvo un manjar a base de suero de leche y nueces utilizando tres niveles del lactosuero como sustituto de la leche estableciendo parámetros óptimos para el proceso de elaboración del manjar.

Rodríguez y Hernández (2017) propusieron el desarrollo de una bebida fermentada de suero con la adición de jugo de *Aloe vera* (10%) y pulpa de guanábana (15%) mediante análisis químico-físico establecieron diversidad en la composición del lactosuero en dependencia de la leche y el tratamiento realizado durante la elaboración del queso. Obtuvieron una bebida hipocalórica, láctea semidescremada, con bajo contenido de proteína, pero de alta calidad por la presencia de lactoglobulinas del suero, baja en azúcar dado por la lactosa del suero y los azúcares de la guanábana. Dietética y funcional por la presencia del jugo de *A. vera*, pulpa de guanábana y microorganismo del probiótico, con una vida de almacenamiento de hasta 21 días en condiciones de refrigeración.

Rodríguez et al. (2020) desarrollaron una bebida fermentada de suero con *Lactobacillus acidophilus* y *L. casei*, la adición de salvado de trigo y pulpa de guayaba con buena aceptabilidad y estabilidad, con olor y color típico a guayana, dulzor moderado, mínimo sabor a salado y ligeramente ácido, con homogeneidad aceptable, poca viscosidad y presencia de grumos debido al salvado de trigo, con alto valor nutricional y energético. Gavilanes et al. (2018) elaboraron una bebida láctea fermentada novel a base de lactosuero y harina de camote obteniéndose como mejor tratamiento en cualidades físico-químicas el elaborado con 50% lactosuero y 6% harina, bebida que presentó características semejantes a un yogurt tradicional con buena aceptación por los catadores.

Miranda et al. (2019) elaboraron una bebida probiótica de lactosuero con un contenido controlado de grasas con alta composición nutricional. Opción terapéutica para las dislipidemias y dispepsias. Determinaron la idoneidad del suero para la elaboración de bebidas fermentadas mediante la inoculación con bacterias ácido-lácticas.

Mielez et al. (2018) evaluaron una bebida con suero ácido, goma *xanthan* y néctar de naranja. El suero ácido se obtuvo mediante la fermentación o adición de ácidos orgánicos o ácidos minerales para coagular la caseína. El tratamiento con 10% de suero



ácido y 0,1 de goma xanthan cumplió con las especificaciones establecidas para pH, acidez y sólidos solubles. El néctar cumplió con las características físico-químicas y organolépticas e indicó que fue posible la utilización de suero ácido y goma xanthan para la elaboración del producto.

Rodríguez et al. (2020) plantearon una bebida a base de suero lácteo descremados sin sal y pulpa de *Theobroma grandiflorum* obtuvieron una bebida de 70% lactosuero y 30% de copoazú, siendo el sabor el factor de mayor puntuación. La bebida presentó porcentajes proteicos superiores a los requerimientos para bebidas lácteas lo que hace posible brindar al consumidor una bebida con importantes características nutricionales.

Montesdeoca et al. (2017) propusieron una bebida láctea fermentada, encontraron que el factor porcentaje del lactosuero presentó diferencias significativas lo que influyó en el pH, que estas diferencias están más marcadas para el caso del tipo de estabilizante, obteniéndose un comportamiento para la combinación de estas dos variables. Comportamiento similar que se obtuvo para la acidez, brix y consistencia. Definieron como mejor variante la bebida láctea fermentada de 30% lacto suero y estabilizante CC 729.

Rodríguez et al. (2019) desarrollaron una bebida de suero fermentado con la adición de jugo de sábila y pulpa de mora, con características probioticas y buena aceptabilidad, las materias primas fueron suero dulce, pulpa de mora, jugo de sábila, suero en polvo, edulcorante sacralosa y steviosida en relación 1:1 y cultivos lácteos probioticos concentrados liofilizados.

La conservación de las propiedades de lactosuero también ha sido evaluada por industrias diferentes a la alimentación. Wandega et al., (2020) establecieron la viabilidad de una biorefinería para usar los efluentes de lactosuero y producir bioplástico polihidroxibutirato y proteína.

Principales usos tradicionales del lactosuero

Existen varias alternativas para el uso del lactosuero a través de su estabilización, fraccionamiento, transformación y recombinación (Muset y Castells, 2017).

Tradicionalmente ha sido utilizado de manera incipiente en los sistemas porcinos de traspasio o desechado junto con las aguas residuales contribuyendo a la contaminación de mantos freáticos (Vásquez et al., 2017). Gracias a los bajos o nulos costos se destina principalmente para la alimentación de cerdos y elaboración del requesón (Romero, 2020) en este último caso se recupera una gran cantidad de sólidos del suero de leche principalmente proteínas y grasas (Mazorra, 2020).

Debido al creciente interés en aprovechar los nutrientes del lactosuero en las últimas décadas se lo ha destinado a una gran

diversidad de usos (Osorio et al., 2018) principalmente en confitería, elaboración de jarabes utilizados como materia prima para diversos alimentos por sus propiedades endulzantes (Gómez et al., 2017), así como todo tipo de bebidas debido a la baja tecnificación de los procesos implicados (Mazorra y Moreno, 2020), combinado con grasas de origen lácteo o vegetal o sustancias aromáticas (Muñoz, 2018) es el origen de bebidas comunes, saborizadas (Muñoz et al., 2019), fermentadas (Videa y Videa, 2019) probioticas (Miranda et al., 2019).

También se reportó su uso en el cultivo de kefir, obtención de ácido láctico a través de la transformación microbiana de la lactosa con aplicaciones en alimentos, medicina, agricultura, cosméticos (Caro et al., 2019), cultivos iniciadores, biomasa microbiana (Mazorra y Moreno, 2020) en la obtención de suero de polvo, aislado de proteína de suero. En la elaboración de combustibles bioetanol (Capdevila et al., 2020), biopolímeros (Brito y Palmay, 2018), producción fotofermentativa de hidrógeno (Castillo, 2018), biogás (Fernández et al., 2017) metanol, biocombustible (Alemán y Rosales, 2017), electricidad (Parra et al., 2019), elaboración de productos cosméticos, fórmulas lácteas, pastas dentífricas, alimentos nutracéuticos, pomadas antifúngicas (Chacón et al., 2017).

Como suplemento alimenticio para los deportistas (Cribb, 2020) concentrados naturales, azucarados, extracción de proteína, píldoras farmacéuticas, extracción de penicilina, alcohol butílico, acetona, acidificante para alimentos, resinas sintéticas, materias curtientes (Muñoz, 2018). Elaboración de manjar con nueces, utilizando diferentes niveles de lactosuero como sustituto de leche. El permeado de suero ha sido utilizado para la producción de proteína unicelular microbiana para la alimentación animal, producción de ácidos orgánicos, etanol, obtención de probioticos y sustancias probioticas (País et al., 2017).

A nivel mundial se han patentado tecnologías para el aprovechamiento del lactosuero, la mayor cantidad de patentes se enfocan en la transformación del lactosuero en su forma nativa debido a la baja inversión tecnológica para procesar lactosuero en estado líquido (Gómez et al., 2017).

Conclusiones

El lactosuero conserva el 55% de los nutrientes de la leche, tradicionalmente ha sido destinado a la alimentación animal y la elaboración de requesón, pero en la actualidad se han propuesto una gran cantidad de alternativas para su aprovechamiento principalmente desde la industria alimentaria, química, cosmética y biomédica lo cual ofrece oportunidades para su aprovechamiento.



Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés en la presente publicación en ninguna de sus fases.

Referencias bibliográficas

- Alemán, A. y Rosales, L. (2017). Prospección de inóculos para la generación de electricidad de una celda de combustible microbiana a partir de suero de leche. *Agroindustrias, automatización y agronegocios*, 97-100. <http://congresos.uaslp.mx/cncaa/SiteAssets/Paginas/Libro/LIBRO%20ELECTR%C3%93NICO%20Agroindustrias,%20Automatizaci%C3%B3n%20y%20Agronegocios%202016%20UASLP.pdf#page=98>
- Arteaga, J., Zambrano, M., Loor, L., Zambrano, J. y Rivera, R. (2017). Características sensoriales de un helado artesanal elaborado con suero de leche. *Revista Espam. Ciencia*, 69-73. http://190.15.136.171:49151/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/145/127
- Borrero, A. y Cujía, K. (2019). Esilado de mango y lactosuero una alternativa de alimentación en vacas lecheras. *Revista Universidad de Barranquilla*, 1(5), 7-26.
- Brito, H. y Palmay, P. (2018). Diseño de un proceso industrial para la obtención de bioetanol a partir de lactosuero. GIADE. https://www.researchgate.net/publication/320442565_DISEÑO_DE_UN_PROCESO_INDUSTRIAL_PARA_LA_OBTENCIÓN_DE_BIOETANOL_A_PARTIR_DE_LACTOSUERO
- Caicedo, O., Valle, S. y Caicedo, M. (2018). Ensilaje de tubérculos de taro tratados con suero de leche: Efecto sobre el comportamiento productivo de cerdos en crecimiento y engorde. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 1-10. https://www.researchgate.net/profile/Willan-Orlando-Caicedo-Q/publication/326302502_Silage_of_Taro_tubers_treated_with_whey_Effect_on_the_productive_behavior_of_growing_and_fattening_pigs/links/5b44dd270f7e9b1c722167ed/Silage-of-Taro-tubers-treated-with-w
- Caicedo, W., Moyano, J., Valle, S., Díaz, L. y Caicedo, M. (2019). Calidad fermentativa de ensilaje líquido de chontaduro (*Bactris gasipaes*) tratados con yogur natural, suero de leche y melaza. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(1), 167-177. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172019000100017yscript=sci_arttext&tlng=en
- Caicedo, W., Viáfara, D., Pérez, M., Alvez, F., Rubio, G., Yanza, R., . . . Mota, W. (2020). Características químicas del ensilado de raquis de plátano y banana orito tratado con suero de leche y urea. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(4), 1-9. https://www.researchgate.net/profile/Willan-Orlando-Caicedo-Q/publication/346423427_Chemical_characteristics_of_the_silage_of_rachis_of_banana_Musa_paradisiaca_and_baby_banana_Musa_acuminata_AA_treated_with_whey_and_urea/links/5fc0fb9e92851c933f663b3b/Che
- Capdevila, V., Vales, M., Geli, C. y Pagano, A. (2020). Análisis de la etapa de hidrólisis de la lactosa del suero lácteo para la obtención de bioetanol. *Avances en Ciencia e Ingeniería*, 11(4), 1-17. <https://www.executivebs.org/publishing.cl/aci/2020/Vol11/Nro4/1-ACI1367-20-full.pdf>
- Caro, A., Holguín, J., Gómez, N., Luján, B. y Gil, M. (2019). Aprovechamiento de lactosuero para la producción de ácido láctico y posibles aplicaciones. *Revista Gipama*, 1(1), 169-178. <http://revistas.sena.edu.co/index.php/gipama/article/download/3215/3698>
- Castillo, P. (2018). Desarrollo de un proceso de producción fotofermentativa de hidrógeno a partir de lactosuero. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 12-16.
- Chacón, L., Rentería, A., Chávez, A. y Rodríguez, J. (2017). Proteínas del lactosuero: Uso, relación con la salud y bioactividades. *Inverciencia*, 42(11), 712-718. <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/11/712-CHAVEZ-42-11.pdf>
- Cribb, P. (2020). Las proteínas del suero de leche de los Estados Unidos y la nutrición en los deportes. *Revista US. Diary*, 1-20. https://www.thinkusadairy.org/Documents/Customer%20Site/C3-Using%20Dairy/C3.7-Resources%20and%20Insights/04-Nutrition%20Materials/WheySportsNutrition_Spanish_Mexico.pdf
- Cury, C., Cury, K., Aguas, Y., Martínez, A. y Oliveros, R. (2017). Residuos agroindustriales, su impacto, manejo y aprovechamiento. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 122-132. <https://www.recia.edu.co/index.php/recia/article/view/530>
- Díaz, M., Calderón, G., Salgado, M., Cruz, R., Rayas, A., García, M. y Jiménez, J. (2018). Biofuncionalidad de las proteínas y péptidos de la leche, perspectivas de su uso. *Revista Agroproductividad*, 11(11), 17-20. <http://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1277/1040>
- Fernández, C., Martínez, E., Morán, A. y Gómez, O. (2017). Procesos biológicos para el tratamiento de lactosuero con producción de biogás e hidrógeno. *Revista ION*, 29(1), 47-62. <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistaion/article/view/5623/5795>
- Fernández, D. (2021). El uso de agua y generación de residuales líquidos en la Empresa Complejo Lácoteo de La Habana. *Revista Monteverdia*, 14(1), 1-9. <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/monteverdia/article/view/3489>
- Gavilanes, P., Zambrano, A., Romero, C. y Moro, A. (2018). Evaluación de una bebida láctea fermentada novel a base de lactosuero y harina de camote. *Revista de las Agrociencias: La Técnica* (19), 47-60. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6544945>
- Gómez, J. y Sánchez, O. (2019). Producción de galactooligosacáridos. *ingeniería y Desarrollo*, 37(1), 130-158. <http://www.scielo.org.co/pdf/inde/v37n1/2145-9371-inde-37-01-00129.pdf>



Gómez, J., Sánchez, O. y Benavides, X. (2017). Análisis de patentes como aproximación al diseño conceptual del proceso de obtención de jarabe de lactosuero. *Revista Investigación Desarrollo Innovación*, 7(2), 331-353. <http://www.scielo.org.co/pdf/ridi/v7n2/2389-9417-ridi-7-02-331.pdf>

González, I. y Cobas, N. (2021). Influencia de la alimentación líquida con suero de leche en perfil de ácidos grasos del chorizo gallego. *Revista ITEA*, 117(1), 19-31. https://www.researchgate.net/publication/343360541_Influencia_de_la_alimentacion_liquida_con_suero_de_leche_en_el_perfil_de_acidos_grasos_del_chorizo_gallego

Haberken, N. (2018). Alimentación de porcino con suero de leche para la reducción de costos de alimentación. *Revista Universidad Siglo XXI*. <https://repositorio.uesiglo21.edu.ar/bitstream/handle/ues21/16625/HABERKORN%20NATALIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Jimenez, S., Pérez, L., Ozuna, C. y Juárez, M. (2018). Caracterización y desarrollo de una bebida de mango a base de suero de leche. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3, 472-476. <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume3/4/8/79.pdf>

López, R., Becerra, M. y Borras, L. (2018). Caracterización físico - química y microbiológica del lactosuero del queso Paipa. *Ciencia y Agricultura*, 15(2), 99-106. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6636645.pdf>

Mazorra, M., Ramirez, H. y Lugo, M. (2020). Caracterización del latosuero y requesón proveniente del proceso de elaboración del queso cocido (asadero) región Sonora. *Nova Scientia*, 11(23). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052019000200011

Mazorra, M. y Moreno, J. (2020). Propiedades y opciones para valorizar el lactosuero de la quesería tradicional. *Ciencias UAT*, 14(1), 133-144. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-78582019000200133

Mielez, M., Yepez, L. y Ramírez, L. (2018). Elaboración de una bebida utilizando el subproducto de la industria láctea. *Enfoque UTE*, 9(2), 59-69. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422018000200059

Miranda, O., Fonseca, P., Ponce, I., Cedeño, C., Sam, L. y Martí, L. (2019). Una bebida probiótica con posibles aplicaciones terapéuticas elaboradas a escala industrial a partir del suero de leche. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 29(2), 347-358. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubalnut/can-2019/can192g.pdf>

Molero, M., Castro, G. y Briñez, W. (2017). Evaluación física química del lactosuero obtenido de la producción de queso blanco aplicando un método artesanal. *Revista Científica*, 27(3), 149-153. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/959/95952010003/html/index.html>

Montesdeoca, R., Benítez, I., Guevara, R. y Guevara, G. (2017). Procedimiento para la producción de una bebida láctea fermentada utilizando lactosuero. *Revista Chilena de Nutrición*, 44(1), 39-44. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-75182017000100006&script=sci_arttext

Muñoz, J. (2018). Elaboración de manjar con nueces, utilizando diferentes niveles de lactosuero como sustituto de leche. *Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 2(10), 27-33. <http://www.journalprosciences.com/index.php/ps/article/view/67/253>

Muñoz, J., Cabrera, C., Alcívar, A., Castro, M. y Zambrano, E. (2019). Uso del lactosuero en el desarrollo de una bebida láctea saborizada con chocolate en polvo: propiedades sensoriales y bromatológicas. *Agroindustrial Science*, 9(2), 199-203. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/2711>

Muset, G. y Castells, M. (2017). *Valorización del lactosuero. San Martín: Instituto Nacional de Tecnología Industrial*. <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1104612/1/lactosuero.pdf>

Osorio, C., Sandoval, F., Hernández, F., Hidalgo, J. y Gómez, F. (2018). Potencial aprovechamiento del suero de queso en México. *Agroproductividad*, 11(7), 101-106. <https://web.b.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehostscope=siteauthtype=crawleyjrnl=-24487546yAN=131959063yh=FP79fqahk15WPZ-dOKb1Gp3ZT%2fX%2fzwYq%2fDHCKDulso-pE4Ixq5%2bfM2brikIjLIwnqa8jj3AD1OaRO%2fK%2bswh50fg%3d%3dycr1=cyresultNs=AdminWebAuthre>

País, J., Núñez, J., Lara, M. y Rivera, L. (2017). Valorización del suero de leche: Una visión desde la biotecnología. *Bionatura*, 2(4), 469-467. <https://www.revistabionatura.com/files/2017.02.04.11.pdf>

Parra, M., Murcia, L., Fernández, D. y Sandoval, J. (2019). Uso de residuos industriales para fabricar proteínas a partir de la microalgas Chlorella vulgaris. *Avances: Investigación en Ingeniería*, 16(1), 66-75. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7855005.pdf>

Pineda, C., Atxaerando, R., Ruiz, R. & García, A. (2017). Uso de lactosuero y concentrado proético de lactosuero en



Alternativas para el aprovechamiento del lactosuero: Antecedentes investigativos y usos tradicionales

- pienso de pollo de engorde. *Albeitar*, 1, 38-40. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6107148>
- Poveda, E. (2013). Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad. *Revista Chilena de Nutrición*, 397-403.
- Ramírez, S., Soliz, A. y Vélez, A. (2018). Tecnologías de membranas: Obtención de proteínas del lactosuero. *Revista Entre Ciencia e Ingeniería*, 12(24), 52-29. <https://revistas.ucp.edu.co/index.php/entrecienciaeingenieria/article/view/115/114>
- Rodríguez, A., Abad, C., Pérez, A. y Dieguéz, K. (2020). Elaboración de una bebida a base de suero lácteo y pulpa de *Theobroma grandiflorum*. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 19(2), 166-175. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7514278>
- Rodríguez, D. y Hernández, A. (2017). Desarrollo de una bebida fermentada de suero con la adición de jugo de *Aloe vera* y pulpa de fruta. *RTQ*, 37(1), 40-50. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttextypid=S2224-61852017000100005
- Rodríguez, D., Colomina, A., Rodríguez, W. y Hernández, A. (2020). Bebida fermentada de suero con la adición de salvado de trigo y pulpa de guayaba. *RTQ*, 40(2), 428-441. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-6185202000200428y&script=sci_arttext&tylng=en
- Rodríguez, D., Rodríguez, L. y Hernández, A. (2019). Bebida de suero fermentado con la adición de jugo de sábila (*Aloe vera* L.) y pulpa de mora (*Robus glaucus* Benth) con características probióticas. *Revista Tecnología Química*, 39(2), 301-317. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-61852019000200301y&script=sci_arttext&tylng=en
- Romero, K. y Torres, Q. (2020). Alternativas tecnológicas para el uso del lactosuero: valorización económica de residuos. *Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 30(55). <https://datos.ciad.mx/estudiossociales/index.php/es/article/view/908>
- Torres, I. (2017). Caracterización físico química y microbiológica de un yogur elaborado a base de suero lácteo. *Agricultura Science*. <https://scholar.uprm.edu/handle/20.500.11801/920>
- Vásquez, C., Pinto, R., Rodríguez, R. y Carmona, J. (2017). Uso, producción y calidad del lactosuero. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 21(1), 65-75. https://www.researchgate.net/profile/Rafael_Rodriguez30/publication/337548469_Use_production_and_nutritional_quality_of_whey_milk_in_the_central_region_of_Chiapas/links/5ddd8f0ea6fdcc2837ed7fb2/Use-production-and-nutritional-quality-of-whey-milk-in-the-ce
- Videa, M. y Videña, M. (2019). Yogurt natural a partir de suero lácteo a escala de laboratorio. *Revista de Ciencias y Tecnología El Higo*, 9(1), 59-68. <https://www.camjol.info/index.php/elhigo/article/view/8997/10179>
- Villegas, N., Díaz, J. y Hernández, A. (2017). Evaluación de eficiencia tecnológica en la elaboración artesanal de queso fresco de la coagulación enzimática. *Tecnología Química*, 37(3), 380-391. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&typid=S2224-61852017000300002
- Wandega, F., Braga, E., Philo, S., Wandega, F. y Pontes, L. (2020). Biorefinería para producir bioplástico y proteína a partir de suero de leche utilizando simulador ASPEN. *Recyt*, 22(33), 47-57. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7488359>
- Wscaray, F., Madrigal, L., Salazar, B. y Cárdenas, J. (2018). Aprovechamiento láctosuero residual de empresas productoras de queso en la Región Norte de Colima y Sur de Jalisco para la elaboración de una bebida fermentada de bajo grado alcohólico. *Revista UNAM*, 14(3), 37-47. <http://revistas.unam.mx/index.php/rxm/article/view/71658/63205>
- Zambrano, D. y López, E. (2018). La industria de lácteos de Riobamba-Ecuador. Las dinámicas de la economía local. *Economía y negocios*. <http://cici.ute.edu.ec/index.php/economia-y-negocios/article/view/441/381>
- Zúñiga, M. y Cigueña, D. (2019). Estabilización de la salsa golf con suero concentrado de leche a tres niveles. *Functional Food Science and Technology Journal*, 1(1), 63-71. <http://revistas.unprg.edu.pe/openjournal/index.php/cytaf/article/view/524/124>

Contribución de los autores

Autores	Contribución
María Belén Williams Zambrano	Concepción y diseño, investigación, metodología, redacción y revisión del artículo.
Alex Alberto Dueñas Rivadeneira	Adquisición de datos, aplicación de Software estadístico, análisis e interpretación.



Agentes clarificantes naturales y su efecto en el color y sólidos en suspensión en panela

Natural clarifying agents and their effect on color and suspended solids in panela

Autores

- ✉ ¹*Beatriz María Bravo Zamora 
- ✉ ¹Vicky Yuliana Parrales Mendoza 
- ✉ ²José Carlos Delgado Ríos 
- ✉ ¹Nieve Esther Lectong Cusme 
- ✉ ³Isaac Leonel López Pinargote 
- ✉ ⁴Kathya Sayonara Reyna Arias 

¹Maestría en Agroindustrias, Instituto de Posgrado, Universidad “ESPM” Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Sitio El Limón, cantón Bolívar, Ecuador.

²Ingeniero en Alimentos, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador.

³Docente del Colegio Portoviejo, Ecuador.

⁴Docente de la Universidad Laica, Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador.

*Autor de correspondencia.

