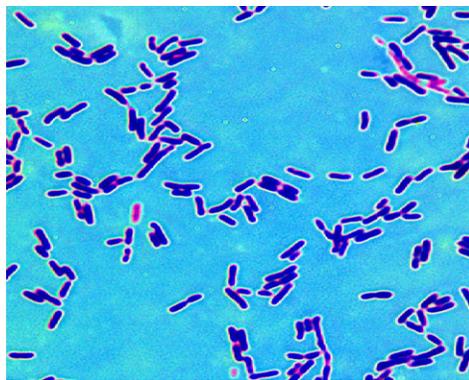
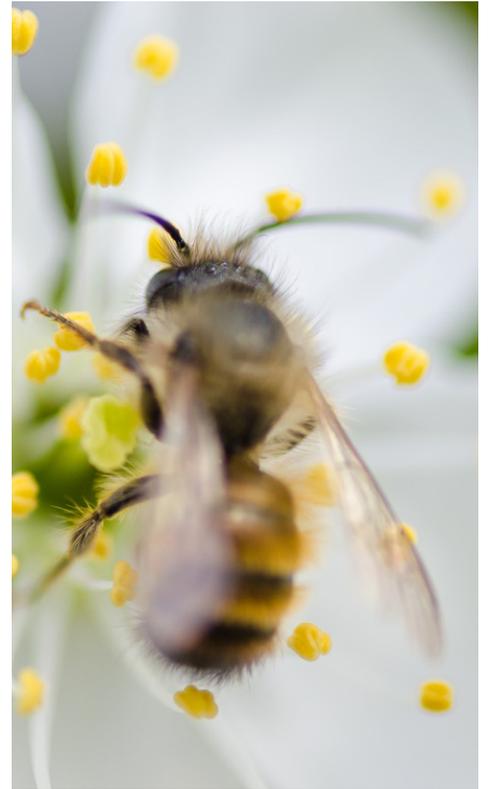


# RECIENA

Revista Científica Agropecuaria



ISSN 2773-7608  
Num. 3 - Año 2 - Vol. 1  
Nov. 2021 - Abr. 2022



REVISTA CIENTÍFICA AGROPECUARIA RECIENA  
ISSN 2773-7608  
Número 3, Año 2, Volumen 1 / Noviembre 2021 – Abril 2022

AUTORIDADES ESPOCH:

<i>Rector</i> Byron Vaca Barahona	<i>Decano Fac. Ciencias Pecuarias</i> Vicente Trujillo Villacís
<i>Vicerrectora Académica</i> Jenny Basantes Ávalos	<i>Subdecano Fac. Ciencias Pecuarias</i> Marcelo Moscoso Gómez
<i>Vicerrector de Investigación</i> Pablo Vanegas Peralta	<i>Director Carrera Agroindustria</i> Miguel Mira Vásquez
<i>Vicerrectora Administrativa</i> Landy Ruiz Mancero	<i>Director Carrera Medicina Veterinaria</i> César Camacho León
<i>Director de Publicaciones</i> Luis Flores Mancheno	<i>Directora Carrera Zootecnia</i> Paula Toalombo Vargas

*Editor General:*

Luis Arboleda Álvarez (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador)

*Miembros Comité Editorial:*

William Orlando Caicedo (Universidad Estatal Amazónica, Ecuador)  
Cira Duarte García (Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria, Cuba)  
Hugo López Insunza (Universidad Autónoma de Sinaloa, México)  
Andrés Mancheno Herrera (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador)  
Nora Mejía Cabezas (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador)  
José Miranda Yuquilema (Universidad de Cuenca, Ecuador)  
Antonio Murillo Ríos (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador)  
Begonia Peinado Ramón (Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimenticio, España)  
Ángel Poto Remacha (Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimenticio, España)  
Aldo Rodríguez Hernández (Universidad de Chapingo, México)  
Cecilia Rodríguez Haro (Universidad Regional Amazónica IKIAM, Ecuador)  
Sungay Sánchez Llaguno (Universidad de las Fuerzas Armadas, ESPE, Ecuador)  
Pamela Vinuesa Veloz (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador)

*Directora:*

Ma. Belén Bravo Ávalos (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador)

*Miembros Comité Científico:*

Laura Almela Veracruz (Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimenticio, España)  
Darío Baño Ayala (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador)  
Luis Miguel Borrás Sandoval (Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Colombia)  
Edilberto Chacón Maracheco (Universidad de Granma, Cuba)  
Luis Condolo Ortiz (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador)  
Juan Vicente Delgado Bermejo (Universidad de Córdoba, España)  
Byron Díaz Monroy (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador)  
Antonio Morales de la Nuez (Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España)  
Marcelo Navarro Ojeda (Universidad de Holguín, Cuba)  
Noé Rodríguez González (Universidad de las Palmas de Gran Canaria, España)  
Davinia Sánchez Macías (Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador)

COMITÉ EDITORIAL:

CORRESPONDENCIA  
Y  
SUSCRIPCIONES:

Revista RECIENA  
Panamericana Sur, km 1 1/2  
ESPOCH–Fac. Ciencias Pecuarias  
Riobamba–Ecuador  
Telf.: (+593) 299 8200 ext. 2401  
eMail: reciena.fcp@esPOCH.edu.ec

COMISIÓN  
DE  
SOPORTE:

*SopORTE Informático:*  
Víctor Miranda Collaguazo (ESPOCH, Ecuador)  
*Revisión idioma inglés:*  
Isabel Escudero Orozco (ESPOCH, Ecuador)  
*Diseño y Maquetación:*  
Marcelo Ramos Flores (ESPOCH, Ecuador)

En portada: mosaico de imágenes relacionadas a los artículos del presente número. Créditos: Lactobacilos (Childman1204), conejo (Aiwok), abeja (Pxfuel.com), fuerzas de Porter (Mriquelm), criopreservación (USDA Gene Bank), vacas lecheras (@Birds007), lana de alpaca (Rauschenberger)

# CONTENIDOS

<i>La importancia del zinc en el desarrollo reproductivo del cerdo macho: Una revisión.</i>	1
Martínez-Velasco, I. Y.; De Loera-Ortega, Y. G.; Guevara-González, J. A.; García-Contreras