Citación sugerida: Bravo Zamora, B. M., Parrales Mendoza, V. Y., Delgado Ríos, J. C., Lectong Cusme, N. E., López Pinargote, I. L. y Reyna Arias, K. S. (2021). Agentes clarificantes naturales y su efecto en el color y sólidos en suspensión en panela. *La Técnica*, 11(2), 87-93. DOI: https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i26.3212

Recibido: Abril 20, 2021

Aceptado: Mayo 10, 2021

Publicado: Julio 08, 2021

Resumen

La clarificación del jugo de la caña de azúcar permite remover impurezas y mejorar la calidad de la panela. Tradicionalmente los productores de panela artesanal utilizan elementos naturales como clarificantes sin dosificación, lo cual induce variaciones en la calidad. El objetivo de esta investigación fue evaluar la dosis de agentes clarificantes naturales sobre el color y los sólidos en suspensión como características de calidad de la panela artesanal (PA). El estudio fue efectuado en la comunidad de Aguafria, cantón Junín. Se empleó un arreglo bifactorial A X B en DCA con tres réplicas por tratamiento, utilizando 25 L de jugo de caña de azúcar por cada réplica. Los agentes clarificantes usados fueron: extractos acuosos de corteza de *Triumfetta mollisima* Bark de 4 meses de edad y cáscara de *Theobroma cacao* madura de la variedad nacional, en tres dosis: 100, 130 y 160 mL·25 L⁻¹. La determinación de los sólidos suspendidos se hizo por método gravimétrico. La determinación del color se realizó midiendo la absorbancia a 560 nm. El tratamiento con menor cantidad de sólidos en suspensión fue T6 (solución de cáscara de *T. cacao* en 160 mL·25 L⁻¹ de jugo) con 0,1 g·100 g⁻¹ de PA. Para la variable color, el mejor tratamiento fue T3 (solución de *T. mollisima* con 160 mL·25 L⁻¹ de jugo) obteniendo una absorbancia de 57. Ambos parámetros están dentro de la norma INEN 2331:2002.

Palabras clave: cadillo blanco; cáscara de *Theobroma cacao*; calidad; artesanal; *Saccharum officinarum*.

Abstract

The clarification of the sugar cane juice removes impurities and improves the quality of panela. Traditionally, artisan panela producers use natural elements as clarifiers without dosage, which induces variations in quality. The objective of this research was to evaluate the dose of natural clarifying agents on color and suspended solids as quality characteristics of artisanal panela (PA). The study was carried out in the Aguafria community of Junín Municipality. A bifactorial AXB arrangement was used in CRD with three replications per treatment, using 25 L of sugarcane juice for each replication. The clarifying agents used were: aqueous extracts of 4-month-old *Triumfetta mollisima* bark and ripe cocoa, *Theobroma cacao*, shell of the national variety, in three doses: 100, 130 and 160 mL·25 L⁻¹. The determination of suspended solids was made by gravimetric method. Color determination was carried out by measuring the absorbance at 560 nm. The treatment with the least amount of suspended solids was T6 (*T. cacao* shell solution in 160 mL·25 L⁻¹ of juice) with 0.1 g·100 g⁻¹ of PA. For the color variable, the best treatment was T3 (*T. mollisima* solution with 160 mL·25 L⁻¹ of juice) obtaining an absorbance of 57. Both parameters were within the INEN 2331: 2002 standard.

Keywords: white cadillo; *Theobroma cacao* husk; quality; handmade; *Saccharum officinarum*.



Introducción

La producción mundial de panela en Latinoamérica y el Caribe es de alrededor de 13 millones de toneladas por año (González et al., 2016). Para la elaboración de este producto se necesita la materia prima, cuya fuente principal es la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). La panela es considerada un alimento primordial para la seguridad alimentaria, la economía agraria y el progreso rural en Latinoamérica (Gutiérrez et al., 2018).

Quezada et al. (2018) han señalado que en Ecuador existen aproximadamente 519 microempresas dedicadas a la producción de panela localizadas en diferentes provincias. Manabí es conocida por su potencial agrícola, y exactamente uno de los productos que se cultivan en esta área es la caña de azúcar; debido a su tradición, el cantón Junín utiliza la producción de la misma para elaborar subproductos como panela, alcohol etílico, dulces, entre otros (Cartay et al., 2019).

La Asociación de Productores de Caña de Azúcar del cantón Junín situada en la comunidad de Aguafría, mencionó que existen 30 productores que elaboran panela artesanal (Plan de Desarrollo de Ordenamiento Territorial, 2015). En tal elaboración trabaja en conjunto el núcleo familiar, generando estabilidad productiva que beneficia a la economía del cantón y de la Provincia (Ponce, 2010).

Para la elaboración de la panela artesanal, los productores utilizan agentes clarificantes naturales tales como: corteza de rama tierna de cacao, entre otros, los cuales tienen acción directa en la cantidad de sólidos en suspensión que se eliminan durante la clarificación de la panela. En este sentido, Caicedo y Saa (2011) indicaron que los agentes clarificantes naturales fueron los responsables de la recolección de sustancias y elementos no deseados en el jugo de la caña, proceso que permite la obtención de panela de buena calidad.

La utilización de estos agentes permiten la eliminación de los sólidos en suspensión, como hojas, arenas, sustancias coloidales y sólidos solubles presentes en el jugo de la caña. Además, mejora notablemente el color de la panela obteniendo un tono anaranjado de acuerdo a la variedad de caña utilizada (Quezada et al., 2016).

Al respecto, Demera et al. (2015) emplearon agentes clarificantes naturales en el proceso de purificación del jugo de caña de azúcar, demostrando que la corteza de rama tierna de cacao en dosis de $13 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, removió la mayor cantidad de sólidos en suspensión. Así mismo Fernández et al. (2020) utilizaron la cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) de variedad nacional para la clarificación del jugo de caña de azúcar, debido a las necesidades de diversificación de la obtención de agentes clarificantes naturales para la industria panelera ante el agotamiento de otros recursos naturales.

Por otra parte, el cadillo blanco (*Triumfetta mollissima* L.) es un arbusto que crece unos 3 metros de altura siendo cosechado a los

4 meses de edad, donde los tallos más gruesos y vigorosos fueron los que tuvieron la corteza y el mucílago de mejor calidad; que fueron aprovechados por la industria panelera para clarificar el jugo de caña de azúcar (Osorio, 2007). Loayza (2016) señaló que el aglutinante que presentó mayor efecto en cuanto a calidad y color de la panela fue el tratamiento con cadillo blanco en dosis de 800 mL en 200 L de jugo de caña.

El objetivo de esta investigación fue determinar la mejora en la calidad de la panela a través del color y los sólidos en suspensión de la panela artesanal de acuerdo a la norma INEN 2331:2002 panela sólida.

Metodología

Ubicación

Esta investigación se desarrolló en la comunidad de Aguafría del cantón Junín, provincia de Manabí con las siguientes coordenadas $0,9^{\circ}\text{S}$ y $-80,133^{\circ}\text{O}$. Los análisis de sólidos en suspensión y de color de la panela artesanal se realizaron en los laboratorios de Bromatología y Química Ambiental-Suelo, de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López "ESPAM" ubicada en el Sitio El Limón del cantón Bolívar de la provincia de Manabí, con las siguientes coordenadas geográficas: $0^{\circ}49'27''\text{S}$, $80^{\circ}10'47,2''\text{y}$ altitud de 15,5 msnm.

En la presente investigación los tipos de agentes clarificantes naturales utilizados fueron: la solución macerada de corteza de tallos en estado de madurez intermedio de cadillo blanco (*Triumfetta mollissima* L.) y la solución macerada de cáscara de cacao de mazorca madura de color amarillo característico de la variedad nacional.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) en arreglo bifactorial para desarrollar los tratamientos que se detallan en la tabla 1, tomando como referencia la investigación de Loayza (2016).

Tabla 1. Detalle de los tratamientos de los agentes clarificantes naturales.

Tratamientos	Descripción	
	Agentes clarificantes naturales	Dosis (mL) de agentes clarificantes naturales: 25 L^{-1} de jugo de caña de azúcar
T1	Cadillo blanco	100
T2	Cadillo blanco	130
T3	Cadillo blanco	160
T4	Cáscara de cacao	100
T5	Cáscara de cacao	130
T6	Cáscara de cacao	160



Previo al proceso de elaboración de la panela artesanal, se detalla seguidamente la preparación de las soluciones maceradas de los tallos de cadillo blanco y de cáscara de cacao madura de la variedad nacional, utilizadas para la clarificación del jugo de caña de azúcar (figura1).

Subproceso 1. Maceración de la corteza de tallos de cadillo blanco

Descortezado del cadillo blanco: se utilizaron tallos de cadillo blanco de cuatro meses edad (Caicedo y Saa, 2011), con una longitud de 80 a 100 cm y un diámetro de 2,5 a 3 cm. Una vez recolectados los tallos, se extrajo la corteza que fue utilizada para el proceso de clarificación del jugo de la caña de azúcar.

Maceración de la corteza de cadillo blanco: se dejó macerar 2 kg de la corteza del tallo del cadillo blanco en 5 L de agua destilada a temperatura ambiente (26 °C) en un recipiente de plástico de polietileno con capacidad de 10 L, durante 24 h.

Filtrado: se filtró el macerado con la ayuda de un tamiz de 125 µm marca Fieldmaster en un recipiente de plástico limpio. El filtrado se usó en el proceso de clarificación del jugo de caña de azúcar.

Subproceso 2. Maceración de la cáscara de cacao madura

Cortado de la cáscara de cacao de la mazorca madura: Se emplearon cáscaras de cacao de mazorca madura de color amarillo característico de la variedad nacional. Se cortó en trozos de 2 cm de largo con un cuchillo, sobre una mesa de acero.

Maceración de la cáscara de cacao: del producto cortado se utilizaron 2 kg y se dejó macerando en 5 L de agua destilada a temperatura ambiente, durante 24 h.

Filtrado: una vez obtenida la solución, ésta se filtró con la ayuda de un tamiz de 125 µm marca Fieldmaster, en un recipiente de plástico limpio de 10 L para su posterior uso.

Proceso principal: elaboración de panela artesanal

Recepción de la caña de azúcar: se realizó con un índice de madurez adecuado de 0,95 a 1 (Ramírez et al., 2014), en un lugar seco y limpio durante un tiempo máximo de 24 h antes de ser procesada.

Selección de la caña de azúcar: la caña de azúcar fue de la variedad P.O.I 2878, la cual tenía 5 entrenudos de longitud y 4 cm de diámetro. Se midieron los °Brix con un refractómetro marca Sper Scientific, modelo 30003s, estando la lectura entre 18 a 20 °Brix; asimismo, las cañas defectuosas (daño físico, mecánico y biológico, entre otros) se desecharon y las que se hallaban en buen estado pasaron al proceso de molienda.

Molienda: la caña de azúcar se introdujo por el molino del trapiche para extraer el jugo, separando el bagazo del proceso.

Clarificación del jugo por floculación: en esta etapa se utilizó un recipiente de acero inoxidable donde se agregaron los tratamientos de solución de agentes clarificantes naturales·25 L⁻¹ de jugo de caña como se muestra en la tabla 1. Seguidamente se calentaron los tratamientos entre 65 y 85 °C, lográndose que las impurezas

flotaran y pudieran ser eliminadas con un tamiz de 250 125 µm, marca Fieldmaster.

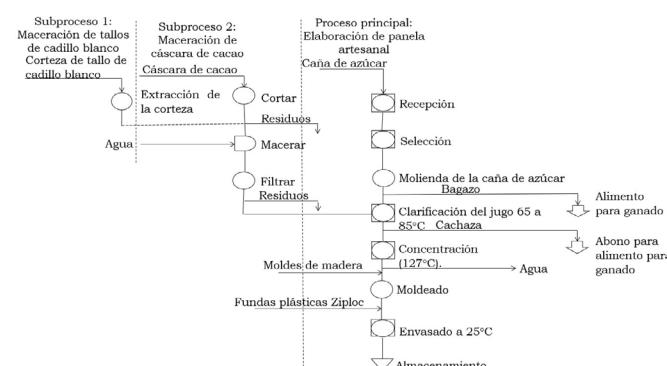
Concentración: una vez culminada la clarificación, se dejó concentrar el jugo en un recipiente de acero inoxidable realizando un batido con rapidez, mediante la utilización de una paleta de madera hasta que alcanzó una temperatura de 127 °C con 88 °Brix. El jugo concentrado alcanzó esta temperatura porque el punto de ebullición del agua se eleva cuando tiene solutos presentes.

Este proceso se realizó con el fin de lograr la consistencia deseada en el producto (semi sólida), teniendo una duración de 2 h.

Moldeo: el producto resultante se colocó en el molde de madera de mango previamente esterilizado hasta que se solidificó y endureció en 15 min.

Envasado: el producto panela sólida se envasó en fundas plásticas estériles tipo Ziploc a temperatura ambiente (26 °C), cada panela tuvo un peso de 0,68 kg.

Almacenamiento: se almacenó en gaveta plástica de marca Pika en un lugar seco a temperatura ambiente (26 °C).



Wilk) y homogeneidad de varianza (Levene). En caso de que no se cumplieran los supuestos de normalidad y homocedasticidad, se transformaron los datos a logaritmo decimal; si aun así no se cumplieron los supuestos, se usaron pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis y la correspondiente prueba a posteriori. Los análisis se realizaron utilizando el software SPSS 21 Versión Libre.

Tabla 2. Resultados de los tratamientos de las variables de color y sólidos en suspensión.

Tratamientos	Color	Sólidos en suspensión
T1	74 Abs	0,7 g
	85 Abs	0,6 g
	74 Abs	0,7 g
T2	63 Abs	0,3 g
	62 Abs	0,3 g
	67 Abs	0,4 g
T3	58 Abs	0,3 g
	63 Abs	0,3 g
	60 Abs	0,3 g
T4	63 Abs	0,4 g
	69 Abs	0,5 g
	62 Abs	0,3 g
T5	125 Abs	0,2 g
	123 Abs	0,3 g
	127 Abs	0,2 g
T6	152 Abs	0,1 g
	142 Abs	0,1 g
	145 Abs	0,1 g

Resultados

Los datos de color y de sólidos en suspensión no cumplieron con el supuesto de normalidad. La transformación a logaritmo decimal corrigió la falta de normalidad de los datos de los sólidos en suspensión, pero no de los datos de color. Los datos de los sólidos en suspensión cumplieron con el supuesto de normalidad y este se mantuvo luego de la transformación logarítmica. Las varianzas de los datos de color eran heterogéneas y esta situación no mejoró con la transformación logarítmica.

La prueba de Kruskal-Wallis reveló que el color difirió significativamente ($p=0,02$) entre los agentes clarificantes naturales, alcanzando promedios (\pm DE) de absorbancias de 125 con corteza macerada de cáscara de cacao y de 67 con corteza macerada de cadillo blanco (figura 2).

Como se aprecia en la figura 3, la prueba de Kruskal Wallis demostró que los sólidos en suspensión difirieron significativamente

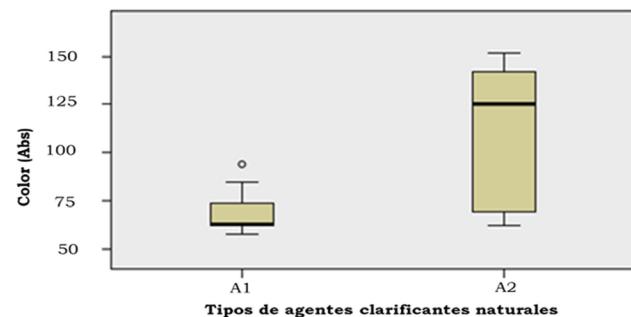


Figura 2. Absorbancia de las panelas artesanales con dos tipos de agentes clarificantes naturales, A1 cadillo blanco y A2 cáscara de cacao madura.

($p=0,047$), entre los tipos de agentes clarificantes, alcanzando promedios (\pm DE) $0,30 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de panela para la solución macerada de cadillo blanco y $0,20 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de panela para la solución macerada de cáscara de cacao.

En la prueba de Kruskal-Wallis de muestras independientes sólidos en suspensión, no hubo diferencias significativas para la variable de color; sin embargo, en la variable sólidos en suspensión se encontraron diferencias estadísticas significativas * $p<0,05$, para el factor dosis de agentes clarificantes naturales.

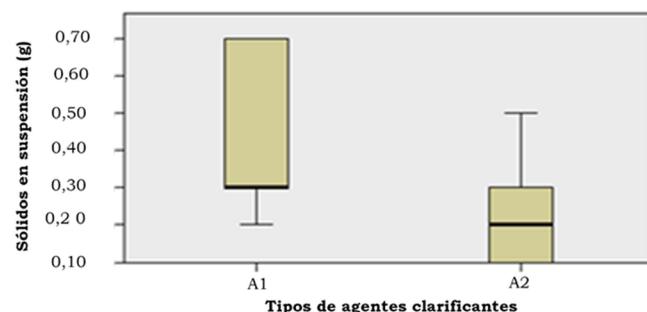


Figura 3. Sólidos en suspensión de las panelas artesanales con dos tipos de agentes clarificantes naturales, A1 cadillo blanco y A2 cáscara de cacao madura.

En cuanto a los sólidos en suspensión (figura 4), la prueba de ANOVA de una vía mostró diferencia significativa entre las dosis de los agentes clarificantes naturales ($p<0,004$).

La prueba de Kruskal-Wallis (figura 5) para el comportamiento del color varió entre los tipos de agentes clarificantes. La absorbancia disminuyó con la dosis de cadillo blanco, resultando la dosis de $100 \text{ mL} \cdot 25 \text{ L}^{-1}$ de jugo (T1) con un valor mayor al de la dosis $160 \text{ mL} \cdot 25 \text{ L}^{-1}$ de jugo (T3); la prueba a posteriori no logró separar la dosis de $130 \text{ mL} \cdot 25 \text{ L}^{-1}$ de jugo (T2) de las otras dos dosis. Con el cacao, la absorbancia mostró un comportamiento inverso aumentando con la dosis, obteniéndose una absorbancia mayor

Agentes clarificantes naturales y su efecto en el color y sólidos en suspensión en panela

con la dosis de $160 \text{ mL} \cdot 25 \text{ L}^{-1}$ de jugo (T6) a la dosis de $100 \text{ mL} \cdot 25 \text{ L}^{-1}$ de jugo (T4); la prueba a posteriori no logró separar la dosis de $130 \text{ mL} \cdot 25 \text{ L}^{-1}$ de jugo (T5) de las otras dos dosis.

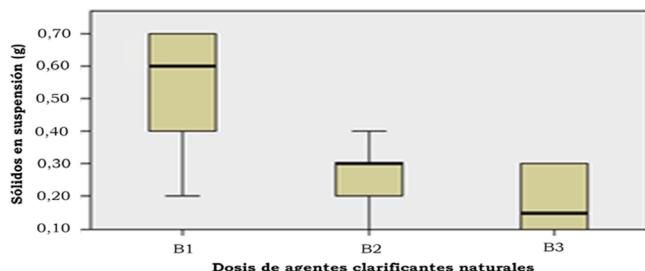


Figura 4. Concentración de sólidos en suspensión de panela artesanal con diferentes dosis de agentes clarificantes naturales, cadillo blanco y cáscara de cacao.

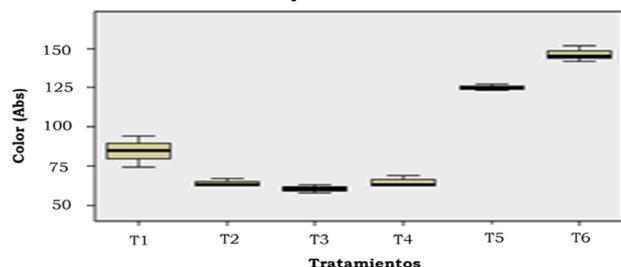


Figura 5. Absorbancia de las panelas artesanales con distintas dosis de agentes clarificantes naturales, cadillo blanco (T1-T3) y cáscara de cacao madura (T4-T6).

En la prueba de Kruskal-Wallis, la cantidad de sólidos en suspensión, varió entre los tipos de agentes clarificantes. Aumentado con la solución macerada de cadillo blanco, resultando la dosis de $100 \text{ mL} \cdot 25 \text{ L}^{-1}$ de jugo de caña de azúcar (T1) con un valor mayor al de las otras dos dosis, 160 mL (T3) y de $130 \text{ mL} \cdot 25 \text{ L}^{-1}$ de jugo de caña de azúcar (T2) las que obtuvieron valores similares (figura 6). Con la solución macerada de cáscara de cacao, los sólidos en suspensión revelaron un comportamiento contrario, obteniendo menor cantidad de sólidos en las panelas, con la dosis de $160 \text{ mL} \cdot 25 \text{ L}^{-1}$ de jugo de caña de azúcar (T6) en relación con los otros dos tratamientos (T4 y T5).

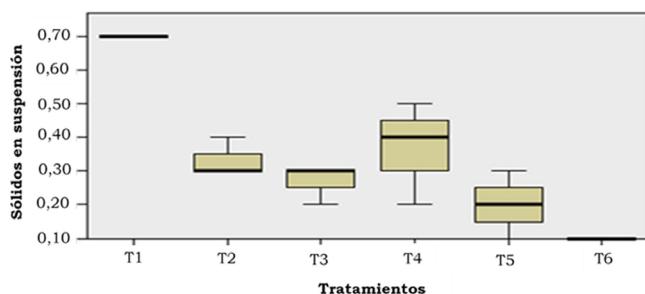


Figura 6. Sólidos en suspensión de las panelas artesanales con diferentes dosis de agentes clarificantes naturales, cadillo blanco (T1-T3) y cáscara de cacao madura (T4-T6).

Discusión

La norma INEN 2331:2002 para panela sólida, especifica que un producto de calidad debe tener un color medido a 550 nm en

un intervalo de absorbancia de 30 a 75 y sólidos en suspensión en el intervalo de $0,1$ a $1,0 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de panela. Los resultados del presente estudio revelaron que todos los tratamientos produjeron panelas cuyo contenido de sólidos en suspensión estuvieron dentro de la norma ($0,1$ a $0,7 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de panela). Sin embargo, solo los tratamientos con cadillo blanco en dosis de 130 y $160 \text{ mL} \cdot 25 \text{ L}^{-1}$ de jugo y el tratamiento con cacao en dosis de $100 \text{ mL} \cdot 25 \text{ L}^{-1}$ de jugo produjeron panelas cuyo color estuvo dentro de la norma, con absorbancias entre 57 y 70 . En este sentido, utilizando la solución de cadillo blanco de $160 \text{ mL} \cdot 25 \text{ L}^{-1}$ de jugo como único agente clarificante, se obtendría una panela cuyas características estarían dentro de la norma (57 de absorbancia y $0,3 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de panela). Sin embargo, utilizando simultáneamente los dos clarificantes, cadillo blanco en dosis de $160 \text{ mL} \cdot 25 \text{ L}^{-1}$ de jugo de caña y solución de cacao en dosis de $100 \text{ mL} \cdot 25 \text{ L}^{-1}$ de jugo, se obtendría un producto optimizado (con 57 de absorbancia y $0,1 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de panela). Demera et al. (2015) utilizaron mucílago de corteza de rama de cacao tierna para clarificar jugo de caña de azúcar, y encontraron que el tratamiento que removió la mayor cantidad de sólidos en suspensión fue el que contenía el clarificante en dosis de $13 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$. En contraste, con los resultados del presente estudio, el mejor tratamiento fue la solución macerada de cáscara de cacao madura variedad nacional en dosis de $100 \text{ mL} \cdot 25 \text{ L}^{-1}$ de jugo de caña de azúcar, obteniéndose la menor cantidad de sólidos en suspensión $0,1 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de panela artesanal.

Por otra parte, González et al. (2016) obtuvieron resultados similares de sólidos en suspensión en panela artesanal ($0,6$ y $0,8 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de panela), empleando clarificantes como el guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lamark 1767) que es una malvácea como el cacao, y cal (CaO). Otros autores, como Flores y Tafur (2012) expresaron que en jugo pasteurizado de caña de azúcar negra a 100°C obtuvieron un valor en sólidos en suspensión de $0,04 \text{ g}$.

Referente al color de la panela artesanal, Loayza (2016) evaluó tres agentes clarificantes de la familia Malvaceae, balsa, *Helicocarpus americanus* L.; guásimo, *G. ulmifolia* y cadillo blanco, *T. mollissima* L. Reportó el autor que el clarificante que proporcionó la mejor calidad y color de la panela fue el cadillo blanco en dosis de $100 \text{ mL} \cdot 25 \text{ L}^{-1}$ de jugo de caña. Esta dosis fue inferior a la utilizada en el presente estudio ($160 \text{ mL} \cdot 25 \text{ L}^{-1}$ de jugo de caña).

Conclusiones

La obtención de una panela artesanal que cumpla con la norma INEN 2331:2002 puede lograrse utilizando la solución macerada de cadillo blanco, *T. mollissima*, en dosis de $160 \text{ mL} \cdot 25 \text{ L}^{-1}$ de jugo de caña, mejorando el atributo color y para eliminar sólidos en suspensión se debe usar la solución macerada de cáscara de cacao (*T. cacao*) de la mazorca madura de la variedad nacional, en dosis de $160 \text{ mL} \cdot 25 \text{ L}^{-1}$ de jugo de caña.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés en la presente publicación en ninguna de sus fases.



Referencias bibliográficas

- Caicedo Velasco, D. y Saa Rivera, I. (2011). *Estandarización de una fórmula de aglutinante natural extraído de la planta cadillo (*Triumfetta lappula*) para emplearse como clarificante en la producción de panela.* [Tesis de grado, Ingeniero, Agroindustrial Universidad de San Buenaventura]. Repositorio de la Universidad de San Buenaventura. http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/1346/1/Estandarizacion_Aglutinante_panela_Caicedo_2011.pdf
- Cartay Angulo, R., García Briones, M., Mesa Moreira D., Intriago Estrella, J. y Romero García, F. (2019). Caracterización económica de un productor de aguardiente en Junín, Manabí, Ecuador. *Revista ECA Sinergia*, 10(1), 85-97. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6819755>
- Demera Lucas, F. M., Almeida Vera, A. M., Moreira Palacios, J. C., Zambrano Velázquez, L. D., Loor Cusme, R. K., y Cedeño Alcívar, D. C. (2015). Clarificación del jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) mediante el empleo de mucilagos naturales. *Revista Alimentos Hoy*, 23(36), 51-61. <https://alimentoshoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/344>
- Fernández Escobar, Á. O., Torres Navarrete, E., y Espinoza Oviedo, B. J. (2020). *Efecto de la viscosidad del mucílago de cáscara de cacao nacional en la clarificación de jugo de caña de la variedad Ragnan*. Editorial Grupo Compás. <http://142.93.18.15:8080/jspui/bitstream/123456789/579/1/Angel%20Oliverio.pdf>
- Flores Garazatúa, J. A. y Tafur Gallardo, A. P. (2012). *Conservación de jugo de Saccharum officinarum (caña de azúcar) como bebida refrescante.* [Tesis de grado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio Facultad de Industrias Alimentarias. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/2975/T%2020664.028%20T14.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- González, J., Escobar, J., Uvidia, H., González, V., Borja, N. y Ramírez, J. (2016). Calidad de la producción de panelas utilizadas para la alimentación animal en la Amazonía Ecuatoriana. *Revista REDVET. Electrónica de Veterinaria*, 17(12), 1-8. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63649052022.pdf>
- Gutiérrez Mosquera, L. F., Arias Giraldo, S. y Ceballos Peñaloza, A. M. (2018). Actualidad del sistema productivo tradicional de panela en Colombia: Análisis de mejoras y alternativas tecnológicas. *Revista Ingeniería y Competitividad*, 20(1), 107-123. https://revistaingenieria.univalle.edu.co/index.php/ingenieria_y_competitividad/%20article%20/view%20/6190
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2002). *Panela sólida.* (INEN 2331). <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2331.pdf>.
- Loayza Romero, M. V. (2016). *Efecto de tres aglutinantes orgánicos en dos dosis como blanqueadores de panela.* [Tesis de grado, Universidad Nacional De Loja]. Repositorio Universidad Nacional de Loja, <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/14369/1/Marco%20Vinicio%20Loayza%20Romero%20%20-%20Biblioteca.pdf>
- Osorio, G. (2007). *Manual técnico buenas prácticas agrícolas (BBA) y buenas prácticas de manufactura (BPM) en la producción de caña y panela.* Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/18313>.
- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. (16 de marzo de 2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial PDOT Junín. No. (1360000710001).* http://app.sni.gob.ec/snlink/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1360000710001_PDOT%20JUNIN%202015D_16-03-2015_12-05-15.pdf
- Ponce Vargas, R. A. (2010). Transformación productiva. *Revista Eca-Sinergia*, 1(1), 13-15. <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/ECASinergia/article/view/876/777>.
- Quezada Moreno, W., Gallardo, I. y Torres, M. (2016). El color en la calidad de los edulcorantes de la agroindustria panelera. *Revista Afinidad*, 73(573), 26-30. <https://raco.cat/index.php/afinidad/article/view/308430/398445>.
- Quezada, W. F., Quezada Torres, W., W. D. y Molina Borja, F. A. (2018). Agroindustria panelera: Alternativa para su intensificación. *Revista Kne Engineering*, 3(1), 19-27. <file:///C:/Users/USER/Downloads/1409-Article%20Text-7464-1-10-20180211.pdf>
- Ramírez Durán, J., Insuasty Burbano, O. y Viveros Valens, C. A. (2014). Comportamiento agroindustrial de diez variedades de caña de azúcar para producción de panela en Santander, Colombia. Corpoica. *Revista Ciencia y*



- Tecnología Agropecuaria, 15(2), 183-195. http://revista.corpoica.org.co/index.php/revista/article/view/358*
- Ramos Salinas, Y.M. (2013). *Evaluación de dos tipos de mucilagos: balso blanco (Heliocarpus americanus) y cadillo (Triumfetta mollissima)*. Para mejorar el descachazado en el proceso de elaboración de panela en Lago Agrio. [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica Equinoccial]. Repositorio de Ingeniería e industrias facultad: Ingeniería Agroindustrial UTE. http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/19114/6555_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Contribución de los autores

Autores	Contribución
Beatriz María Bravo Zamora	Concepción y diseño, investigación; metodología, redacción.
Vicky Yuliana Parrales Mendoza	Revisión bibliográfica, análisis de datos interpretación de los datos.
José Carlos Delgado Ríos	Metodología, redacción y revisión del artículo, búsqueda de información, análisis e interpretación de datos.
Nieve Esther Lectong Cusme	Revisión bibliográfica, recolección
Isaac Leonel López Pinargote	Adquisición de datos, aplicación de Software estadístico, análisis e interpretación.
Kathy Sayonara Reyna Arias	Ánalisis de datos interpretación de los datos y revisión del contenido del manuscrito.





Estabilidad oxidativa del aceite de girasol en diferentes condiciones de almacenamiento

Oxidative stability of sunflower oil under different storage conditions

Autores

- ✉ ¹*Mabel Leonela Laz Mero 
✉ ²Miguel Alejandro Tuárez Párraga 
✉ ³Rosa Alexandra Córdova-Mosquera 

¹Escuela Superior Politécnica Agropecuaria Manabí. Sitio El Limón, Calceta, Manabí, Ecuador.

²La Fabril S.A. Montecristi, Km 5 ½ vía Manta, Manabí, Ecuador.

³Departamento de Procesos Químicos. Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas. Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

*Autor de correspondencia.

Citacion sugerida: Laz Mero, M. L., Tuárez Párraga, M. A. y Córdova-Mosquera, R. A. (2021). Estabilidad oxidativa del aceite de girasol en diferentes condiciones de almacenamiento. *La Técnica*, 11(2), 94-98.

DOI: https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i26.4108

Recibido: Junio 08, 2021

Aceptado: Julio 01, 2021

Publicado: Julio 08, 2021

Resumen

La principal alteración de los alimentos que contienen aceites o grasas, se debe a la oxidación de los radicales de ácidos grasos de los compuestos glicéricos para formar aldehídos, cetonas y ácidos volátiles, que son los responsables del desagradable olor y sabor a rancio, generando rechazo en los consumidores. Por ello, el objetivo de la investigación consistió en evaluar la estabilidad oxidativa del aceite de girasol en diferentes condiciones de almacenamiento (envases tapados y envases destapados) y en condiciones ambientales controladas ($27 \pm 2^\circ\text{C}$; HR: $75 \pm 10\%$). El seguimiento se realizó con períodos constantes, monitoreando la oxidación a través del índice de peróxido descrita por American Oil Chemists' Society (AOCS), utilizando la prueba de Kruskal Wallis para analizar estadísticamente los datos; evidenciando que durante las semanas evaluadas no hubo diferencias significativas ($p>0.05$). Sin embargo, en las condiciones de almacenamiento si hubo diferencias significativas ($p<0.05$), con lo que se determinó mayor estabilidad oxidativa del aceite de girasol con envases tapados a diferencia de los destapados.

Palabras clave: ácidos grasos; almacenamiento; estabilidad; oxidación del aceite de girasol; peróxido.

Abstract

The main alteration of foods that contain oils or fats is due to the oxidation of the fatty acid radicals of the glyceric compounds to form aldehydes, ketones and volatile acids, which are responsible for the unpleasant smell and rancid taste, generating rejection in the consumers. Therefore, the objective of the research consisted in evaluating the oxidative stability of sunflower oil in different storage conditions (capped containers and uncapped containers) and under controlled environmental conditions ($27 \pm 2^\circ\text{C}$; HR: $75 \pm 10\%$). The follow-up was performed with constant periods, monitoring the oxidation through the peroxide index described by the American Oil Chemists' Society (AOCS), using the Kruskal Wallis test to statistically analyze the data; showing that during the weeks evaluated there was no significant difference ($p>0.05$). However, under the storage conditions there was a significant difference ($p<0.05$), with which greater oxidative stability of sunflower oil was determined with capped containers as opposed to uncapped ones.

Keywords: fatty acids; storage; stability; sunflower oil oxidation; peroxide.

Introducción

Actualmente, de la producción global de semillas oleaginosas (431 millones de toneladas en 2017/18), es la semilla de girasol la que representa un 9%, ocupando la tercera posición en la producción mundial después de la soya y la colza (García, 2019), el aceite de girasol, se obtiene de la semilla del girasol (*Helianthus annuus*); está a su vez es originaria de Norteamérica (Campbell, 1983); es rica en ácidos grasos insaturados oleico y linoleico (Ledeña et al., 2019), representando el 90% de su composición y los ácidos grasos saturados palmiticos y esteáricos equivalente al 10% (Díaz et al., 2009).

Durante el proceso de obtención, refinación y almacenamiento del aceite de girasol, se producen algunos cambios oxidativos en su masa por presencia de aire (Mantilla y Jara, 2019), dichas alteraciones dependen de la naturaleza y la concentración de los ácidos grasos; asimismo, de las condiciones de almacenamiento (luz, temperatura, humedad) (Căpruciu y Săvescu, 2012).

Tuğba y Medeni (2015) y Vergara (2017) en sus investigaciones mencionaron que uno de los principales problemas que presenta este tipo de grasas o aceites de origen vegetal, es que, durante el almacenamiento, los fitonutrientes que poseen se pueden deteriorar debido a fenómenos oxidativos potencialmente tóxicos; provocando olores rancios y sabores desagradables, afectando la calidad nutricional y la seguridad del producto. Por su parte, Crapiste et al. (1999) y Navas (2010), coincidieron con lo ya descrito, donde manifestaron que la mayor preocupación de las industrias alimenticias son los cambios fisicoquímicos, siendo la rancidez oxidativa la principal causa de la pérdida de calidad de los aceites.

Adicionalmente, la tecnología para evaluar la oxidación de los lípidos es determinada por métodos que permiten obtener el control de las propiedades organolépticas o de diferentes cambios químicos y físicos (Gray, 1978). La mayoría de los métodos disponibles pueden clasificarse como aquellos que miden cambios primarios o secundarios.

Los productos oxidativos primarios pueden controlarse mediante el índice de peróxido, el aumento de peso de la pérdida de ácidos grasos insaturados, entre otros. Los cambios secundarios tales como aldehídos y cetonas se miden generalmente mediante el valor de p-anisidina, la prueba del ácido tiobarbitúrico y las técnicas cromatográficas que analizan compuestos de oxidación específicos. Sin embargo, no existe un método estándar para detectar los cambios oxidativos durante todo el proceso, y suele ser necesaria una combinación de diferentes técnicas analíticas (Warner y Eskin, 1995).

Algunas investigaciones, entre los cuales se cita Alberca y Huanca (2015) y Cert (2017) mencionaron que la principal alteración de los alimentos que contienen aceites o grasas se debe

a la oxidación de los radicales de ácidos grasos de los compuestos glicéricos para formar aldehídos, cetonas y ácidos volátiles que son los responsables del desagradable olor y sabor a rancio; por consiguiente, el propósito de esta investigación consistió en evaluar la estabilidad oxidativa del aceite de girasol en diferentes condiciones de almacenamiento, para evitar pérdidas organolépticas que influyan en la calidad del producto, vista por una perspectiva de los principales consumidores.

Metodología

Para el desarrollo de la investigación, se utilizó aceite de girasol adquirido en supermercados, muestreando cuatro envases del mismo lote: L466178, se almacenaron en sus envases originales, de los cuales dos permanecieron tapados y dos destapados para aumentar el contenido de oxígeno en el espacio libre, como se practica en la manipulación doméstica; en condiciones ambientales controladas ($27 \pm 2^\circ\text{C}$; HR: $75 \pm 10\%$), durante 13 semanas, equivalente al 50% de la vida útil de este producto. El seguimiento se realizó utilizando métodos estandarizados para análisis de aceites y grasas descrita por el Instituto Ecuatoriano de Normalización NTE-INEN-26 (2012), donde estableció los requisitos que debe cumplir el aceite de girasol.

Los análisis fisicoquímicos se realizaron por duplicado, en el laboratorio de la Fabril S.A., ubicado en el cantón Montecristi, provincia Manabí, Ecuador.

Índice de peróxido

El Índice de peróxido se realizó, empleando los siguientes equipos: Balanza analítica Mettler-T AB-204-S con sensibilidad de $\pm 0,0001$ g, placa calefactora Scientifica, bureta digital BRANDTM 4760161 Tipo A, con precisión de $\pm 0,02\%$ y capacidad de 0 a 50 mL; manteniendo constante el peso de muestra ($5,0 \pm 0,01$ g) y siguiendo los estándares autorizados AOCS Cd 8b-90 (2017). Los resultados se expresan en miliequivalentes de oxígeno activo por kg de grasa. Adicionalmente, la NTE INEN 26:2012 menciona que el aceite comestible de girasol debe presentar aspecto límpido, color amarillento, y no debe contener materias extrañas, sustancias que modifiquen su aroma o color.

Análisis estadísticos

Para evaluar la estabilidad oxidativa del aceite de girasol en diferentes condiciones de almacenamiento se utilizó la prueba de Kruskal Wallis, mediante el programa estadístico SPSS, validando diferencias significativas entre ambas condiciones de almacenamiento y durante el tiempo evaluado, para lo cual se registraron valores semanales de índice de peróxido.

Resultados

Los resultados del comportamiento del índice de peróxido en diferentes condiciones de almacenamiento y durante el tiempo evaluado se muestran en la figura 1, tabla 1, donde, en el envase destapado se incrementó el índice de peróxido a partir de la



Estabilidad oxidativa del aceite de girasol en diferentes condiciones de almacenamiento

segunda semana hasta llegar a la sexta semana, donde la curva de oxidación se estabilizó; mientras que, en el envase tapado sus valores se mantuvieron estables.

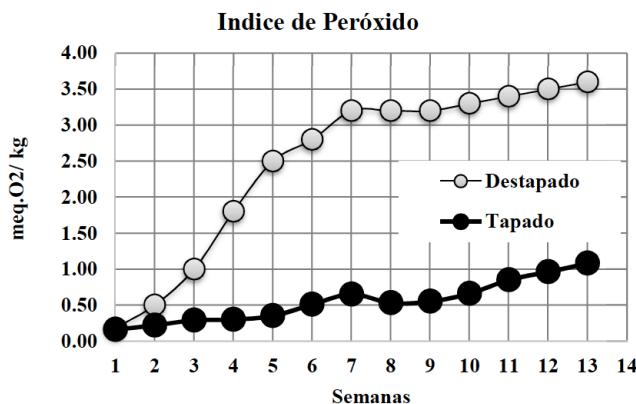


Figura 1. Comportamiento del índice de peróxido por semanas.

Tabla 1. Prueba de homogeneidad de varianza.

Estadístico de Levene	Gl1	Gl2	Sig.
Semanas	12	13	0,000

Asimismo, el análisis estadístico como se evidencia en la tabla 1, según prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, las variables evaluadas no mantuvieron una distribución normal. Por tanto, se realizó una prueba no paramétrica de Kruskal Wallis (tabla 2).

Tabla 2. Prueba Kruskal Wallis por semana.

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución del Índice de Peróxido es la misma entre las categorías de semanas	Prueba Kruskal Wallis de muestras independientes	0,352	Retener la hipótesis nula

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Como se aprecia en el tabla 2, los resultados obtenidos mediante la prueba de Kruskal Wallis durante las semanas evaluadas fue mayor a 0,05. Por lo que, se determinó que estadísticamente no hubo diferencias significativas entre las semanas evaluadas.

Como se evidencia en el tabla 3, según la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, las variables evaluadas no siguieron

una distribución normal. Por tal razón, se realizó una prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

Tabla 3. Prueba de homogeneidad de varianzas.

Estadístico de Levene	gl1	Gl2	Sig.
Condiciones de almacenamiento	1	24	0,000

Como se aprecia en el tabla 4, los resultados obtenidos mediante la prueba de Kruskal Wallis con las condiciones de almacenamiento fue menor a 0,05. Por tal motivo, se determinó que estadísticamente hubo diferencias significativas entre las condiciones de almacenamiento, lo cual fue influenciado por la exposición directa de aire.

Tabla 4. Resumen de prueba de hipótesis.

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución del índice de peróxido es la misma entre las categorías de condiciones de almacenamiento	Prueba Kruskal Wallis de muestras independientes	0,001	Rechazar la hipótesis nula

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Discusión

Los resultados obtenidos durante 13 semanas en diferentes condiciones de almacenamiento, demostraron que los índices de peróxidos en los envases tapados oscilaron entre 0,16 a 1,8 meq O₂·kg⁻¹, mientras que, con los envases destapados se obtuvieron resultados de 0,18 a 3,6 meq O₂·kg⁻¹, cumpliendo con la especificación de peróxido según la NTE-INEN-26:2012, donde es permitido un valor máximo de 10,0 meq O₂·kg⁻¹, por lo tanto, ambos sistemas evaluados se encontraron dentro de los parámetros establecidos que debe cumplir el aceite de girasol. Sin embargo, estadísticamente hubo diferencias significativas, teniendo mayor afectación los envases destapados por el ingreso de oxígeno; y esto se dio por el proceso de autooxidación, el cual causa envejecimiento acelerado en productos lípidos, generando reacciones en cadenas de radicales libres, en la que a partir de ácidos grasos y oxígeno se van formando peróxidos e hidroperóxido (Villanueva et al., 2017).

Estudios con aceite de girasol realizados por Ramezani (2004) reportan valores entre 1,05 a 1,74 meq O₂·kg⁻¹, durante 90 días en una habitación oscura a 26,9 °C, concordando con los resultados obtenidos en el presente estudio. Por otra parte, Romanic et al. (2009) obtuvieron valores de 4,96 a 5,72 meq O₂·kg⁻¹ con envases de PET durante seis meses, los cuales fueron superiores a los reportados en la presente investigación.



En cuanto a, investigaciones realizadas con otros tipos de aceite vegetal no coincidieron con lo alcanzado en este estudio, tal es el caso, de la estabilidad oxidativa en diferentes condiciones de almacenamiento del aceite de semillas de tuna (Ettalibi et al., 2020) quienes señalaron valores de índice de peróxido de 3,4 a 30,5 mEq O₂·kg⁻¹ a 25 °C, lo mismo ocurrió con Rodríguez et al. (2015) donde evaluaron la estabilidad oxidativa del aceite de sacha inchi, al inicio se obtuvo 2 mEq O₂·kg⁻¹, lo cual estuvo dentro del límite permitido para aceites; sin embargo, en el tiempo de estabilidad oxidativa a 90, 100 y 110 °C se incrementaron hasta 74,97 mEq O₂·kg⁻¹.

De acuerdo a estos estudios realizados por los autores mencionados se evidenció que estos aceites vegetales (tuna y sacha inchi) se encontraron por encima de los valores de índice de peróxido permitido por la NTE-INEN-26:2012, esto se debió a que el aceite vegetal tuna se ha caracterizado por presentar un alto contenido en ácidos grasos insaturados, rico en ácidos oleico (C18:1) y linoleico (C18:2) con una proporción de 16,7 y 70,3%, respectivamente (Ghazi et al., 2013; Salma et al., 2013), lo mismo ocurrió con el aceite de sacha inchi que presentó alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados, principalmente de ácido alfa-linolénico (C18:3, omega-3) entre 47 a 51% y el ácido linoléico (C18:2, omega-6) de 34 a 37%, respectivamente (Guillén et al., 2003; Fanali et al., 2011; Paucar et al., 2015).

Por consiguiente, el alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados de estos aceites fue un factor que podría atentar contra su estabilidad oxidativa, a diferencia del aceite de girasol que según estudios realizados por Zaunschirm et al. (2018) demostraron una alta cantidad de ácido oleico (C18:1) 76,7% y linoleico (C18:2) 15,4%.

Conclusiones

La estabilidad oxidativa del aceite de girasol es afectada por las condiciones de almacenamiento, en donde se determina la mayor afectación con envases destapados. A pesar de aquello, no es afectada por el tiempo de almacenamiento al completar el 50% de su vida útil (13 semanas). Por otra parte, existen múltiples antioxidantes que son utilizados para mitigar los fenómenos oxidativos de los productos oleaginosos.

Se recomienda realizar investigaciones acerca de condiciones de almacenamientos, tipos de envases y procesos de refinación para este tipo de producto.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés en la presente publicación en ninguna de sus fases.

Referencias bibliográficas

Alberca, S., y Huanca, M. (2015). Evaluación del índice de estabilidad oxidativa del aceite de moringa (*Moringa oleifera*) por el método rancimat. *Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 2(2), 50-69.

- American Oil Chemists' Society. AOCS Cd 8b-90. (2017). Peroxide Value Acetic Acid-Isooctane Method. <https://www.scribd.com/document/124556418/AOCS-CD-8b-90-Peroxidos>
- Campbell, E. (1983). Sunflower oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 60(2Part2), 387-392. <https://doi.org/10.1007/BF02543524>
- Căpriciu, R. and Săvescu, P. (2012). Analysis of the oxidation sunflower oil bottled in containers of different capacities. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 18(4), 315-317.
- Cert, R. (2017). Estudio de la estabilidad oxidativa de aceites funcionalizados con derivados de hidroxitirosol [Tesis doctoral, Universidad de Sevilla]. <https://idus.us.es/handle/11441/71353>
- Crapiste, G., Brevedan, M. and Carelli, A. (1999). Oxidation of sunflower oil during storage. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 76(12), 1437. <https://doi.org/10.1007/s11746-999-0181-5>
- Díaz, M., Ledeá, O., Gómez, M., Garcés, R., Alaiz, M. y Martínez, E. (2009). Estudio comparativo de la ozonización de aceites de girasol modificados genéticamente y sin modificar. *Química Nova*, 32(9), 2467-2472. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000900041>
- Ettalibi, F., El Antari, A., Gadhi, C. and Harrak, H. (2020). Oxidative stability at different storage conditions and adulteration detection of prickly pear seeds oil. *Journal of Food Quality*, 1-12. <https://doi.org/10.1155/2020/8837090>
- Fanali, C., Dugo, L., Cacciola, F., Beccaria, M., Grasso, S., Dachà, M., Dugo, P. and Mondello, L. (2011). Chemical characterization of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(24), 13043-13049. <https://doi.org/10.1021/jf203184y>
- García, A. (2019). Obtención de aceites comestibles a partir de nuevas semillas de girasol enriquecidas en fitoesteroles [Tesis doctoral, Universidad Pablo de Olavide]. <https://rio.upo.es/xmlui/handle/10433/7571>
- Ghazi, Z., Ramdani, M., Fauconnier, M., Mahi, B. and Cheikh, R. (2013). Composition of seed oil of *Opuntia ficus indica* and *Opuntia dillenii* from Morocco. *Journal of Materials and Environmental Science*, 4(6), 967-972.



- Gray, J. (1978). Measurement of lipid oxidation: A review. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 55(6), 539-546. <https://doi.org/10.1007/BF02668066>
- Guillén, M., Ruiz, A., Cabo, N., Chirinos, R. and Pascual, G. (2003). Characterization of sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil by FTIR spectroscopy and 1H NMR. Comparison with linseed oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 80(8), 755-762. <https://doi.org/10.1007/s11746-003-0768-z>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. NTE-INEN-26. (2012). *Aceite de Girasol. Requisitos*. <http://apps.normalizacion.gob.ec/descarga/>
- Ledea, O., Fernández, L., Gil, D., Tena, N., Garcés, R., Martínez, E. and Salas, J. (2019). Characterization of different ozonized sunflower oils I. Chemical changes during ozonization. *Grasas y Aceites*, 70(4), 329. <https://doi.org/10.3989/gya.1166182>
- Mantilla, M. and Jara, D. (2019). Índice de oxidabilidad del aceite de *Helianthus annuus* L. "Girasol" expuesto a calentamiento discontinuo en frituras de carne fresca y desecada. *Agroindustrial Science*, 9(1), 39-46. <http://dx.doi.org/10.17268/agoind.sci.2019.01.05>
- Navas, P. (2010). Componentes minoritarios y propiedades antioxidantes de aceites vírgenes y tortas residuales obtenidos por presión en frío a partir de fuentes vegetales convencionales y no convencionales. [Tesis doctoral, Universidad de Castilla-La Mancha]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=87568>
- Paucar, L., Salvador, R., Guillén, J., Capa, J. y Moreno, C. (2015). Estudio comparativo de las características fisico-químicas del aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* l.), aceite de oliva (*Olea europaea*) y aceite crudo de pescado. *Scientia Agropecuaria*, 6(4), 279-290. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2015.04.05>
- Ramezani, R. (2004). The effect of packaging materials and storage condition on the oxidative stability of refined sunflower oil. *Food Science and Technology Research*, 10(3), 350-354. <https://doi.org/10.3136/fstr.10.350>
- Rodríguez, G., Villanueva, E., Glorio, P., y Baquerizo, M. (2015). Estabilidad oxidativa y estimación de la vida útil del aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.). *Scientia Agropecuaria*, 6(3), 155-163. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2015.03.02>
- Romanić, R., Dimić, E., Lazić, V. and Vujsinović, V. (2009). Oxidative stability and tocopherol content of refined sunflower oil during long-term storage in different commercial packagings. *Acta Alimentaria*, 38(3), 319-327. <https://doi.org/10.1556/AAlim.2009.0001>
- Salma, Z., Gharby, G. and El Hadek, H. (2013). Physicochemical characterization of *Opuntia ficus-indica* seed oil from Morocco. *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 10(1). <https://doi.org/10.13005/bbra>
- Tuğba, I. and Medeni, M. (2015). Effect of the phytochemicals curcumin, cinnamaldehyde, thymol and carvacrol on the oxidative stability of corn and palm oils at frying temperatures. *Journal of Food Science and Technology*, 52(12), 8041-8049. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-1913-1>
- Vergara, C. (2017). Efecto del aceite esencial de canela en los parámetros químicos y estabilidad oxidativa del aceite de palma durante un tratamiento de almacenamiento acelerado [Tesis de máster, Universitat Politècnica de València]. <http://polipapers.upv.es/index.php/IA/article/view/3293>
- Villanueva, E., Rodriguez, G., Aguirre, E. and Castro, V. (2017). Influence of antioxidants on oxidative stability of the oil Chia (*Salvia hispanica* L.) by rancimat. *Scientia Agropecuaria*, 8(1), 19-27. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.01.02>
- Warner, K. y Eskin, M. (1995). Métodos para acceder a la calidad y estabilidad de los aceites y alimentos que contienen grasas (1era Ed.). Publicaciones de AOCS. <https://doi.org/10.1201/9781439831984>
- Zaunschirm, M., Pignitter, M., Kienesberger, J., Hernler, N., Rieger, C., Eggersdorfer, M. and Somoza, V. (2018). Contribution of the ratio of tocopherol homologs to the oxidative stability of commercial vegetable oils. *Molecules*, 23(1), 1-15. <https://doi.org/10.3390/molecules23010206>

Contribución de los autores

Autores	Contribución
Mabel Leonela Laz Mero	Diseño de la investigación; revisión bibliográfica, análisis e interpretación de los datos, preparación y edición del manuscrito.
Miguel Alejandro Tuárez Párraga	Preparación y edición del manuscrito, Interpretación de los datos. Análisis de datos y corrección de estilo.
Rosa Alexandra Córdova-Mosquera	Ánalisis e interpretación de los datos, preparación y edición del manuscrito y corrección de estilo.



El uso del Diagrama de Ishikawa para identificar las causas de contaminación en la línea de producción de matanza de ganado

The use of the Ishikawa Diagram to identify the causes of contamination in the cattle slaughter production line

Autores

✉ ¹Gabriel Arthur Basilio dos Santos 

✉ ¹*Gevair Campos 

¹Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.

*Autor de correspondencia.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue identificar las causas y efectos de la contaminación en una línea de producción de faena de ganado. Consecuentemente desarrollar prácticas para que no ocurran los mismos errores en la línea de producción. Fue una investigación cuantitativa que utilizó procedimientos estructurados e instrumentos formales para la recolección de datos, enfatizando la objetividad, en la recolección y análisis de datos numéricos mediante procedimientos estadísticos. Se utilizó el Diagrama de Ishikawa para ilustrar las causas y los efectos. Los principales resultados incluyeron mejoras en el proceso, descubrimiento de cuellos de botella en la línea de producción, mejora de la comunicación de los empleados, entre otros. Otro aporte destacado del estudio fueron las propuestas para corregir las fallas encontradas, buscando mantener el estándar de calidad del producto. A través del diagrama de Ishikawa, fue posible identificar las principales causas de contaminación en el despacho, posibilitando una propuesta de procesos no productivos, con el fin de agregar calidad al producto final.

Palabras clave: calidad; contaminación; carne.

Abstract

The objective of this work was to identify the causes and effects of contamination in a cattle slaughter production line. Consequently develop practices so that the same mistakes do not occur on the production line. The work was a quantitative research using structured procedures and formal instruments for data collection, emphasizing objectivity, in collecting and analyzing data numerical through statistical procedures. The Ishikawa Diagram was used to illustrate the causes and effects. The main results include improvements in the process, discovery of bottlenecks in the production line, improved communication between employees, among others. Another outstanding contribution from the studio was the proposals to correct the fallas found, seeking to maintain the standard of quality of the product. Through the Ishikawa Diagram, it was possible to identify the main causes of contamination in the dispatch, enabling a proposal for non-production processes, in order to add quality to the final product.

Keywords: quality; contamination; beef.

Recibido: Mayo 13, 2021

Aceptado: Junio 25, 2021

Publicado: Julio 08, 2021



Introducción

Según Mazza (2014) la cooperativa es una organización integrada por miembros de un determinado grupo económico o social que con las siguientes premisas: identidad de propósitos e intereses; acción conjunta, voluntaria y objetiva para coordinar contribuciones y servicios; y la obtención de resultados útiles y comunes para todos. Como forma de ayudar a la población, buena parte de los carníceros de Unaí decidió crear la Cooperativa de los Carniceros de Unaí o como se conoce al Frigorífico União en 2004. La composición actual del matadero es de 17 socios, de los cuales cuatro llevan en el matadero desde su fundación.

El proceso de sacrificio es supervisado por el Servicio Federal de Inspección (SIF) y debe ir al 100% de acuerdo con sus reglas. Algunos procedimientos que se aplican en la práctica son: Buenas Prácticas de Manufactura (GMP), Procedimientos Estándar de Higiene Operativa (PPHO), Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP), Procedimientos Operativos Estándar (POP), entre otros. Para implementar un sistema de gestión de la calidad, se necesitan algunas herramientas para analizar los hechos y así ayudar en la toma de decisiones, y estas herramientas se denominan y conocen como Herramientas de Gestión de la Calidad. Estas herramientas se utilizan generalmente para medir, analizar, definir y proponer soluciones a dichos problemas, mayor control de los procesos o mejoras en la toma de decisiones. Estas herramientas se utilizan a menudo para respaldar el desarrollo de la calidad o para respaldar la toma de decisiones al analizar un problema en particular (Daniel y Murback, 2014).

El sacrificio de ganado es supervisado por agentes federales y monitores de calidad en el matadero, para que el proceso se lleve a cabo de acuerdo con los procedimientos y normativas vigentes. Como pueden ocurrir fallas en cualquier proceso, el sacrificio de ganado en un matadero también es susceptible a estos, como desatención por parte de los trabajadores, fallas de mantenimiento, entre otros, que pueden ocasionar algún tipo de contaminación durante el sacrificio.

Según Almeida et al. (2008) solo en los Estados Unidos de Norteamérica, hay al menos 6,5 millones de casos de intoxicación alimentaria por año, causada por microorganismos patógenos presentes en los alimentos y 9.000 de estas contaminaciones resultaron en muertes. Otros factores son también el manejo con los animales desde la creación en el corral hasta la llegada al matadero. Algunos problemas que ocurren con cierta frecuencia son el ganado herido durante el transporte, características de enfermedades del ganado como tuberculosis y/o cisticercosis, entre otros.

El matadero inspecciona el ganado en la línea de sacrificio por muestreo, el cual es definido por el Departamento de Inspección Federal (DIF) de acuerdo a la normativa vigente. Por lo general, hay expropiaciones diarias de cadáveres, observadas in loco,

durante el presente estudio. El matadero cuenta con alrededor de 90 empleados desde la recepción de los animales en la entrada hasta la entrega de las canales a las carnicerías de la ciudad de Unaí.

En vista de lo anterior, han surgido algunos problemas de investigación: ¿Cómo reducir la contaminación durante el proceso de despacho? ¿Y por qué debería reducir la gran cantidad de contaminaciones a lo largo de la línea de producción?

El control de calidad sirve tanto para mantener la imagen de la empresa como para proteger a la población de problemas de salud y, por último, si no existiera un control de calidad en las empresas, el número de enfermedades e incluso muertes sería mayor.

Con el tiempo, los casos de intoxicación alimentaria han aumentado constantemente en la población. Las contaminaciones han traído un gran impacto económico a los dueños tanto de animales como de frigoríficos, con la ayuda de herramientas de calidad es más fácil encontrar y eliminar el pivote de estas contaminaciones. La calidad de la carne vacuna se observa por la naturaleza, el grado de contaminación inicial de las superficies de las canales, la prevención de la contaminación durante el sacrificio y el procesamiento, son los hechos más importantes para garantizar la calidad microbiológica de este producto (Franco et al., 2016; Magioli, 2017). Existe una inmensa variedad de conceptos y definiciones en la literatura especializada sobre calidad. De acuerdo con Cintra et al. (2016), se entiende como un producto o servicio que de manera perfecta, confiable, asequible, segura y en el momento adecuado satisface las necesidades del cliente.

La implementación de sistemas de control de calidad por parte de las empresas puede transmitir cierto grado de confianza a la población, ya que se asume que estos sistemas actúan como garantes de la calidad del producto. Cabe señalar que el control de calidad debe estar presente en las industrias de todos modos, ya que evita que la carne contaminada llegue a la población y ayuda a mantener un ambiente limpio y organizado.

El objetivo general de esta investigación fue identificar cuáles fueron las causas y efectos en la línea de producción para el sacrificio de ganado, que provocaron contaminación y pérdida en el despacho. Consecuentemente desarrollar prácticas para que no ocurran los mismos errores en la línea de producción.

Metodología

Características del estudio

El presente trabajo se desarrolló en la región noroeste de Minas Gerais, en un matadero de bovinos y porcinos. El matadero opera bajo la inspección del Servicio Federal de Inspección, y tiene una capacidad de sacrificio de hasta 350 bovinos y 280 cerdos por día. Este estudio se caracterizó como una investigación-acción,

Uso del diagrama de Ishikawa en la línea de producción de matanza de ganado

ya que, según Yin (2010) este tipo de investigación tuvo como objetivo generar conocimientos de aplicación práctica orientados a la resolución de problemas específicos. La metodología presente en este trabajo fue una investigación mixta. Cuantitativa en la que se utilizaron procedimientos estructurados e instrumentos formales para la recolección de datos, enfatizando la objetividad, en la recolección y análisis de datos, analizando datos numéricos mediante procedimientos estadísticos. Cualitativa, ya que las respuestas de la investigación cualitativa no son objetivas, y el propósito no es contar cantidades como resultado, sino comprender el comportamiento de un grupo objetivo específico, se discutieron todos los datos recolectados en la investigación (Yin, 2010).

Procedimientos analíticos

Según Silva et al. (2018) el diagrama de causa-efecto, también llamado Diagrama de Ishikawa o de espina de pescado, es una herramienta simple muy utilizada en calidad. Kaoru Ishikawa fue quien creó el diagrama en 1943 y lo utilizó en entornos industriales para verificar la dispersión en la calidad de productos y procesos. Es una herramienta que permite identificar y analizar las posibles causas de variación en el proceso o la ocurrencia de un fenómeno, y las causas que interactúan entre sí. También se usa ampliamente para analizar problemas organizacionales (Ishikawa, 1993). El diagrama busca establecer la relatividad entre el efecto y todas las causas de un proceso. Todo el efecto tiene diferentes categorías de causas, que, a su vez, pueden estar formadas por otras posibles causas (Coelho et al., 2016).

Según Ishikawa (1993) las categorías de causas se denominan procesos. Sin embargo, el proceso no solo se refiere al proceso de fabricación, sino también a todo lo que rodea al proceso, tales como: personal, ventas, administración, política, gobierno, entre otros. Hay seis categorías de causas, las cuales son material, mano de obra, método, ambiente, máquina y medida.

Para Ishikawa (1993) “el proceso es un conjunto de factores de causa, es necesario controlarlo para obtener buenos productos y efectos”. En cierto modo, se deben buscar estos factores de causas importantes, con los empleados que operan directamente en ese sector.

Es importante notar que el diagrama de causa y efecto asume que la causa probable es toda la fuente que genera un efecto dado, y que el problema es el efecto que constituye un hecho que se puede medir.

El Diagrama de Ishikawa tiene la capacidad de separar la causa del efecto de un problema dado. El diagrama de causa y efecto tiene varias ventajas en su uso: a) estudio de causas no estructurado; b) el enfoque se convierte en el problema, a través del enfoque integrado; c) búsqueda efectiva de causas; d) punto de partida para el uso de otras herramientas básicas; e) identifica el nivel de comprensión del problema por parte del equipo (Mannes et al., 2018).

Para que se ejecute el Diagrama de Ishikawa, se deben seguir algunos pasos. 1. Definir el problema a estudiar y lo que se quiere lograr. 2. Estudiar y conocer el proceso involucrado a través de la observación, documentación, intercambio de ideas con el

personal involucrado. 3. Mantener una reunión con las personas involucradas en el proceso y discutir el problema, es importante animar a todos a expresar sus ideas, a intercambiar ideas. 4. Una vez recopilada toda la información, organizarla en: causas principales, secundarias, terciarias, eliminando la información sin importancia. 5. Armar el diagrama y verificar con todos la representación de la situación actual. 6. Marcar lo que es más importante para lograr el objetivo que se desea lograr (Ishikawa, 1993).

Resultados

Para el relevamiento de las causas de contaminación en el despacho se consultaron los informes mensuales de ocurrencia de condenas, provistos por el Servicio Federal de Inspección (SIF), del período de febrero a agosto de 2019. Luego de monitorear las líneas de producción y observar en cada flujo practicado durante el sacrificio de ganado y también a través de informes realizados por el equipo de la SIF, se logró relevar toda la información necesaria para tratar de identificar dónde estaban los errores más frecuentes en el despacho.

La línea de sacrificio fue monitoreada de febrero a agosto de 2019, tal como fue indicado. Los datos correspondientes a la cantidad de contaminación por mes se pueden ver en la tabla 1. La cantidad de contaminación fue proporcionada por el servicio de inspección del matadero objetivo del estudio, que correspondió al número de canales condenadas por mes.

Tabla 1. Datos recopilados en la línea de producción.

Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
19	29	06	26	20	10

Fuente: Datos de la investigación.

Los datos recogidos mostraron una cantidad de condenas a una parte noble de la carne de vaca (Maçã de peito). Durante la investigación se observó que la mayor parte de la contaminación ocurrió los fines de semana, pues al ser Unaí una ciudad en el campo, hay muchos paseos y casi todos los empleados participan en ellos. Como el servicio de inspección del matadero, por razones legales, no proporcionó el número total de animales sacrificados, hace sugerir que las pérdidas fueron elevadas debido a la eliminación de un corte de carne de primera calidad. Algo que debería ocurrir con menos frecuencia. La prisa fue el motivo principal de tanta contaminación en el despacho, las cabalgatas que se dieron en la mañana, los empleados intentaron terminar su servicio más temprano y en consecuencia se equivocaron y provocaron una serie de errores generando la contaminación.

El Diagrama de Ishikawa se utilizó para identificar cuáles fueron realmente las causas de la contaminación en el despacho, donde tuvo una de las partes más nobles de la carcasa. Los errores estuvieron incrustados en los siguientes aspectos: mano de obra, método, medidas, máquinas, ambiente y materiales.

Para la elaboración del Diagrama de Ishikawa, se llevaron a cabo varios seguimientos del proceso de sacrificio de ganado en el período de febrero a agosto, enumerando las principales causas que podrían haber dado lugar a expropiaciones de canales.



Las observaciones fueron realizadas en visitas al frigorífico directamente por los investigadores. Los datos se muestran a continuación en la figura 1.



Figura 1. Diagrama de Ishikawa y sus causas y efectos.

Fuente: Datos de la investigación.

Estas fueron las causas que se diagnosticaron durante el proceso de sacrificio. Incluso con tantas herramientas de calidad y todo tipo de programas que ayudaron en la prevención y eliminación de la contaminación, todavía existen grandes pérdidas en este sector. Incluso con la implementación de programas de control de calidad en los mataderos de carne de vacuno, las expropiaciones de canales por problemas en la gestión previa al sacrificio o en el sacrificio fueron las principales causas de pérdidas económicas (Assis et al., 2011). Por ello, se estudió cómo averiguar cómo acabar con el efecto que es la pérdida o contaminación de la parte

noble en el proceso de despacho. Las causas y acciones de estas causas se presentan a continuación, en la tabla 2.

Los errores encontrados se mencionaron en la tabla 1, desde la falta de esterilización hasta la rotura de un cuchillo fueron algunos de los factores que provocaron una serie de eventos que finalmente llevaron a la contaminación de la canal.

Errores que, en muchos casos, podrían evitarse, como el compromiso profesional de los empleados, la minimización de acciones que provocaron distracciones en la línea de faena, una concentración en el proceso de faena, con énfasis en cortes y materiales, entre otros. Se debe considerar que varias causas no requieren grandes inversiones para minimizar, solo la propuesta de procedimientos estandarizados para la línea de producción de matanza. Se nota que, en términos de higiene personal, no había tantos signos de contaminación en la línea de producción. Porque hubo un control de calidad que ejerció la empresa, que correspondió al Programa de Autocontrol (PAC), con seguimiento diario, semanal y semestral. El PAC sirvió para controlar todas las etapas y procesos de la empresa, tales como control de temperatura, pH de la carne, entre otros. Para Silva et al. (2011) la higiene personal fue uno de los requisitos más importantes relacionados con la higiene de los alimentos, ya que el hombre fue directa o indirectamente responsable de la contaminación de los alimentos durante su manipulación.

Tabla 2. Causas y motivos de las causas.

Causas fundamentales						
#	Mano de obra	Método	Medidas	Máquinas	Ambiente	Materiales
1	Prisa de los empleados	Sierras de pecho	Cuchillos sucios y mal esterilizados	Cortar en más de un animal	Trabajo continuo sin pausas	Ruido excesivo
2	Distracción del empleado	Esterilizadores con temperatura inadecuada (81,5 °C)	Cuchillo roto	Cortes en los lugares equivocados	Falta de entrenamiento	Piso mojado
Acciones para las causas fundamentales						
#	Mano de obra	Método	Medidas	Máquinas	Ambiente	Materiales
1	Formación de los empleados	Formación de empleados de la industria	Formación en buenas prácticas de fabricación	Advertencia oral, escrita, entre otras	Pausa cuando es necesario	Adquisición de PPE (protectores auditivos)
2	Mover a un empleado de un sector a otro	Formación de un empleado para inspector	Adquisición de nuevos cuchillos	-	Prácticas de control de calidad	Monitoreo del uso de EPP

Fuente: Datos de la investigación.



Discusión

Con el uso de la herramienta de calidad como el Diagrama de Ishikawa se observan con mucha claridad las causas de este efecto y, en consecuencia, una forma de eliminarlas. El uso de las herramientas por sí solo trae beneficios a la empresa en cuestión de clientes y bienestar con los empleados, según Tanaka et al. (2012) el principal objetivo de la mejora continua en la gestión de la calidad es incrementar la capacidad de la organización para atender eficazmente a sus clientes, y define los principales pasos hacia la mejora continua en la organización. Moreira (2012) destacó que los mataderos deben mejorar las técnicas de sacrificio para obtener un producto de calidad con buenos beneficios organolépticos.

Después de la implementación del Diagrama de Ishikawa, hubo un menor número de contaminaciones en el envío. Porque, se reajustaron algunos procesos/pasos para que la línea de producción no tuviera las mismas fallas.

Con esta implementación de herramientas de calidad, la empresa se superó a sí misma y terminó superando lo que los clientes realmente quieren recibir, "Cuando la empresa supera las expectativas, se dice que ha alcanzado la excelencia en los servicios. Hoy no basta con complacer a los consumidores. Hay que encantarlos, superando sus expectativas" (Costa et al., 2015).

A la vista del estudio de los datos recogidos, quedó claro que, con todo un equipo y unas herramientas de calidad, todavía existen cuellos de botella en la empresa, ya sea por mano de obra y/o por falta de formación, entre otros.

La implementación del Diagrama de Ishikawa fue de suma importancia para la empresa a fin de identificar las causas de los cambios en el proceso y las relaciones entre ellos, y así la mejor forma de corregirlos. Con el uso del Diagrama de Ishikawa, hubo mayor detalle de los problemas (causa); por lo tanto, mejor énfasis al intentar eliminar las no conformidades.

A la vista de la investigación realizada, considerar que la calidad es determinante para el buen desempeño de la organización. Donde su control debe estar vinculado a todos los sectores y empleados de la empresa. Todos deben estar comprometidos con la calidad total del proceso, para que al final se obtenga un producto final de alta calidad, manteniendo viva la empresa en el competitivo mercado que sí tiene hoy.

A la vista de los resultados obtenidos en este trabajo, se hicieron algunas sugerencias a los responsables del matadero, tales como: el uso de otras herramientas de calidad para el seguimiento del proceso de sacrificio, el uso de procedimientos de producción estandarizados, técnicas de buenas prácticas de fabricación, con el fin de agregar calidad al producto final. Moreira (2012) también propuso mejoras en los mataderos, como capacitar al personal en temas relacionados con Buenas Prácticas de Manejo (BPM), Normas de Higiene y Saneamiento, y Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (COP), entre otros.

Conclusiones

El estudio mostró que el uso del Diagrama de Ishikawa permitió identificar las causas de la contaminación en la línea de producción

de matanza de ganado, y posteriormente una propuesta para solucionar los problemas identificados.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés en la presente publicación en ninguna de sus fases.

Referencias bibliográficas

- Almeida, C. F., Araújo, E. S., Soares, Y. C., Diniz, R. L. C., Fook, S. M. L. y Vieira, K. V. M. (2008). Perfil epidemiológico das intoxicações alimentares notificadas no Centro de Atendimento Toxicológico de Campina Grande, Paraíba. *Rev. Bras. Epidemiol.*, 11(1), 139-146. doi:<https://doi.org/10.1590/S1415-790X2008000100013>.
- Assis, D. R., Rezende-Lago, N. C. M., D'amato, C. C. y Marchi, P. G. F. (2011). Perdas econômicas por abscessos e hematomas em carcaças de bovinos. *RPCV*, 110(577-580), 47-51.
- Cintra, A. P. R., Andrade, M. C. G., Lazarini, M. M., Assis, D. C. S., Silva, G. R., Menezes, L. D. M., Ornellas, C. B. D., Figueiredo, T. C. and Cançado, S. V. (2016). Influence of cutting room temperature on the microbiological quality of chicken breast meat. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 68(3), 814-820. doi:<https://doi.org/10.1590/1678-4162-8153>.
- Coelho, F. P. S., Silva, A. M. y Maniçoba, R. F. (2016). Aplicação das ferramentas da qualidade: estudo de caso em pequena empresa de pintura. *Refas*, 3(1), 31-45.
- Costa, A. S. C., Santana, L. C. y Trigo, A.C. (2015). Qualidade do atendimento ao cliente: um grande diferencial competitivo para as organizações. *RIC*, 2(2), 155-172.
- Daniel, E. A. y Murback, F. G. R. (2014). Levantamento bibliográfico do uso das ferramentas da qualidade. *Gest & Conhec*, 8, 1-43.
- Franco, E. A. N., Luchese, R. H. y Mathias, S. P. (2016). A importância do uso das ferramentas de controle de qualidade para o setor de açougue/The importance of using quality control tools for the butcher industry. *Hig. Aliment.*, 30(254/255), 46-50.
- Ishikawa, K. (1993). *Controle de qualidade total: à maneira japonesa*. Rio de Janeiro: Campos.
- Magioli, C. A. (2017). Considerações sobre possíveis irregularidades em produtos de origem animal. *Visão em Debate*, 5(4), 2-8. doi: 10.22239/2317-269x.00972.
- Mannes, J. F., Pitz, A., Fraga, I. S. y Martins, Z. B. (2018). Quality management in the food sector: A case study in a fridge. *RSD*, 7(3), e1273285.
- Mazza, V. (2014). Cooperativismo e sustentabilidade: Um estudo sobre a produção científica na base Web of Science. *Rev. Gest. e Org. Coop.*, 1(1), 12-22. doi:<https://doi.org/10.5902/2359043215486>.



Moreira, J. R. C. (2012). Diagnóstico de normas procedimentales de los mataderos municipales de la provincia de Manabí, según la Norma HACCP. *La Técnica*, 8, 20-23. doi: https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i8.602

Silva, V. C., Vieira, H. O. y Duarte, T. M. (2011). Principais causas de condenações de carcaças em matadouros bovinos sob inspeção municipal na cidade de São Luís-MA. *Hig. Alimentar*, 25(194/195), 553-554.

Silva, A. L., Oliveira, E. S., Borges, J. A., Maia, P. H. M., Fructuozo, R. A., Torricelli, T. A. y Pereira, L. C. (2018). Implantação do diagrama de Ishikawa no sistema de

gestão da qualidade de uma empresa de fabricação termoplástica, para resolução e devolutiva de relatórios de não conformidade enviados pelo cliente. *Rev. Gest. Prod.*, 10(1), 387-397.

Tanaka, W. Y., Muniz Jr., J. y Faria Neto, A. (2012). Fatores críticos para implantação de projetos de melhoria contínua segundo líderes e consultores industriais. *Sistem. Gest.*, 7(1), 103-121. DOI: 10.7177/sg.2012.v7.n1.a7

Yin, R. K. (2010). Estudo de caso: planejamento e métodos. 4ed., Porto Alegre: Bookmann.

Contribución de los autores

Autores	Contribución
Gabriel Arthur Basílio dos Santos	Concepción y diseño, investigación, metodología, redacción y revisión del artículo, búsqueda de información, análisis e interpretación de datos y revisión del artículo.
Gevair Campos	Adquisición de datos, aplicación de Software estadístico, análisis e interpretación, revisión del artículo.



Factores relacionados al transporte y logística pre-sacrificio bovino que generan impacto sobre la calidad de la carne y pérdidas económicas

Factors related to transport and pre-slaughter logistics that impact meat quality and economic losses

Autores

- ✉ ¹*Wilmer Humberto Zambrano-Garay 
✉ ²Galo Ernesto Martínez-Cepeda 
✉ ³George Alexander García-Ávila 
✉ ⁴Juan José Zambrano Villacís 

¹Estudiante del Programa de Maestría en Medicina Veterinaria, Mención Salud y Reproducción en Especies Productivas, Instituto de Posgrado, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

²Docente Investigador, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Guayaquil, Ecuador.

³Maestría en Medicina Veterinaria, Mención Salud y Reproducción en Especies Productivas, Instituto de Posgrado, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

⁴Docente-Investigador, Instituto de Posgrado, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

*Autor de correspondencia.

Citación sugerida: Zambrano-Garay, W. H., Martínez-Cepeda, G. E., García-Ávila, G. A. y Zambrano Villacís, J. J. (2021). Factores relacionados al transporte y logística pre-sacrificio bovino que generan impacto sobre la calidad de la carne y pérdidas económicas. *La Técnica*, 11(2), 105-114. DOI: https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i26.2514

Recibido: Marzo 18, 2021

Aceptado: Mayo 20, 2021

Publicado: Julio 08, 2021

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo analizar algunos factores relacionados al transporte de bovinos previo al sacrificio, aportando datos relacionados al bienestar animal de los vacunos de Ecuador, y su impacto económico. Las variables dependientes fueron número de hematomas, decomiso de carne y pérdidas económicas; frente a variables independientes relacionadas a la mezcla de categorías, tipo de categoría, sexo, tipo de cama usada en el transporte y tiempo de viaje, al cual fueron sometidos los animales. Se evidenció que las hembras, específicamente las vacas y vaconas, fueron la categoría más afectada al ser sometidas a las variables de estudio; en contraposición, no se encontró evidencia de que los tiempos prolongados de viaje sean factores predisponentes de lesiones.

Palabras clave: bienestar animal; calidad de la carne; ganado bovino; transporte de animales.

Abstract

The objective of this study was to analyze the different factors related to the transport of bovines prior to slaughter, providing data related to the animal welfare of cattle of Ecuador, and their economic impact. The dependent variables were number of bruises, meat forfeiture and economic losses; compared to independent variables related to the mix of categories, type of category, sex, bedding type used in transport and travel time, to which the animals were subjected. It was evidenced that females, specifically cows and heifers, were the most affected category when subjected to the study variables; in contrast, no evidence was found that prolonged travel times are predisposing factors for injuries.

Keywords: animal welfare; quality of meat; cattle; animal transport.



Introducción

La calidad de la carne en la actualidad conlleva a varios procesos relacionados al manejo y bienestar animal (BA) que se brindan a los semovientes desde su nacimiento hasta su faena, como también el sistema de procesado de la canal del animal hasta que llega a las estanterías de los supermercados. La OIE (2019) designa que el BA es “*el estado físico y mental de un animal en relación con las condiciones en las que vive y muere*”; por tal motivo, es propio la aplicación de normativas que precautelen el correcto cuidado de los animales destinados a faena para consumo humano, garantizando un producto inocuo y de calidad (Chambers y Temple-Grandin, 2001; Romero y Sánchez, 2012).

El BA dentro de los mercados internacionales es un factor diferenciador en la carne vacuna, países sudamericanos como Argentina, Brasil, Chile y Uruguay tienen preferencias arancelarias por el valor agregado que posee la carne que producen (Romero y Sánchez, 2012); los distintos ministerios o secretarías de vigilancia o aseguramiento de la sanidad animal de los países sudamericanos, tiene normativas, manuales y leyes (De la Sota, 2005; SENASA, 2015; AGROCALIDAD, 2018; OIE, 2018) que exigen parámetros de bienestar animal en la crianza de animales de producción y compañía; las cuales se enmarcan en procesos dictaminados por la Welfare Quality y OIE (Welfare-Quality, 2009; OIE, 2018).

Los efectos negativos de la mala aplicación de normas de BA en el transporte de ganado bovino (Chacón et al., 2005; Brunel et al., 2018), porcino (Gade y Christensen, 1998; Brandt y Aaslyng, 2015), ovino (Miranda de la Lama et al., 2018), caprino (Alcalde et al., 2017); y por otra parte, los pollos broiler (Dos Santos et al., 2017) conllevan a generar pérdidas económicas de leves a graves a los pequeños y grandes productores.

Puntos clave como el tiempo de transporte de los animales destinados a faena, tipos de carrocería de los camiones, calidad de las vías, velocidad al conducir, condiciones ambientales, mezcla de categorías y superficie por animal dentro del vagón de transporte, se han estudiado como factores relacionados con la calidad de la carne (Honkavaara et al., 2003; Gupta et al., 2007; Schwartzkopf-Genswein et al., 2012; Brunel et al., 2018; Miranda de la Lama et al., 2018).

Las consecuencias de los mencionados efectos relacionados al transporte de animales se relacionan directamente con el nivel de estrés, número de hematomas, pisotones, asfixia, fallo cardiaco, estrés por calor, insolación, distención estomacal, envenenamiento, depredación, deshidratación, extenuación, lesiones en diferentes partes del cuerpo sobre todo en patas y cuernos, y peleas (Chambers y Temple-Grandin, 2001; Chacon et al., 2005; Brandt y Aaslyng, 2015; Brunel et al., 2018).

Existen varios parámetros sugeridos para mejorar el BA de los bovinos en el momento de transporte:

Efecto del estado de salud del animal y las condiciones ambientales

La normativa ecuatoriana para el desplazamiento de animales señala que los animales deben ser agrupados de manera calmada previo al embarque, poseer el certificado sanitario de movilización, no sobrepasar la capacidad de carga del camión y considerar las condiciones meteorológicas para elegir el mejor horario de transporte de los semovientes (AGROCALIDAD, 2018). Todas estas normativas están enmarcadas en lo estipulado en el capítulo de BA del Código Sanitario para Animales Terrestres, difundido por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE, 2019).

Sobre el medio de transporte

Uno de los factores que más influyen en BA es la densidad de carga durante el transporte, los bovinos sometidos a una alta densidad de carga, por lo que son animales que tienen poco espacio para moverse y pueden perder el equilibrio con mayor facilidad, además de estar expuestos a cuadros de asfixia y golpes por sus congéneres; se recomienda siempre que la densidad animal no sobrepase lo sugerido por las normativas nacionales o internacionales debido a que las probabilidades de generar alteraciones en el BA en el transporte se multiplican (Miranda de la Lama et al., 2018). Las capacidades o espacios designados por categorías y especies animales está estipulado en cada normativa nacional vigente; no obstante, Chambers y Temple-Grandin (2001) sugirieron para bovinos 0,3 m² para la categoría terneros y de 1 a 1,4 m² para bovinos adultos.

Sobre el tiempo de viaje

La logística del tiempo de transporte inició desde que se embarcaron los animales hasta que se desembarcaron, el tiempo que se tardó puede ser desde minutos hasta días. El impacto sobre los animales referente al tiempo de viaje dependerá de la calidad de la ruta, estilo de conducción, densidad de carga y de las condiciones meteorológicas (Miranda de la Lama et al., 2018). Sin embargo, existen diversos estudios donde se evidenció que el tiempo de viaje predisponde a que las variables fisiológicas de los animales se alteren (Chacón et al., 2005; Alcalde et al., 2017; Brunel et al., 2018). Brunel et al. (2018) identificaron que los animales sometidos hasta 72 horas de viaje con estilo de viaje tradicional (rudo) vs. un estilo de viaje con entrenamiento (suave), incrementaron los niveles de fructosamina, cortisol y en contraposición los neutrófilos disminuyeron; lo cual generó la conclusión de que los animales sometidos a tiempos de viaje largos y con alteraciones en su BA, disminuyeron su respuesta inmunológica.

Por otra parte, un estudio realizado en 48 toros sometidos a viajes de 30 minutos, 3 y 6 horas se evidenció que sus niveles de cortisol se elevaron en los tres tiempos de desplazamiento; no obstante, se confirmó que los bovinos tienden a regularizar su frecuencia

cardiaca en viajes medianos a largos; sin embargo, en los viajes cortos la frecuencia cardiaca no disminuyó.

Sobre la mezcla de categorías, tamaños y sexo

Los bovinos son animales sociables que se manejan en manada y cuando se separan se ponen sumamente nerviosos; poseen un orden jerárquico establecido hacia los dos años, por tal motivo, la mezcla de categorías genera un desorden en las escalas sociales del grupo (OIE, 2019).

El ingreso de animales al grupo social o manada genera comportamientos agresivos hasta que se establezcan los órdenes jerárquicos. El conglomerado de animales que sobrepasa la densidad estipulada tanto en corrales como en el camión de transporte facilita la hostilidad, debido a que los bovinos necesitan su espacio propio (Chacón et al., 2005; SENASA, 2015; OIE, 2019). Los factores como la edad, raza y sexo predisponen a la variabilidad del comportamiento social del grupo.

Las razas o mezclas de ganado *Bos indicus* son mucho más nerviosas que las de origen *B. taurus*; por tal motivo la mezcla de grupos de estos orígenes es un factor predisponente para el maltrato animal. Los toros son animales que necesitan al menos 6 m² de espacio, lo cual en el momento del transporte no se respeta, generando la predisposición de esta categoría hacia la agresividad, por otra parte, las vacas con crías al pie son muy protectoras frente a cualquier categoría animal e incluso los humanos; en contraposición, las categorías juveniles son animales más juguetones y esto tiende a que se empujen y forcejean en el camión de traslado (Chacón et al., 2005; Gupta et al., 2007; OIE, 2019).

Calidad de la carne y las pérdidas económicas generadas por el maltrato animal

El transporte de los animales es un factor que influye directamente sobre la calidad de la carne, debido a que está comprobado que causa alteraciones fisiológicas en los animales. Por tal motivo, se estipula que posterior al desembarque de los animales en las plantas de faenamiento, los semovientes pasen por un tiempo de espera pre-sacrificio en corrales acondicionados con el espacio necesario y agua para el abrevaje; no obstante, no se considera suministrar alimento (Miranda de la Lama et al., 2018).

Dicho descanso permite que el cuerpo del animal tienda a regularizar las variables fisiológicas alteradas por el proceso de transporte; las principales variables que han sido sujeto de estudio son: cortisol, conteo celular de la serie roja y blanca, fructosamina, índice de temperatura y humedad, concentración plasmática de creatina quinasa (CK) (Nanni Costa et al., 2003), amiloide sérico A (SAA), haptoglobina (Hp), fibrinógeno (Fazio et al., 2015), volumen celular empaquetado, relación de neutrófilos a linfocitos y concentración de glucosa. Dichos parámetros en el animal afectan de manera directa a la calidad de la carne debido a que influyen directamente sobre el pH, color, fuerza de corte, pérdida de goteo (Carrasco-García et al., 2020).

El glucógeno es la fuente de energía para la actividad muscular de un animal vivo, los bovinos sanos y descansados poseen valores de glucógeno elevados, lo cual en el momento post-sacrificio se

traduce en músculos cargados de glucógeno que será el precursor del ácido láctico que conllevarán al rigor mortis. Para producir una carne con buena terneza, sabor, calidad y olor, el ácido láctico es fundamental; si un animal previo al sacrificio está estresado por el proceso de transporte o por mal almacenamiento en los corrales de descanso, este agotará sus fuentes de glucógeno muscular, lo cual conlleva a que el ácido láctico después de su muerte sea deficiente, obteniendo como resultado efectos adversos graves en la calidad de la carne.

En el estudio de la calidad de la carne bovina se tiene el parámetro de carne oscura, firme y seca (DFD) cuya condición se suele presentar en las canales debido al consumo del glucógeno muscular en el transporte y en el pre-sacrificio. Dentro de las propiedades organolépticas las carnes DFD generan un sabor menos acentuado y un color rojo oscuro, lo cual no es muy bien visto por los consumidores; el pH de este tipo de carne oscila entre un 6,4 a 6,8 regularmente (Chambers y Temple-Grandin, 2001).

Por otra parte, existen las carnes pálidas, blandas y exudativas (PSE) las cuales se generan por estrés severo o mal aturdimiento en el momento del sacrificio, estas carnes se caracterizan por poseer un pH entre 5,4 a 5,6 inmediatamente después del sacrificio, lo cual conlleva a que la carne sea muy acida y con poco sabor (Chambers y Temple-Grandin, 2001).

Teniendo como premisa dilucidar los principales factores asociados al transporte de los animales para proponer a futuro cambios en la normativa de transporte de semovientes, que impacten de forma directa en el bienestar animal de los bovinos destinados a faena, y de manera indirecta en mejorar la calidad de la carne bovina para el consumidor. El presente estudio buscó cuantificar la cantidad de carne decomisada, número de hematomas por canal y dinero perdido por los distintos factores que influyeron en el transporte de los animales previo al sacrificio.

Metodología

El presente estudio transversal se realizó con 605 animales de razas índicas destinados a faena en el camal frigorífico Nobol (GAI) en época invernal entre el 3 y el 28 de febrero del 2020; las variables dependientes fueron número de hematomas, áreas de la canal afectadas, kilogramos de carne decomisada y pérdidas económicas.

El número de hematomas fue obtenido contabilizando las lesiones observables a nivel del tejido subcutáneo, posterior al desuello del animal; las áreas de canal afectadas se dividieron de la siguiente manera: sin lesiones, lesiones en miembros anteriores, lesiones en miembros posteriores, lesiones en costillares, lesiones en lomos y lesiones varias; lo cual sirvió para identificar las áreas con presencia de hematomas. Los hematomas contabilizados debían cumplir con criterios de lesiones no mayores de 24 horas, lo cual se asumió que eran causados por el acto de transporte, los criterios de exclusión se basaron en la identificación de la congestión vascular y hemorragia presentada en el área; los colores más oscuros a negros con congestión marcada se tomaron como lesiones superiores a las 24 h, mientras los hematomas con un color más rojizo y áreas de congestión leve a moderada se



tomaron como hematomas menores a 24 h (López Mayagoitia et al., 2014).

Por otra parte, los kilogramos de carne decomisada se cuantificaron pesando en una balanza digital la carne decomisada, por la presencia de lesiones a nivel de la canal; además dicho dato fue vital para realizar el cálculo de la pérdida económica, debido a que el peso obtenido del decomiso se multiplicó por un valor promedio de USD 5,50 por kg de carne, indistintamente del tipo de corte.

Mientras que las variables independientes de este estudio estuvieron enfocados estrictamente a los factores relacionados a las condiciones de transporte de los bovinos previo al sacrificio, como: mezcla de categorías, tipo de categoría (INAC, 2020), sexo, tipo de cama usada en el transporte y tiempo de viaje. Los cuales fueron criterios seleccionados por ser los principales factores involucrados en el transporte de semovientes

Para el estudio de mezcla de categorías se identificó con una variable dicotómica (Si/No) en la cual se buscó identificar, que si dentro de los camiones venían distintos tipos de categorías bovinas.

Consiguiente a esto se evaluó el tipo de categorías de animales que llegaban a faena, entre los cuales se evaluaron toros (machos enteros o castrados de dentición permanente completa), vacas (hembra con seis dientes incisivos permanentes), vaconas y toretes (hembras o machos con cuatro dientes incisivos permanentes); a su vez para obtener una variable dicotómica relacionada al género se utilizó la variable sexo, lo cual facilitó identificar si los machos o las hembras sufrían más o menos lesiones en el transporte. Lo cual es razonable debido al tamaño de los animales por cada una de sus categorías y al comportamiento animal propio de cada sexo.

Por último, se evaluaron el tipo de cama usada en el piso del camión de transporte (viruta, aserrín, arena, tamo de arroz, residuo de caña y sin cama) y el tiempo de viaje (viajes cortos (30 min a 3 horas), cortos a medianos (3 a 6 horas), medianos a largos (6 a 12 horas), y largos a muy largos (más de 12 horas).

El análisis estadístico fue llevado a cabo con el software IBM® SPSS Statistics V. 25 con el cual se realizaron las pruebas de normalidad y homocedasticidad; las cuales no fueron propicias para continuar con un análisis estadístico paramétrico; en tal sentido, se realizaron test de Kruskal Wallis para realizar los análisis estadísticos no paramétricos con pruebas *post hoc* como el test de Dunn.

Resultados

Mezcla de categorías

Mediante el test Kruskal Wallis se descartó con un p-valor 0,434 que el número de hematomas presentes en la canal de los animales

destinados a faena se debió a la mezcla de categorías; de igual forma sucedió con la cantidad de carne decomisada p-valor 0,179 y pérdidas económicas p-valor 0,179 (figura 1).

Se evidenció que los cuartiles 1 y 2 no se distinguieron debido al gran número de animales que no presentaron hematomas por la mezcla de categorías. Por otra parte, existieron datos muy alejados de la mediana que llegaron hasta cinco hematomas por canal.

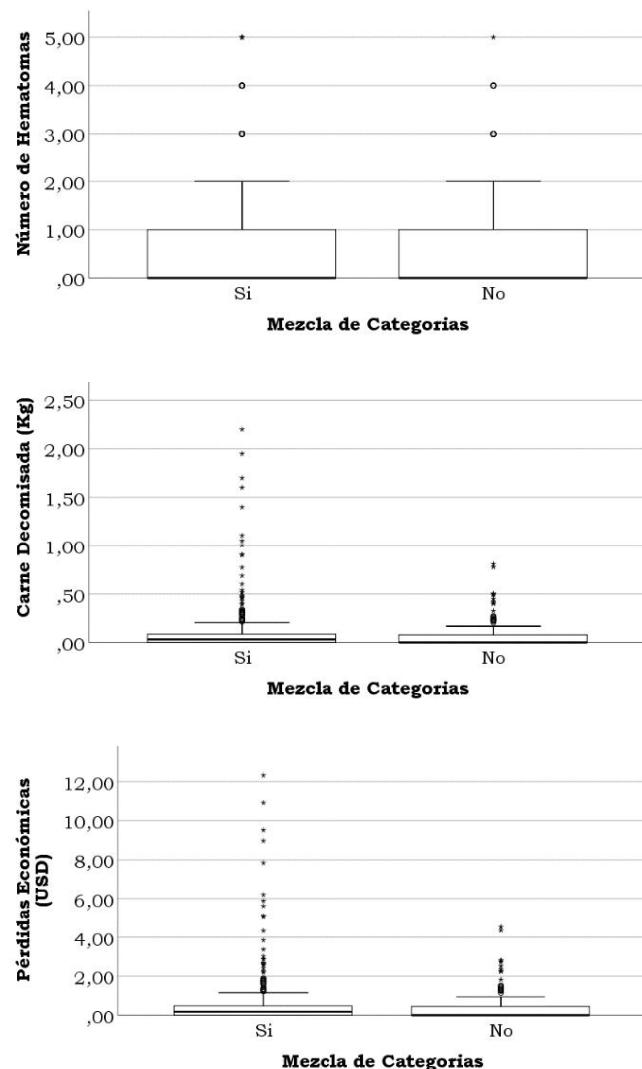


Figura 1. Diagramas de cajas simples de número de hematomas, carne decomisada y pérdidas económicas por mezcla de categorías, respectivamente.

Factores relacionados al transporte y logística pre-sacrificio bovino sobre la calidad de la carne y pérdidas económicas

Se observó una mediana mayor a cero en la cantidad de carne decomisada relacionada a los animales que fueron transportados con categorías diferentes, aunque el p-valor 0,179 no fue el necesario para rechazar la hipótesis nula, se observó que hubo leves diferencias. Aunque se obtuvieron valores máximos de hasta 2,5 kg de carne decomisada en animales provenientes de mezcla de categorías y valores cercanos a 1 kg en animales que provenían en grupos homogéneos.

La mediana relacionada a las pérdidas económicas se desvió levemente en los animales con mezcla de categorías, aunque el p-valor 0,179 demostró que no hubo diferencias significativas entre las medias; no obstante, se evidenciaron pérdidas superiores a los USD 12,00 en animales con mezcla de categorías frente una pérdida máxima de USD 6,00 en animales sin mezcla de categorías.

Categorías de animales

De manera general se analizaron las variables: número de hematomas, decomiso de carne y pérdidas económicas, mediante la prueba de H de Kruskall Wallis obteniendo un p-valor < 0,001, 0,017 y 0,017, respectivamente; lo que indicó diferencias significativas de medias entre los diferentes tipos de categorías frente las tres variables dependientes analizadas.

En el análisis individualizado realizado al tipo de categoría animal como factor generador de hematomas en la canal de los animales, se encontró diferencias significativas con un p-valor = $4e^{-10}$ lo cual evidenció que la mezcla de animales analizada por tipos de categoría difirió, en consiguiente, al hacer el análisis estadístico comparativo entre parejas para identificar las categorías más afectadas se encontró que las vacas y vaconas fueron las categorías más susceptibles a sufrir lesiones en el transporte (figura 2). Por otra parte, con relación a las variables carne decomisada (figura 2) y pérdidas económicas (figura 2) se evidenció con la existencia de diferencias entre los distintos tipos de categorías, en cuyo caso la categoría vacas demostró ser la categoría que presentó mayores decomisos y pérdidas económicas.

Se logró evidenciar la marcada diferencia relacionada a la cantidad de número de hematomas en la categoría vaconas y vacas frente a toretes y toros.

Tipo de cama en el camión de transporte

Con relación con el estadístico obtenido mediante la aplicación del test de Kruskal Wallis, el número de hematomas no fue influenciado por el uso de diferentes tipos de cama (p-valor 0,25) (figura 3), de igual manera el decomiso de carne (p-valor 0,191) (figura 4) y pérdidas económicas (p-valor 0,19) (figura 3) no fueron factores predisponentes. No obstante, se logró identificar una mayor presencia de lesiones en los animales transportados en camas de arena y tamo. Por otra parte, la cantidad de carne decomisada y las pérdidas económicas que estas generaron no demostró una diferencia estadísticamente significativa; sin embargo, se logró apreciar una leve diferencia de sus medias.

Se logró identificar que la arena y el tamo como tipos de cama usada en el transporte de ganado bovino, presentaron mayor número de hematomas en la canal del animal; no obstante, la

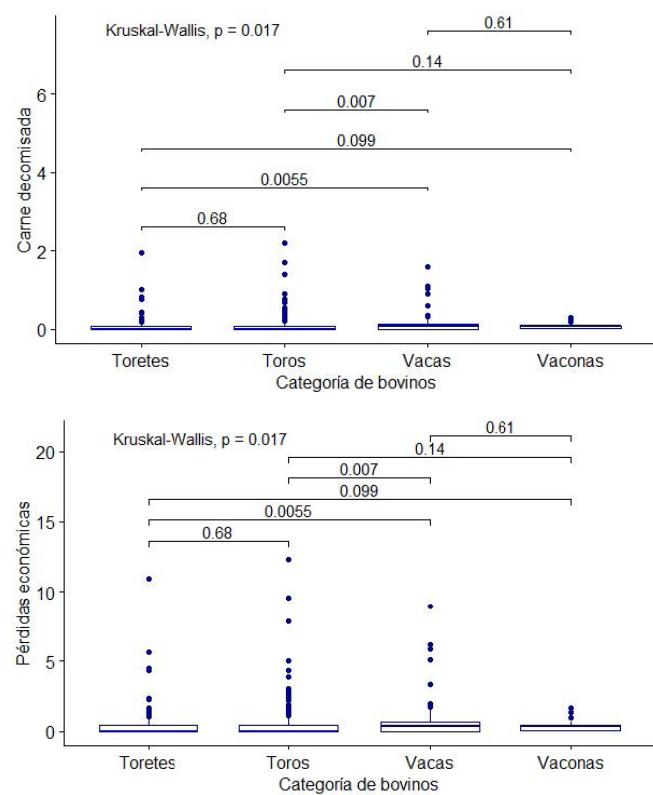


Figura 2. Diagramas de cajas simples de número de hematomas, carne decomisada y pérdidas económicas por categorías bovinas, respectivamente.

diferencia encontrada no fue estadísticamente significativa. Además, no se identificaron diferencias estadísticamente significativas de los kilos de carne decomisados por el uso de tipos de camas para el transporte de semovientes; al igual que no se identificaron diferencias estadísticamente significativas de dinero perdido por el uso de diferentes tipos de camas para el transporte de bovinos.

Tiempo de transporte

Se logró identificar que tanto el número de hematomas (p-valor 0,971) (figura 4), decomiso de carne (p-valor 0,232) (figura 4) y pérdidas económicas (p-valor 0,232) (figura 4) no presentaron una significancia estadística frente a los diferentes tiempos de transporte: viajes cortos (30 min a 3 horas), cortos a medianos (3 a 6 horas), medianos a largos (6 a 12 horas), y largos a muy largos (más de 12 horas).

Áreas o tipos de cortes afectadas en la canal del bovino sometido a los diferentes factores relacionados al transporte previo al sacrificio

Respecto a los cortes o áreas afectadas por factores relacionados al transporte se logró identificar que los miembros posteriores fue el área más afectada, con un total de 132 animales (21,8%), segundo los lomos con 49 animales (8,1%), tercero los costillares con 43 animales (7,1%), cuarto los brazos con 36 animales (6%);



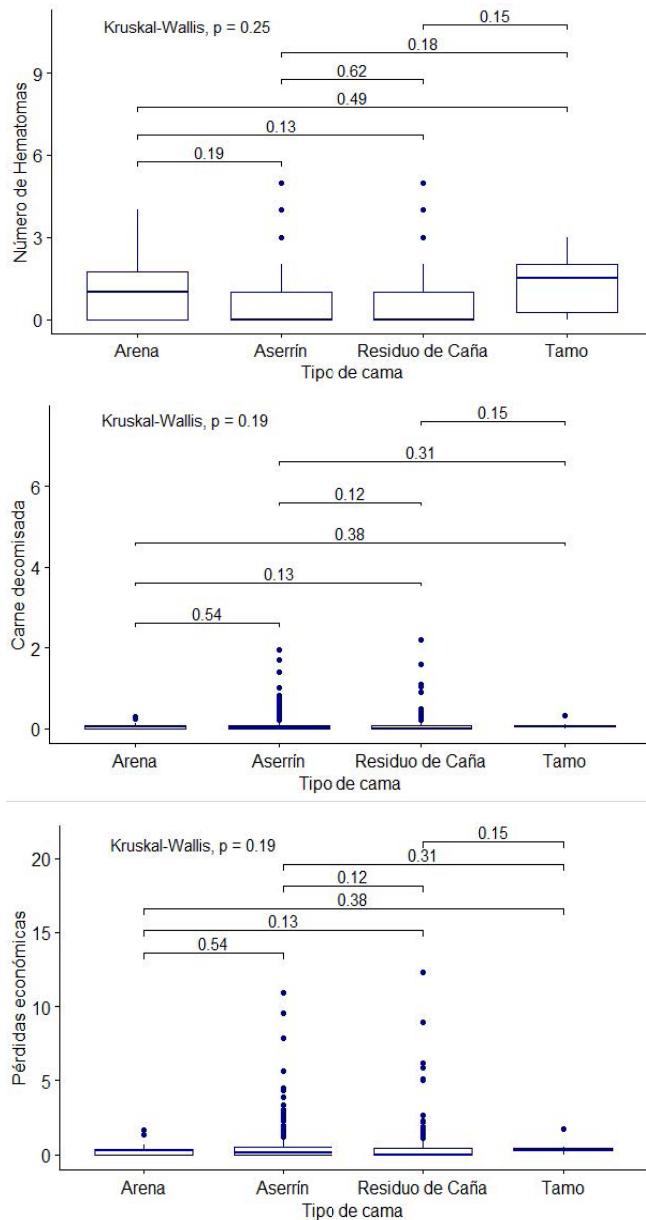


Figura 3. Diagramas de cajas simples de número de hematomas, carne decomisada y pérdidas económicas por tipo de cama usada en el transporte de semovientes, respectivamente.

no obstante, con un número de 345 animales equivalente a un 57,0% se identificó áreas sin lesiones (figura 5).

Aunque se identificó un 57% de animales sin afectaciones en la canal por los factores relacionados al transporte; se resaltó un

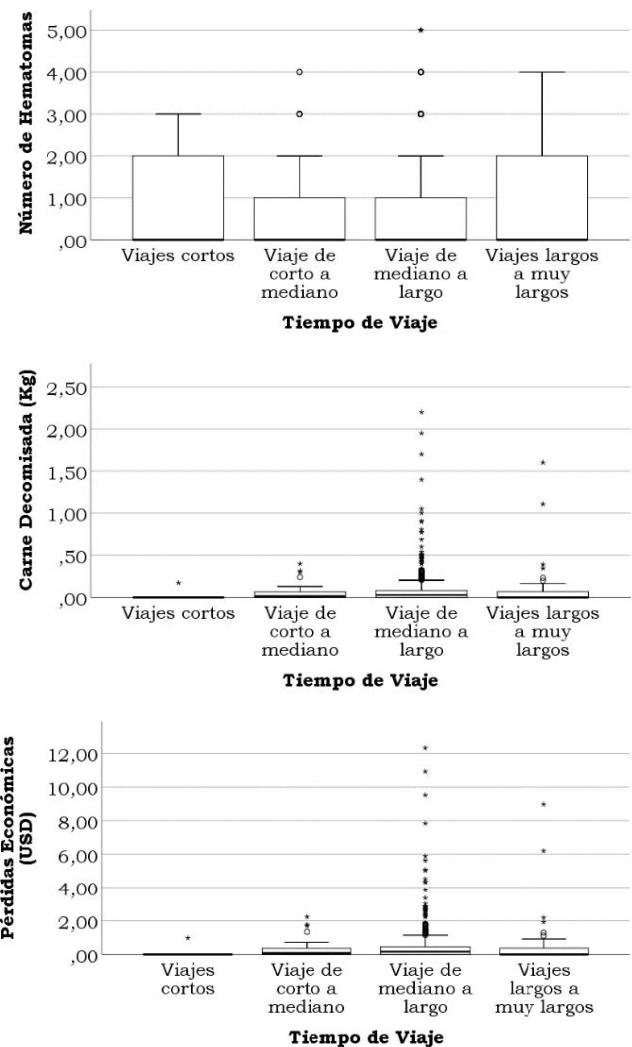


Figura 4. Diagramas de cajas simples de número de hematomas, carne decomisada y pérdidas económicas por tiempo de transporte de semovientes, respectivamente.

43% de semovientes con lesiones en diferentes áreas de la canal, lo cual demostró la importancia de mejorar en los procesos y protocolos de transporte de animales en el país.

Análisis de pérdidas económicas en la canal de los animales faenados por tipo de corte o área afectada

Para el análisis de las pérdidas económicas por área afectada de la canal del animal se encontró que la media de pérdidas económicas por área afectada y tipo de categoría, evidenció que las vacas tuvieron la mayor cantidad de pérdidas económicas sobre todo en cortes caros como los lomos (USD 2,50) y áreas como los miembros anteriores (USD 1,40) en promedio.

Factores relacionados al transporte y logística pre-sacrificio bovino sobre la calidad de la carne y pérdidas económicas

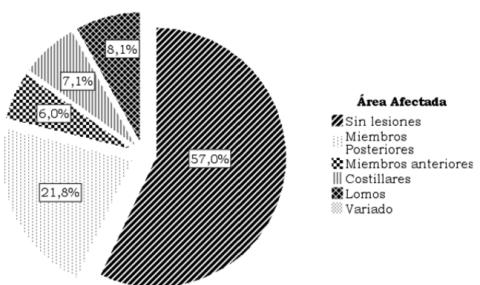


Figura 5. Áreas afectadas de la canal por factores relacionados con el transporte.

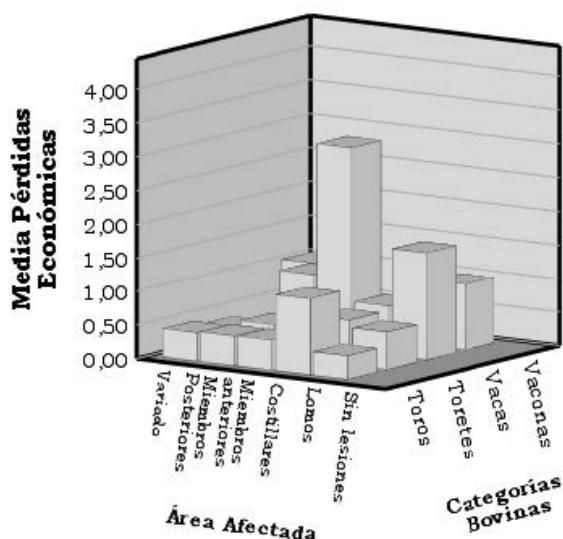


Figura 6. Variable pérdida económica por área afectada por categorías bovinas.

Nótese la media de pérdidas económicas generadas por cada categoría y área del animal. Las hembras (vacas y vaconas) fueron los animales que generaron más pérdidas al comerciante, debido a la mezcla de categorías en el transporte pre-sacrificio.

Discusión

En Estados Unidos, Canadá y Brasil se evaluaron factores relacionados al bienestar animal en el transporte de ganado, previo al sacrificio como microclima, densidad de carga, duración del transporte, calidad de transporte y comportamiento animal; evidenciando que fueron factores que alteraron la calidad de la carne (Schuetze et al., 2017; Bršćić et al., 2018). En contraposición, el presente estudio corroboró que el tipo de cama y forma de transporte fueron componentes que no influyeron directamente sobre la calidad de la canal. Por otra parte, en diferentes estudios se corroboró los elementos negativos que tuvo el transporte de ganado bovino sobre las variables fisiológicas en los animales como: la fragilidad osmótica de los eritrocitos (Fazio et al., 2016), las proteínas de fase acuosa (amiloide sérico A, haptoglobina, fibrinógeno y glóbulos blancos) (Fazio et al., 2015), yodotironinas totales y libres, cortisol (Fazio et al., 2005;

Hagenmaier et al., 2017), glucosa, fructosamina (Brunel et al., 2018) y la creatina-fosfocinasa (Villarroel et al., 2003) las cuales han demostrado ser biomarcadores de estrés en animales.

En similitud con lo reportado por Bethancourt-Garcia et al. (2019) la presencia de hematomas en hembras bovinas (vacas y vaconas) por las malas condiciones de transporte asociadas a la mezcla de categorías, tipos de categorías, sexo y densidad fueron factores que influyeron en el mayor decomiso de carne y por ende en pérdidas económicas; no obstante, en contraposición con el autor el tiempo de viaje y mezcla de categorías, no fue un factor predisponente de lesiones. Sin embargo, las categorías bovinas (vacas y vaconas) sí manifestaron ser una variable que predispuso a sufrir de mayores hematomas en la canal, confluendo es un mayor decomiso y pérdidas económicas.

Los diferentes tiempos de duración de transporte sin descanso, no presentaron diferencias significativas en los distintos parámetros estudiados, lo cual fue contraproducente a la hipótesis inicial planteada en el proyecto en la cual se creía que, a mayor tiempo de viaje, mayor el número de hematomas en la canal de los animales; debido a que los semovientes al estar encerrados en lugares estrechos con constante movimiento facilitan los empujones y caídas.

Por otra parte, Ferreira et al. (2006) identificaron que los descansos en el transporte de hasta 12 horas no generaban alteraciones en el pH del músculo. La práctica de sujetar el ganado en los camiones no ha sido estudiada específicamente, dicha experiencia se considera un factor protector frente a los parámetros negativos relacionados en el transporte bovino (Valadez-Noriega et al., 2018). Sin embargo, una investigación realizada por Hoffman y Lühl (2012) estudió la sujeción del cajón de transporte del camión a la rampa de embarque y descarga de los animales, encontrando que la misma fue un factor predisponente de hematomas en los animales.

Indistintamente, cabe señalar que en Ecuador o al menos en los animales que fueron sujeto de estudio los conductores y comerciantes de ganado tienen la costumbre de sujetar por la cornamenta o colocar una jáquima a los animales previo al transporte para evitar que recorran el cajón del camión, lo cual está asociado a la sugerencia dada por Chambers y Temple (2001); inferiendo que dicha práctica puede estar generando una disminución drástica de la presencia de lesiones en los animales sometidos a largas horas de viaje y tipos de cama no apropiados (arena y tamo de arroz).

Respecto a las áreas más afectadas en las hembras bovinas del estudio se identificó que los miembros anteriores específicamente el área de la paleta, y lomo fueron las zonas más afectadas, lo cual se corroboró parcialmente a lo obtenido por Hoffman y Lühl (2012) en cuya investigación reportaron que las caderas y los lomos fueron las áreas más afectadas.

Las pérdidas económicas generadas por el transporte de animales sin las condiciones de bienestar animal adecuadas se cuantificaron en un promedio general por animal de USD 0,55, y por categoría vacona, vaca, torete y toro se estimó en USD 0,41; 0,96; 0,41 y 0,45 respectivamente. Dichos valores fueron conservadores a



lo reportado por Adeyemi et al. (2010); los cuales estimaron las pérdidas económicas por animal en U\$D 11,35.

Conclusiones

El presente estudio evidencia que existen factores relacionados al transporte que generan alteraciones de distinto tipo y áreas de la canal de los animales a faena; además, la categoría vacas y vaconas, demostraron ser las más afectadas; no obstante, una de las hipótesis planteadas al inicio de esta investigación fue que los diferentes tipos de cama y tiempos de viaje generan lesiones en los animales, representadas en la canal posterior al sacrificio; sin embargo, no se encuentran evidencias significativas en ambas variables.

Por otra parte, se identifica que las pérdidas económicas se presentan en las hembras bovinas (vacas y vaconas) afectando sobre todo sus lomos y miembros anteriores, y generando una pérdida promedio de USD 2,50 y 1,40, respectivamente. En los machos (toros y toretos) las pérdidas máximas en promedio son de USD 0,85 en costillares y los demás cortes estudiados no sobrepasaron los USD 0,50 de pérdidas por animal.

Finalmente, se sugiere enfatizar en las buenas prácticas relacionadas al bienestar animal desde las granjas de producción, camiones de transporte hasta finalizar en las plantas de faenamiento, dichas medidas disminuirán las pérdidas económicas por decomisos de la carne debido a hematomas, y sobre todo reduce el efecto negativo sobre el bienestar de los bovinos destinados a faena para consumo humano.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés en la presente publicación en ninguna de sus fases.

Referencias bibliográficas

- Adeyemi, I., Adeyemo, O. and Alli, O. (2010). Economic loss from transportation stress in slaughter cattle: the case of Akinyele cattle market, Nigeria. *Bulletin of Animal Health and Production in Africa*, 58. <https://doi.org/10.4314/bahpa.v58i1.57066>
- AGROCALIDAD. (2018). Bienestar Animal. *Movilización de animales de producción*. 1(1), 33. <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/sanidad-animal/bienestar-animal/movilizacion.pdf>
- Alcalde, M. J., Suárez, M. D., Rodero, E., Álvarez, R., Sáez, M. I. and Martínez, T. F. (2017). Effects of farm management practices and transport duration on stress response and meat quality traits of suckling goat kids. *Animal: an International Journal of Animal Bioscience*, 11(9), 1626-1635. <https://doi.org/10.1017/S1751731116002858>
- Bethancourt-Garcia, J. A., Vaz, R. Z., Vaz, F. N., Silva, W. B., Pascoal, L. L., Mendonça, F. S., Vara, C. C. d., Nuñez, A.
- J. C. and Restle, J. (2019). Pre-slaughter factors affecting the incidence of severe bruising in cattle carcasses. *Livestock Science*, 222, 41-48. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.02.009>
- Brandt, P. and Aaslyng, M. D. (2015). Welfare measurements of finishing pigs on the day of slaughter: a review. *Meat Science*, 103, 13-23. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.12.004>
- Brščić, M., Kirchner, M. K., Knierim, U., Contiero, B., Gottardo, F., Winckler, C. and Cozzi, G. (2018). Risk factors associated with beef cattle losses on intensive fattening farms in Austria, Germany and Italy. *The Veterinary Journal*, 239, 48-53. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2018.08.002>
- Brunel, H. D. S. S., Dallago, B. S. L., de Almeida, A. M. B., de Assis, A. Z., de Bento Calzada, R. J., de Alvarenga, A. B. B., Menezes, A. M., Barbosa, J. P., Lopes, P. R., González, F. H. D., McManus, C., Broom, D. and Bernal, F. E. M. (2018). Hemato-biochemical profile of meat cattle submitted to different types of pre-loading handling and transport times. *International Journal of Veterinary Science and Medicine*, 6(1), 90-96. <https://doi.org/10.1016/j.ijvsm.2018.04.002>
- Carrasco-García, A. A., Pardío-Sedas, V. T., León-Banda, G. G., Ahuja-Aguirre, C., Paredes-Ramos, P., Hernández-Cruz, B. C. and Vega Murillo, V. (2020). Effect of stress during slaughter on carcass characteristics and meat quality in tropical beef cattle. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 10.5713/ajas.5719.0804. <https://doi.org/10.5713/ajas.19.0804>
- Chacón, G., García-Belenguer, S., Villarroel, M. and María, G. A. (2005). Effect of transport stress on physiological responses of male bovines. DTW. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 112(12), 465-469. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16425633>
- Chambers, P. G. and Temple-Grandin, M. (2001). Efectos del estrés y de las lesiones en la calidad de la carne y de los subproductos. In: G. Heinz and T. Srisuvan (Eds.), *Directrices para el Manejo, Transporte y Sacrificio Humanitario del Ganado*. (Vol. 1, pp. 196).
- Chambers, P. G. and Temple, G. (2001). Capítulo 6: Transporte del ganado. In: H. G. and S. T. (Eds.), *Directrices para el Manejo, Transporte y Sacrificio Humanitario del Ganado*. <http://www.fao.org/3/x6909s/x6909s08.htm#bm08>
- De la Sota, M. D. (2005). *Manual de Procedimiento en el transporte de animales*. (D. N. d. S. Animal, Ed. Vol. 1). SENASA.



Factores relacionados al transporte y logística pre-sacrificio bovino sobre la calidad de la carne y pérdidas económicas

- Dos Santos, V. M., Dallago, B. S. L., Racanicci, A. M. C., Santana, Â. P. and Bernal, F. E. M. (2017). Effects of season and distance during transport on broiler chicken meat. *Poultry Science*, 96(12), 4270-4279. <https://doi.org/10.3382/ps/pex282>
- Fazio, E., Medica, P., Alberghina, D., Cavaleri, S. and Ferlazzo, A. (2005). Effect of long-distance road transport on thyroid and adrenal function and haematocrit values in Limousin cattle: influence of body weight decrease. *Vet. Res. Commun.*, 29(8), 713-719. <https://doi.org/10.1007/s11259-005-3866-8>
- Fazio, F., Casella, S., Giannetto, C., Giudice, E. and Piccione, G. (2016). Erythrocyte osmotic fragility in response to a short road transport in cattle, horses, and goats. *Journal of Veterinary Behavior*, 12, 82-84. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jveb.2015.11.003>
- Fazio, F., Ferrantelli, V., Cicero, A., Casella, S. and Piccione, G. (2015). Utility of acute phase proteins as biomarkers of transport stress in ewes and beef cattle. *Italian Journal of Food Safety*, 3(4), 4210-4210. <https://doi.org/10.4081/ijfs.2014.4210>
- Ferreira, G. B., Andrade, C. L., Costa, F., Freitas, M. Q., Silva, T. J. P. and Santos, I. F. (2006). Effects of transport time and rest period on the quality of electrically stimulated male cattle carcasses. *Meat Science*, 74(3), 459-466. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.04.006>
- Gade, P. B. and Christensen, L. (1998). Effect of different stocking densities during transport on welfare and meat quality in Danish slaughter pigs. *Meat Science*, 48(3-4), 237-247. [https://doi.org/10.1016/s0309-1740\(97\)00098-3](https://doi.org/10.1016/s0309-1740(97)00098-3)
- Gupta, S., Earley, B. and Crowe, M. A. (2007). Effect of 12-hour road transportation on physiological, immunological and haematological parameters in bulls housed at different space allowances. *Vet. J.*, 173(3), 605-616. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2006.03.002>
- Hagenmaier, J. A., Reinhardt, C. D., Bartle, S. J., Henningson, J. N., Ritter, M. J., Calvo-Lorenzo, M. S., Vogel, G. J., Guthrie, C. A., Siemens, M. G. and Thomson, D. U. (2017). Effect of handling intensity at the time of transport for slaughter on physiological response and carcass characteristics in beef cattle fed ractopamine hydrochloride. *J. Anim. Sci.*, 95(5), 1963-1976. <https://doi.org/10.2527/jas.2016.0821>
- Hoffman, L. C. and Lühl, J. (2012). Causes of cattle bruising during handling and transport in Namibia. *Meat Science*, 92(2), 115-124. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.04.021>
- Honkavaara, M., Rintasalo, E., Ylönen, J. and Pudas, T. (2003). Meat quality and transport stress of cattle. DTW. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 110(3), 125-128. <http://europemc.org/abstract/MED/12731114>
- INAC. (2020). Clasificación y tipificación de carne vacuna. Retrieved 05/05/2020 from <https://www.inac.uy/innovaportal/v/1776/2/innova.front/clasificacion-y-tipificacion-carne-vacuna>
- Miranda de la Lama, G. C., Rodríguez-Palomares, M., Cruz-Monterrosa, R. G., Rayas-Amor, A. A., Pinheiro, R. S. B., Galindo, F. M. and Villarroel, M. (2018). Long-distance transport of hair lambs: effect of location in pot-belly trailers on thermo-physiology, welfare and meat quality. *Tropical Animal Health and Production*, 50(2), 327-336. <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1435-0>
- Nanni Costa, L., Lo Fiego, D. P., Cassanelli, M. G., Tassone, F. and Russo, V. (2003). Effect of journey time and environmental condition on bull behaviour and beef quality during road transport in northern Italy. DTW. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 110(3), 107-110.
- OIE. (2018). *Manual de las pruebas de diagnóstico y de las vacunas para los animales terrestres* (Vol. 1). <https://www.oie.int/es/normas/manual-terrestre/acceso-en-linea/>
- Romero, M. and Sánchez, J. (2012). Bienestar animal durante el transporte y su relación con la calidad de la carne bovina. *Rev. MVZ Córdoba*, 17(1), 2936-2944. <https://doi.org/https://doi.org/10.21897/rmvz.264>
- Schuetze, S. J., Schwandt, E. F., Maghirang, R. G. and Thomson, D. U. (2017). Transportation of commercial finished cattle and animal welfare considerations. *The Professional Animal Scientist*, 33(5), 509-519. <https://doi.org/10.15232/pas.2017-01620>
- Schwartzkopf-Genswein, K. S., Faucitano, L., Dadgar, S., Shand, P., Gonzalez, L. A. and Crowe, T. G. (2012). Road transport of cattle, swine and poultry in North America and its impact on animal welfare, carcass and meat quality: a review. *Meat Sci*, 92(3), 227-243. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.04.010>
- SENASA. (2015). *Resolución 97-1999-SENASA - Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria*. Retrieved 07/03/2020 from <http://www.senasa.gob.ar/normativas/resolucion-97-1999-senasa-servicio-nacional-de-sanidad-y-calidad-agroalimentaria>
- Valadez-Noriega, M., Estévez-Moreno, L. X., Rayas-Amor, A. A., Rubio-Lozano, M. S., Galindo, F. and Miranda-de la Lama, G. C. (2018). Livestock hauliers' attitudes, knowledge and current practices towards animal welfare, occupational wellbeing and transport risk factors: A Mexican survey. *Preventive Veterinary Medicine*, 160, 76-84. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.09.023>
- Villarroel, M., Maria, G., Sanudo, C., Garcia-Belenguer, S., Chacon, G. and Gebre-Senbet, G. (2003). Effect of



commercial transport in Spain on cattle welfare and meat quality. DTW. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 110(3), 105-107. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12731109>

Welfare-Quality. (2009). *Welfare Quality: Assessment protocol for cattle* (W. Quality, Ed. 1 ed., Vol. 1). Welfare Quality. http://www.welfarequalitynetwork.net/media/1088/cattle_protocol_without_veal_calves.pdf

Contribución de los autores

Autores	Contribución
Wilmer Humberto Zambrano-Garay	Concepción y diseño, investigación, metodología, redacción y revisión del artículo.
Galo Ernesto Martínez-Cepeda	Concepción y diseño, investigación, metodología, redacción y revisión del artículo.
George Alexander García-Ávila	Investigación, búsqueda de información, análisis e interpretación de datos y revisión del artículo.
Juan José Zambrano Villacís	Adquisición de datos, aplicación de Software estadístico, análisis e interpretación.



Consumo de carne y su aporte en la proporción estándar de calorías de origen animal. El caso de las comunidades de Flavio Alfaro, Manabí, Ecuador

Consumption of meat and its contribution to the standard proportion of calories of animal origin. The case of the communities of Flavio Alfaro, Manabí, Ecuador

Autores

- ✉ ¹*Elvira Rodríguez Ríos 
✉ ²Benjamín García Páez 
✉ ³Yomana Safadi Orlando 
✉ ⁴Scarlet Cartaya Ríos 

¹Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador.

²Departamento de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

³Sociedad de Lucha Contra el Cáncer SOLCA Manabí, Portoviejo, Ecuador.

⁴Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador.

*Autor de correspondencia.

Citación sugerida: Rodríguez Ríos, E., García Páez, B., Safadi Orlando, Y. y Cartaya Ríos, S. (2021). Consumo de carne y su aporte en la proporción estándar de calorías de origen animal. El caso de las comunidades de Flavio Alfaro, Manabí, Ecuador. *La Técnica*, 11(2), 115-123. DOI: https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i26.4173

Resumen

Las carnes constituyen un grupo de alimentos, cuya ingesta aporta proteína de alta calidad al ser humano. El objetivo fue analizar la estructura del consumo de la carne, tanto doméstica como silvestre, en Flavio Alfaro, Manabí, Ecuador y su aporte calórico en la proporción estándar de calorías de origen animal. Los datos se obtuvieron mediante una encuesta aplicada a 43 hogares en el año 2018 y con esta base se calculó el contenido energético de cada tipo de carne para luego determinar la cantidad de calorías que proporciona la carne consumida por la población local. Los resultados mostraron que el mayor porcentaje de kilocalorías, con respecto a ingesta media diaria, provinieron del pescado (6,6%), el pollo (6,4%), y el armadillo (*Dasypus novemcinctus*) (5,8 %), calculado en relación con la Norma Ecuatoriana de Requerimiento Medio (NERM). Se concluyó que las fuentes disponibles de proteína animal satisfacieron las necesidades de ingesta de proteína de los miembros de los hogares del área de estudio, contribuyendo a la seguridad alimentaria de la población. Asimismo, los hallazgos empíricos encontrados indicaron que la carne doméstica fue la que aporta una mayor cantidad de energía para una vida saludable de las personas.

Palabras clave: consumo de carne; ingesta calórica; proteína animal; carne de monte; seguridad alimentaria.

Abstract

Meats constitute a group of foods, which provides high-quality protein to human beings. This work aims to analyze the structure of meat consumption, both domestic and wild, in Flavio Alfaro, Manabí, Ecuador and its caloric intake in the standard proportion of calories of animal origin. The data was obtained through a survey applied to 43 households in 2018. With this base, the energy content of each type of meat was calculated to determine then the number of calories provided by the meat consumed by the local population. The results show that percentages of kilocalories of the average daily intake, which come from fish (6.6%), chicken (6.4%), and armadillo (*Dasypus novemcinctus*) (5.8%) are the highest. These are calculated about the Ecuadorian Standard of Medium Requirement (NERM). It is concluded that the available animal protein sources satisfy the protein intake needs of the members of the households in the study area, contributing to the population's food security. Likewise, the empirical findings indicate that domestic meat is the one that provides the most significant amount of energy for a healthy life of people.

Keywords: meat consumption; energy intake; animal protein; bushmeat; food security.

Recibido: Abril 28, 2021

Aceptado: Mayo 30, 2021

Publicado: Julio 08, 2021



Introducción

En Ecuador son escasos los estudios sobre la situación nutricional de la población. No obstante, Calero (2011) afirmó que, en el año 2006, el 20% más pobre contaba en promedio con 1.911 kilocalorías diarias por miembro del hogar (un 12% menos de lo requerido).

Así mismo, el Ministerio de Salud Pública (MSP) juntamente con el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2013), con el propósito de analizar la situación nutricional, consumo alimentario, estado de micronutrientes, considerando las diferencias geográficas y demográficas, realizaron la encuesta nacional de salud y nutrición ENSANUT. Uno de los resultados indicó que el 6% de la población a escala nacional no cumplió con los requerimientos diarios de proteína y el 3% del total se encontraban en la Costa Rural (Freire et al., 2014). ENSANUT fue actualizada en el año 2018 (INEC, 2019), confirmando resultados similares. En contraste con lo anterior, la población local en el área de estudio no presentó indicios de inadecuada ingesta de proteína, lo que aportó al valor promedio diario de kilocalorías por persona.

En el estudio se consideró a los alimentos, según la normativa ecuatoriana, como bienes superiores (Secretaría Nacional de Planificación (SENPLADES), 2015) vinculados directamente con el derecho constitucional a la alimentación.

Con base a lo anterior y siguiendo al Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2015), se tomó al consumo como medida para el análisis. Se inició con la estimación de los valores de consumo en gramos (g) per cápita de carne doméstica y de carne de monte como insumo para el cálculo del indicador de ingesta de proteína y calorías. Posteriormente, se calculó el aporte calórico en la proporción estándar de calorías de origen animal (14%) con relación a la Norma Ecuatoriana de Requerimiento Medio (NREM) que estableció 2.141 kilocalorías diarias por persona (INEC, 2015).

Para estudiar esta importante temática se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿El consumo de carne fresca de producción doméstica como el pollo, cerdo, res y pescado, suplementado por el consumo de la carne de monte, representa un aporte suficiente de proteína y calorías que de acuerdo con la NREM de kilocalorías coadyuvan a la seguridad alimentaria de la población local de Flavio Alfaro? Se estableció una prevalencia de consumos inadecuados de proteína en la región de la Costa ecuatoriana, en el área rural de 3,4% y en el área urbana de 2,9%, según la encuesta nacional de salud y nutrición realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) y el Ministerio de Salud Pública (MSP) (2013).

Con esta motivación, el objetivo del presente estudio fue determinar a nivel local el consumo de cuatro tipos de carnes

de fuente doméstica y cinco provenientes de animales silvestres y su correspondiente aporte a la ingesta de calorías de origen animal en el cumplimiento del valor medio requerido de 2.141 kilocalorías·persona⁻¹·diario⁻¹, tal como lo estableció la Norma Ecuatoriana de Requerimiento Medio (NREM).

Metodología

Área de estudio y población

El área de estudio comprendió una extensión de 1.343,1 km² que correspondió al cantón Flavio Alfaro constituido por su cabecera cantonal, Flavio Alfaro, y sus parroquias rurales Zapallo y Novillo. La población, según proyección del INEC (2020), es de 23.822 habitantes que, de acuerdo con el censo poblacional del 2010, estarían distribuida en 16,6% de población urbana y 83,4% de población rural; el 51,8% correspondió a la población masculina y el 48,2% a la población de sexo femenino (INEC, 2011a).

Según la encuesta (2018), el mayor porcentaje de la población (45,4%) correspondió al grupo de 19 a 50 años, distribuidos en 52,4% mujeres y 47,6% hombres. Seguido por el grupo ubicado en el rango de 51 años y más con el 20,1% del total de la población entrevistada, con una mayoría perteneciente al grupo del sexo masculino (56,3%). En contraste, el menor porcentaje de población local se ubicó en el grupo de los infantes (0,8%), escolares (17,8%) y adolescentes (15,8%). La tendencia demográfica para la zona, según la proyección del INEC (2011b), fue decreciente con una tasa de crecimiento anual de -2,15%.

Asimismo, según la encuesta (2018), el 90,3% de los hogares, estuvieron constituidos por cinco miembros; mientras que el 9,7%, tuvo hasta 11 integrantes. Por tanto, la mayor frecuencia registrada correspondió a los hogares constituidos por cinco miembros.

De los hogares encuestados, 79,1% de ellos se dedicó a la agricultura, mientras que 7% se ocupó en la ganadería. La vocación de la tierra permitió el cultivo de diversos productos, entre los que figuraron: cacao (*Theobroma cacao*), tagua (*Phytelephas macrocarpa*), plátano (*Musa x paradisiaca*), maíz (*Zea mays*), maní (*Arachis hypogaea*), yuca (*Manihot esculenta*) y una gran variedad de frutas tropicales como la naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*C. reticulata*), papaya (*Carica papaya*) entre otras. La actividad extractiva de especies silvestres para la alimentación se considera una actividad secundaria a la que se dedica el 7,8% de los hogares entrevistados.

Los datos fueron recolectados en la zona de estudio en julio del 2018. La encuesta fue aplicada a 43 hogares que ya habían sido encuestados en el año 2014, sobre el tema de la cacería de especies cinegéticas (Rodríguez-Ríos y García-Páez, 2018) en esta zona, con el objetivo de obtener información actualizada sobre el consumo de carne de monte y otros tipos de carne de origen doméstico.



Consumo de carne y su soporte en la porción estandar de calorías de origen animal

Los 43 hogares fueron seleccionados para la entrevista, porque éstos declararon en febrero del 2014 el consumo de carne silvestre que obtuvieron directamente de la captura que realizó algún miembro de la familia, o la compraron o la recibieron como regalo o donación.

La unidad de muestreo fue la vivienda definida como espacio ocupado por un hogar (INEC, 2012, p. 8) que resultó ser más permanente y fácil de identificar en el área rural. Cada vivienda representó un hogar.

Los entrevistados eran jefes de familia o adultos residentes (≥ 18 años), que fueron encuestados para evaluar el consumo de carne de origen doméstico y carne de animales silvestres, las características sociodemográficas de la población, los ingresos y egresos del hogar. Finalmente, se estructuró la base de datos en SPSS utilizada para el análisis.

Medición del consumo de proteínas de origen animal

Composición proteica de la carne

Las proteínas constituyen un macronutriente que proporciona energía, por lo que su consumo diario al igual que los demás nutrientes es importante desde el punto de vista nutricional. Se distingue entre proteínas de origen vegetal y de origen animal.

La proteína animal tiene como fuente a la carne, considerada de alto valor biológico, de alta calidad y de fácil absorción. Este grupo de alimentos incluye no solo las partes blandas de distintos animales sino también algunas vísceras, por lo que se toma para cada caso el promedio de contenido proteico de los diversos cortes y partes del animal.

Para el cálculo de la proteína proveniente de la carne de animales domésticos, se utilizó la tabla de composición de los alimentos del Ministerio de Salud Pública (Ramírez-Luzuriaga, Freire y Belmont, 2014) del Ecuador. Para la carne de cerdo, se promedia tipos de cortes y partes incluyendo las vísceras, el pescado tomó el promedio del valor de proteína de 10 variedades de pescado; unos coincidieron con los consumidos en la zona de estudio tales como el picudo (*Makaira migricans* y *Kajikia audax*), albacora (*Thunnus albacares*) y el pescado sierra (*Scomberomorus sierra*) y otros similares.

El contenido de proteína de la carne de res fue determinado por el promedio de los valores de los distintos cortes de carne y partes del animal. La cantidad de proteína por cada 100 g de carne de pollo fue de 18,6 g, tomado de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición en Ecuador (INEC y MSP, 2013, p.51). Por otro lado, el valor de proteína de la guanta (*Cuniculus paca*) y el saíno (*Pecari tajacu*) fueron tomados de las tablas peruanas de composición de alimentos (Reyes et al., 2009); y del armadillo (*Dasypus novemcinctus*) de la tabla de composición de alimentos de Centro América (Menchú y Méndez, 2012).

El contenido proteico de 100g de carne de guatusa (*Dasyprocta punctata*) y guacharaca (*Ortaldis erythroptera*), se obtuvo del promedio de 17 especies del orden de Rodentia (Hoffman y Cawthorn, 2012). La composición nutricional referida a 100 g de la parte comestible de carne se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Composición nutricional de la carne (en 100 gramos).

Tipo de carne	Proteína animal (g)	Fuente
Carne de origen doméstico		
Cerdo	17,2	Tablas de composición de los alimentos para Ecuador: Compilación del equipo técnico de la ENSANUT-ECU 2012 (Ramírez-Luzuriaga et al., 2014).
Carne de monte		
Pollo	18,6	Encuesta Nacional de salud y nutrición ENSANUT. INEC Y MSP, 2013, p.51
Res	17,8	Encuesta Nacional de salud y nutrición ENSANUT. INEC Y MSP, 2013.
Pescado	20,4	Encuesta Nacional de salud y nutrición ENSANUT. INEC Y MSP, 2013.
Armadillo de nueve bandas (<i>Dasypus novemcinctus</i>)	29,0	Tablas de composición de los alimentos para Ecuador: Compilación del equipo técnico de la ENSANUT-ECU 2012 (Ramírez-Luzuriaga et al., 2014).
Guatusa (<i>Dasyprocta punctata</i>)	22,8	Encuesta Nacional de salud y nutrición ENSANUT. INEC Y MSP, 2013.
Guacharaca (<i>Ortaldis erythroptera</i>)	22,8	Hoffman y Cawthorn, 2012, pp. 44-45
Guanta (<i>C. paca</i>)	21,4	Hoffman y Cawthorn, 2012, pp. 44-45
Sáino (<i>Pecari tajacu</i>)	21,4	Reyes et al., 2009, p.38
		Reyes et al., 2009, p.50



El nivel de proteína presente en la carne fresca de res, pollo y cerdo fue similar. El pescado, por su parte, aportó una cantidad mayor de proteína por cada 100 g de ingesta; y el grupo de carne de animales silvestres presenta niveles de contenido proteico por cada 100 g, por encima de las anteriores, pero similares entre ellas.

Consumo per cápita de carne

El consumo per cápita se obtuvo a partir de los datos de consumo de cada tipo de carne que proporcionó la encuesta a los 43 hogares (2018) en la zona definida como área de estudio. Se dividió para el número de cinco miembros por hogar (moda = 5), sin considerar las diferencias relativas (por sexo, edad y actividad física) entre los miembros de la familia, con respecto a las necesidades energéticas.

Aporte energético y calórico proveniente de proteína de origen animal

La ingesta de carne se estima en gramos por persona y por día, en un periodo de 30 días. Bajo esta premisa se procedió a determinar el porcentaje de aporte energético que generó la ingesta de carne, con respecto a la norma ecuatoriana de requerimiento medio de 2.141 kcal (INEC, 2015). En primer lugar, se determinó el valor del contenido en gramos de proteína en cada porción de 100 g de carne, de conformidad a estándares internacionales.

En segundo lugar, se obtuvo el aporte proteico del consumo de carne y pescado por efecto multiplicativo de la ingesta per cápita y el factor de 4,27 kcal·g⁻¹ de proteína (US Department of Agriculture, Agricultural Research Service (USDA ARS, 2014). La aplicación de este factor se hizo extensivo a la carne de guatusa (*D. punctata*) y la guacharaca (*O. erythroptera*) en ausencia de estos datos nutricionales en las fuentes especializadas.

En tercer lugar, se tomó siguiendo al INEC (2015) el porcentaje máximo de calorías provenientes del macronutriente de proteína establecido en 14%. Con esta base se determinó el aporte calórico para el caso de estudio equivalente a 299,74 kcal del total (2.141 kcal). De este valor del aporte calórico, solo 96,08 kcal correspondieron al análisis de la contribución de calorías provenientes de proteína animal (30% de proteína de origen animal y 70% proteína vegetal del total de 75 g de proteína establecido como requerimiento per cápita diario para el caso de estudio).

Asimismo, se tomó el valor calórico de la carne de monte equivalente a 108-kcal para los 100 g de la carne de guanta (*C. paca*), 106 kcal del saíno (Reyes et al., 2009); y 172 kcal para el armadillo (Menchú y Méndez, 2012).

A continuación, se presenta un diagrama del proceso metodológico utilizado en el presente estudio (figura 1).

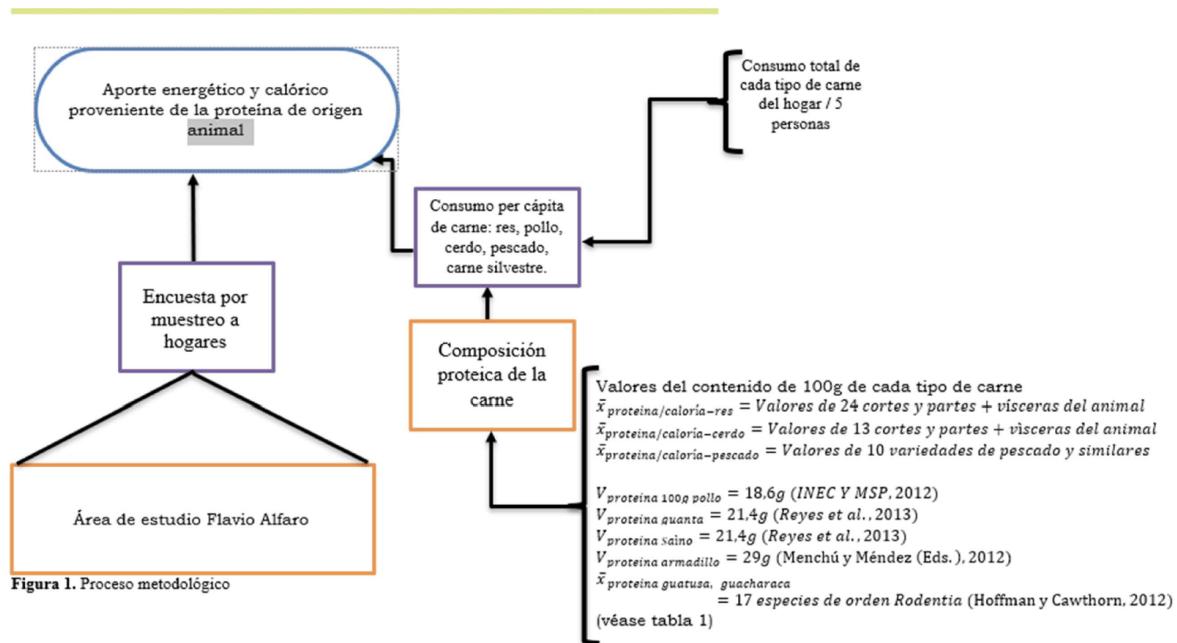


Figura 1. Proceso metodológico seguido en la investigación.

Resultados

El consumo de carne de producción doméstica en la zona de estudio alcanzó 19,85 kg, y la carne de monte un 0,23 kg per cápita en el año. Para esto, la población se abasteció en el mercado local (consumo) y en la producción propia y/o donación entre miembros de la misma familia (autoconsumo) en los siguientes porcentajes de la tabla 2.

Tabla 2. Abastecimiento de carne a los hogares en el área de estudio, 2018.

Consumo por fuente de provisión	Carne doméstica (%)	Carne silvestre (%)	Participación (%)
Compra	89,4	30,3	88,8
Producción propia	10,2	56,1	10,7
Donación	0,4	0,5	0,5
Total	100,0	100,0	100,0

En la tabla 2, se muestra que la mayor fuente de provisión de la carne de producción fue la doméstica. La compra representó el 88,8%, seguido por el autoconsumo (producción propia y donación) con el 11,2% del total de carne consumida en el período de estudio.

La carne doméstica en un 89,4%, fue adquirida en el mercado local y el 10,6% fue suministrada por producción propia y por donación. Por el contrario, la carne de monte tuvo como mayor fuente de provisión a la cacería (56,7%) que fue practicada por algún miembro del hogar y las presas capturadas se destinaron casi en su totalidad al autoconsumo de las familias.

Según datos de la encuesta (2018), el 68,3% de los hogares capturaron en el período de estudio a la guanta (*C. paca*) y el 74,6 % cazaron a la guatusa (*D. punctata*). El 17,5% de hogares capturaron a la guacharaca (*O. erythroptera*) y en 11,1% de los hogares obtuvieron al saíno (*P. tajacu*) y en un mismo porcentaje dedicaron esfuerzo a la captura del armadillo de nueve bandas (*D. novemcinctus*).

El acceso a la carne silvestre buscó cumplir con un objetivo dual, por un lado, complementar su dieta alimenticia; y, por otro lado, satisfacer las preferencias culturalmente aceptables de las comunidades locales en el área de estudio. No obstante, el estado de conservación del saíno (*P. tajacu*) y la guatusa (*D. punctata*) fue de preocupación menor de riesgo (Tirira, 2011; Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), 2015) y para el caso de la guanta (*C. paca*) y el armadillo de nueve bandas (*D. novemcinctus*) el estatus es de especie casi amenazada (Tirira, 2011), lo que hizo presumir que la disponibilidad y acceso de las comunidades locales a la carne de monte como fuente complementaria para su alimentación está en riesgo. Esto plantea la necesidad de implementar estrategias no solo para conservar, sino también para restaurar lo que aún queda en esta unidad de territorio mediante la implementación de un manejo sostenible de estos recursos.

Visto en conjunto, el consumo per cápita de carne expresada en kg·día⁻¹ se presenta en la tabla 3. El consumo fue tomado como medida (INEC, 2015) para calcular el indicador de ingesta de proteína. En el cálculo se consideró la cantidad de compra, producción propia y/o donación de la carne; y la cantidad de carne de monte consumida incluyó la cantidad obtenida por captura de animales silvestres por donación o regalo y lo que obtuvieron por compra en tiendas o personas naturales locales.

Tabla 3. Consumo per cápita de carne doméstica y carne de monte en la zona de estudio, 2018

Fuente	Consumo per cápita diario (g)*
Carne doméstica	
Pollo	172,3
Pescado	161,9
Cerdo	157,3
Res	138,6
Carne de monte	
Armadillo (<i>D. novemcinctus</i>)	72,5
Sáino (<i>P. tajacu</i>)	47,1
Guatusa (<i>D. punctata</i>)	27,5
Guanta (<i>C. paca</i>)	18,7
Guacharaca (<i>O. erythroptera</i>)	10,8

*El cálculo general per cápita del consumo de la carne doméstica supone una frecuencia de consumo mayor a una vez por día. Esto coincide con lo que afirma la FAO (2001) para el caso de la población rural de la región Litoral ecuatoriano.

En Flavio Alfaro, el 93% de los hogares entrevistados manifestaron que sus miembros consumieron carne de pollo con una frecuencia en promedio de 8,4 veces al mes, registrando el más alto consumo per cápita diario (172,3 g) con respecto a los demás tipos de carne en análisis. El consumo de pollo se garantizó en gran medida por el alto porcentaje que provino de producción propia (aproximadamente el 27% de los hogares lo producen).

Asimismo, el pescado fue preferido por el 91% de los hogares con un consumo per cápita de 161,9 g por 10,3 veces durante un mes; y la carne de cerdo fue preferida por el 79,5% de los hogares por una frecuencia de 6,6 veces en el mes con un consumo por persona diaria de 157,3 g, sin indicar el número de ingesta diaria. El pescado gozó de una alta preferencia debido a su bajo precio y a la disponibilidad en el mercado local de varias especies (sierra (*Scomberomorus sierra*), albacora (*Thunnus albacares*), chame (*Dormitator latifrons*), picudo (*Makaira migricans* y *Kajikia audax*), carita (*Pacific moonfish*), lisa (*Mugil cephalus*), pinchagua o sardina (*Alosa pseudoharengus*)).

En último lugar, se ubicó la carne de res que fue consumida por el 62% de los hogares de la zona de estudio con un consumo por persona de 138,6 g y la frecuencia de consumo reportada no alcanzó las 7 veces al mes. Además, la carne de monte fue consumida por el 50,1% de los hogares entrevistados con una frecuencia que, en promedio, alcanzó 6,4 veces·mes⁻¹ para todo el grupo de carne de monte. De esto se deduce que, aunque el consumo per cápita diario se ubicó por debajo de los 100 g diario,



la ingesta de carne de monte complementó la dieta de los hogares entrevistados.

Los resultados evidenciaron que la ingesta de proteína animal se encuentra garantizada con el consumo alterno de los diversos tipos de carne de ambos grupos, doméstico y silvestre durante el mes. A partir de estos datos de frecuencia y consumo promedio de la carne, se calculó la ingesta nutricional de proteína y energía percápita que se presenta en la siguiente sección.

Ingesta de proteína de origen animal y su contribución calórica

Consumir proteína en la cantidad requerida, aporta la energía necesaria para cubrir el gasto energético, que permite mantener el tamaño y composición corporal normal, gozar de un nivel de actividad física deseable y es consistente con un buen estado nutricional a largo plazo (Feres y Mancero, 2007). Por esto, se requiere consumir alimentos como los tipos de carne bajo análisis, cuyo consumo percápita diaria proporcione los aminoácidos

Tabla 4. Ingestas de proteínas y su aporte al requerimiento proteico per cápita diario, 2018.

Fuente	Proteína animal (g)	Requerimiento proteico per cápita diario, 75 g, (%)*
Pescado	32,96	43,9
Pollo	32,04	42,7
Cerdo	27,00	36,0
Res	24,69	32,9
Armadillo (<i>D. novemcinctus</i>)	21,03	28,0
Sáinio (<i>P. tajacu</i>)	10,08	13,4
Guatusa (<i>D. punctata</i>)	6,26	8,3
Guanta (<i>C. paca</i>)	3,99	5,3
Guacharaca (<i>O. erythrops</i>)	2,47	3,3

*Cálculo con datos de Tabla 1 y Tabla 3

esenciales requeridos.

La contribución proteica al requerimiento percápita diario (75 g), de cada tipo de carne (pollo, cerdo, pescado, res, guanta, guatusa, sáinio, armadillo y guacharaca) consumida, expresada en porcentaje se presenta en la tabla 4.

De la tabla 4, se deduce que la ingesta tanto de carne de pollo como de pescado proporcionó la mayor cantidad de gramos de proteína, 32,04 y 32,96 g, respectivamente. El consumo de la carne de cerdo de 157,34 g percápita diario generó 27,00 g de proteína y el consumo de la carne bovina en una porción de 138,6 g percápita aportó 24,69 g de proteína. La contribución proteica de la carne de monte fue relativamente menor que se ubica en un

rango entre 2,47 g percápita que proporcionó la guacharaca (*O. erythrops*) y 21,03 g proveniente de la carne de armadillo (*D. novemcinctus*) tal como se presenta en la figura 2.

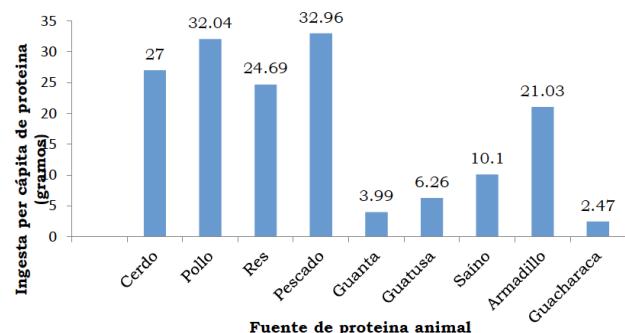


Tabla 2. Fuentes de proteína en la dieta de la población de Flavio Alfaro y localidades circunvecinas, Manabí, Ecuador.

La figura 2 muestra que el pescado (43,9%), el pollo (42,7%), el cerdo (36,0%), la res (32,9%), el armadillo (*D. novemcinctus*) (28,0%) y el sáinio (*P. tajacu*) (13,4%) fueron las fuentes que en mayor porcentaje contribuyeron al valor proteico requerido. También se infirió que la cantidad de proteína provista por la carne de producción doméstica fue superior al nivel mínimo establecido en 20 g para el caso de Ecuador en el periodo 2009-2011 (FAO, 2015a). No obstante, esto plantea la necesidad de no disminuir o en su defecto aumentar la provisión percápita de proteína animal con la intención de aproximarse al promedio nacional de 41g percápita⁻¹·día⁻¹ (FAO, 2015a).

Lo anterior, pone de manifiesto una ingesta de proteína percápita no deficitaria que aportó a la seguridad alimentaria de la población rural local. Esto se reconfirma si se considera lo señalado por autores como Williams (2002) con relación a que las proteínas diarias se pueden obtener: "...de una mezcla de alimentos animales y vegetales en una relación de 30:70; es decir el 30% fue de proteína animal y el 70% de proteína vegetal..." (p. 183). La aplicación de esta definición de mezcla de proteína animal y vegetal, calificada como habitual, sana y nutritiva, al caso de estudio permitió inferir que la proteína de origen animal provenientes de los alimentos de mayor consumo como el pescado, el pollo, el cerdo y la carne de res fue mayor a 30% recomendado; esto es, mayor a 22,5 g de proteína.

Adicionalmente, debe tomarse en cuenta que la ingesta de los derivados de las carnes (embutidos y otros), huevos y enlatados que forman parte de la dieta de los hogares, también aportan proteínas, pero que su análisis no es considerado en el presente estudio. Asimismo, es recomendable considerar el complemento proteico que proporcionan las fuentes vegetales como la lenteja, soya, frijol seco, entre otros.

Consumo de carne y su soporte en la porción estandar de calorías de origen animal

Tabla 5. Aporte calórico percápita de proteína de origen animal a la Norma Ecuatoriana de Requerimiento Medio (NERM), 2018.

Carne	Kilocalorías (kcal)	Aporte calórico con respecto a la NERM 2.141 Kcal (%)
Pescado	140,8	6,6
Pollo	136,8	6,4
Cerdo	115,3	5,4
Res	105,4	4,9
Armadillo (<i>D. novemcinctus</i>)	124,7	5,8
Sáinio (<i>P. tajacu</i>)	49,9	2,3
Guatusa (<i>D. punctata</i>)	26,7	1,3
Guanta (<i>C. paca</i>)	20,2	0,9
Guacharaca (<i>O. erythrops</i>)	10,6	0,5

Con base al indicador de ingesta proteica se calcula el aporte calórico expresado en kcal, cuyos resultados se presentan en la tabla 5.

En la tabla 5 se puede apreciar que el 6,6% de las calorías provino de la ingesta de pescado; el 6,4% fue originado por el consumo de pollo. Seguidamente se ubicó, por su porcentaje de contribución al requerimiento medio establecido por la NERM (2.141 kcal), la carne de cerdo con 5,4% y la carne de res que aportó con el 4,9%. En el grupo de la carne de monte la contribución energética fue de manera descendente desde el 5,8% del armadillo (*D. novemcinctus*), 2,3% del sáinio (*P. tajacu*), 1,3% de la guatusa (*D. punctata*), alrededor del 1% la carne de guanta (*C. paca*); y, aproximadamente el 0,5 % de la guacharaca (*O. erythrops*).

El aporte de calorías proveniente de las carnes de producción doméstica estudiadas fue similar entre ellas, presentó cierta diferencia cuando éste fue comparado con la contribución energética de la carne de monte que resultó ser significativamente inferior, por lo que se concluyó que la carne doméstica, fue la que aportó una mayor cantidad de energía para una vida sana y activa de los miembros de los hogares del área de estudio.

Discusión

El precepto constitucional que reconoce el derecho fundamental a una alimentación sana, nutritiva y culturalmente apropiada, pone de manifiesto la importancia de la carne de producción doméstica y de animales silvestres, como fuentes de proteína para la población de Flavio Alfaro en la provincia de Manabí. La carne doméstica, dada su disponibilidad, fue la fuente que proporcionó el mayor aporte proteico y calórico a las personas del grupo en estudio. Su consumo percápita que siguió el siguiente orden prelativo fue pescado, pollo, cerdo, res, contribuyendo con el 88,8% del total de consumo de carne de los lugareños. Al respecto el MSP (2018) afirmó que la disponibilidad de las carnes se ha incrementado en Ecuador.

En conjunto el consumo percápita de la carne de producción doméstica ($19,85 \text{ kg} \cdot \text{año}^{-1}$) logró un valor superior con respecto

al consumo percápita que estableció la FAO (2015b) de $10 \text{ kg} \cdot \text{año}^{-1}$, lo que sin duda garantizó una suficiente ingesta de proteínas y calorías de origen animal en la zona de estudio que aportó al aumento de los niveles de energía recomendados de 2.141 kilocalorías·día $^{-1}$. En este sentido, Amaza et al. (2006) estableció el acceso al requerimiento calórico mínimo como medida de la seguridad alimentaria en un estudio realizado con datos de Nigeria. El déficit de ingesta de energía en relación con los requerimientos diarios fue una de las causas de malnutrición (MSP, 2018).

De igual forma, se determinó que el consumo de carne de monte resulta ser suplementario (11,2%) y su consumo encontró justificación en el arraigo a las tradiciones, al bosque circundante y a la vida misma de las comunidades locales que bajo la filosofía del Buen Vivir deben procurar relaciones solidarias, no solo entre los hombres, sino también de éstos con la naturaleza.

De lo señalado anteriormente, se colige que el aporte proteico de la carne de origen doméstico no fue deficitario, toda vez que logró satisfacer las necesidades de proteína y de calorías de fuente animal. Esta no fue la situación prevaleciente con el valor proteico de la carne de monte que por sí sola no llegó a satisfacer las necesidades diarias de proteína y de kilocalorías requeridas. Esto último tiene su explicación fundamentalmente, en los límites biofísicos impuestos por la naturaleza en el uso de los recursos renovables que limita la cantidad disponible de este tipo de carne. Por esto, es imprescindible mejorar la comprensión sobre las prácticas actuales de uso de la vida silvestre entre los pobladores locales, como parte de la estrategia de desarrollo en el ámbito de la Economía Popular y Solidaria del modelo del Buen Vivir Ecuatoriano, para una gestión sostenible de las especies cinegéticas.

En la medida que la caza tenga lugar en los tiempos y condiciones que establece la ley (Código Integral Penal, Artículo 247) y los ciclos de reproducción natural de las especies; será posible mantener esta fuente suplementaria y alterna de proteína que aporte a la seguridad alimentaria de la población del área del caso de estudio. Adicionalmente, la seguridad alimentaria de los hogares se fortalecerá si se garantiza los ingresos mediante la comercialización de los productos agropecuarios en condiciones justas de mercado.

Situación similar experimentan ciertas comunidades locales en otras latitudes, como es el caso de Moncongloe Bulu en Indonesia, en donde los consumos promedios de proteínas de origen animal de los hogares fueron altos (Ismartojo et al., 2020). No obstante, en las actuales circunstancias, una eventual prohibición del comercio y el consumo de carne silvestre en respuesta a COVID-19 a nivel mundial, podría desatar posibles consecuencias negativas en los sistemas alimentarios de las comunidades locales de algunos países (Booth et al., 2021).

Conclusiones

No existe ninguna indicación de riesgo de desnutrición o enfermedades relacionadas con la deficiencia de proteínas que conlleve a incumplir con el requerimiento mínimo diario de kilocalorías por persona, lo que aumenta la importancia relativa del consumo de carne por parte de la población de Flavio



Alfaro y plantea la necesidad de garantizar la disponibilidad y de accesibilidad de la población local a la cantidad de carne requerida para su consumo.

Asimismo, no existen indicios de prevalencia de consumos inadecuados de proteína, por lo que la población de la zona de estudio puede ser excluida del grupo que define la línea de tendencia sobre ingesta inapropiada de proteína en la región de la Costa de Ecuador.

En esta línea de trabajo, se necesita investigación adicional para definir el número de ingestas diarias de cada miembro del hogar por tipo de carne, requerimiento de proteínas y calorías a nivel de grupo poblacional por edad, sexo y peso, y por nivel de actividad física; y para establecer la distribución de las cantidades de proteína de manera específica en las tres comidas diarias para el caso de la población de Flavio Alfaro.

Se recomienda que, en la combinación de medios de abastecimiento, sea el mercado y/o el autoconsumo, se aborde la temática del sistema alimentario desde una perspectiva integral de la producción, consumo, equidad y distribución; y se procure el diseño e implementación de políticas públicas que permitan poner en práctica estrategias y acciones conducentes a disminuir los riesgos de posibles carencias y excesos de la ingesta de proteína, hierro, yodo, vitaminas y otros micro y macronutrientes.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés en la presente publicación en ninguna de sus fases.

Referencias bibliográficas

- Amaza, P. S., Umeh, J. C., Helsen, J. y Adejobi, A. O. (2006). *Determinants and measurements of food insecurity in Nigeria: Some empirical policy guide*, 2006. Annual Meeting, August, 12-18, 2006, Australia International Association of Agricultural Economists.
- Booth, H., Clark, M., Milner-Gulland, E. J., Amponsah-Mensah, K., Pinassi Antunes, A., Brittain, S., Castilho, L. C., Campos-Silva, J. V., de Araujo Lima Constantino, P., Li, Y., Mandoloma, L., Micah Nneji, L., Midoko Iponga, D., Moyo, B., MaNamara, J., Sarobidy Rakotonarivo, O., Shi, Jianbin, Kamogne Tagne, C. T., van Velden, J. and Williams, D. R. (2021). Investigating the risks of removing wild meat from global food systems. *Current Biology*, 31, 1788-1797. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.01.079>
- Calero León, C. J. (2011). *Seguridad alimentaria en Ecuador desde un enfoque de acceso a alimentos*. 1era. Ed. Abya-Yala. Quito, Ecuador.
- Código Orgánico Integral Penal (2014). *Registro oficial 180*. Quito, Ecuador.
- Feres, J. C. y Mancero, X. (2007). *Enfoques para la medición de la pobreza. Breve revisión de la literatura. Estudios estadísticos y prospectivos*. CEPAL. [https://dds.cepal.org/infancia/guia-para-estimar-la-pobreza-infantil/bibliografia/capitulo-I/Feres%20Juan%20Carlos%20y%20Xavier%20Mancero%20\(2001a\)%20Enfoques%20para%20la%20medicion%20de%20la%20pobreza.pdf](https://dds.cepal.org/infancia/guia-para-estimar-la-pobreza-infantil/bibliografia/capitulo-I/Feres%20Juan%20Carlos%20y%20Xavier%20Mancero%20(2001a)%20Enfoques%20para%20la%20medicion%20de%20la%20pobreza.pdf)
- Freire, W. B., Ramírez-Luzuriaga, M. J., Belmont P., Mendieta, M. J., Silva-Jaramillo, M. K., Romero N., Sáenz K., Piñeiro P., Gómez, L. F., y Monge R. (2014). *Tomo I: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de la población ecuatoriana de cero a 59 años*. ENSANUTECU 2012. Ministerio de Salud Pública/Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Quito-Ecuador.
- Hoffman, L. C. and Cawthorn, D. M. (2012). What is the role and contribution of meat from wildlife in providing high quality protein for consumption? *Animal Frontiers*, 2(4), 40-53. doi:10.2527/af.2012-0061.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2011a). *VII censo de población y VI censo de vivienda*. <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-yvivienda/>.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2011b). *Proyección de la población ecuatoriana, por años calendario, según cantones*. http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Poblacion_y_Demografia/Proyecciones_Poblacionales/proyeccion_cantonal_total_2010-020.xlsx
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2012). *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los hogares urbanos y rurales 2011- 2012. Resumen Metodológico y Principales Resultados*. http://www.inec.gob.ec/Enighur/_Analisis_ENIGHUR%202011-2012_rev.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2015). *Metodología de construcción del agregado del consumo y estimación de línea de pobreza en el Ecuador*. http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/ECV/ECV_2015/documentos/150410%20ECVMetodologia.pdf
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2019). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición ENSANUT*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/salud-saludreproductiva-y-nutricion/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2020). *Proyecciones poblacionales 2010-2020*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC] y Ministerio de Salud Pública [MSP]. (2013). *Encuesta Nacional de*

Consumo de carne y su soporte en la porporción estándar de calorías de origen animal

- salud y nutrición ENSANUT. <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/salud-salud-reproductiva-y-nutricion/>
- Ismartoyo, S., Syahrir, S., and Islamiyati, R. (2020). The farmer's household food security at the village of Moncongloe Bulu Maros South Sulawesi. IOP Conf. Series: *Earth and Environmental Science*, 492. <https://iopscience-iop.org/pbidi.unam.mx:2443/article/10.1088/1755-1315/492/1/012134>
- Menchú, M. y Méndez, H. (Eds.). (2012). *Tabla de composición de alimentos de Centroamérica*. Guatemala, Guatemala: INCAP/OPS.
- Ministerio de Salud Pública [MSP]. (2018). *Plan Intersectorial de Alimentación y Nutrición Ecuador 2018-2025*. <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2018/08/PIANE-2018-2025-final-compressed-.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2001). *Perfiles Nutricionales por Países-Ecuador*. <https://ftp.fao.org/es/esn/nutrition/ncp/ecumap.pdf>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2015a). *FAOSTAT Emissions Database. Food and agriculture organization of the United Nations, Statistics division*. <http://faostat3.fao.org/download/FB/CL/E>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2015b). *Carnes y productos cárnicos*. <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/background.html>
- Ramírez-Luzuriaga, M. J., Freire, W. B. y Belmont, P. (2014). *Tablas de composición de los alimentos para Ecuador: Compilación del equipo técnico de la ENSANUT*.
- ECU 2012. MSP, UNICEF, OPS, OMS. https://www.researchgate.net/publication/272026302_Tabla_de_composición_de_alimentos_del_Ecuador_Compilación_del_Equipo_técnico_de_la_ENSANUT-ECU
- Reyes, M., Gómez-Sánchez, I., Espinoza, C., Bravo, F. y Ganoza, L. (2009). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. Lima, Perú: Ministerio de Salud.
- Rodríguez-Ríos, E. and García-Páez, B. (2018). Valuing bushmeat for people living at a subsistence level: The case of *Cuniculus paca* meat in Flavio Alfaro, Manabí, Ecuador. *Human Dimensions of Wildlife*, 23(4), 313-328. DOI: 10.1080/10871209.2018.1419517
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES]. (2015). *Instructivo para la Aplicación de la Metodología del Alcance de la Acción del Estado en la Prestación de Servicios y Provisión de Bienes Públicos*. <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/2015/03/InstructivoMetodológico-del-Alcance-del-Estado.pdf>
- Tirira, D. (2011). *Libro rojo de los mamíferos del Ecuador*. Quito, Ecuador: PUCE/MAE
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [IUCN]. (2015). *The IUCN Red List of Threatened Species*. www.iucnredlist.org.
- US Department of Agriculture, Agricultural Research Service. (2014). Composition of Foods Raw, Processed, Prepared. USDA National Nutrient Database for Standard Reference. Release, 27. Documentation and User Guide. https://data.nal.usda.gov/system/files/sr27_doc.pdf
- Williams, M. (2002). *Nutrición para la salud, la condición física y el Deporte*. Barcelona, España: Paidotribo.

Contribución de los autores

Autores	Contribución
Elvira Rodríguez Ríos	Diseño de la investigación; revisión bibliográfica, análisis e interpretación de los datos, preparación y edición del manuscrito.
Benjamín García Páez	Participó en la preparación y edición del manuscrito, corrección de estilo.
Yomana Safadi Orlando	Interpretación de los datos y revisión del contenido del manuscrito referente a lo nutricional.
Scarlet Cartaya Ríos	Análisis de datos y corrección de estilo.



latecnica@utm.edu.ec

La Técnica: Revista de las Agrociencias

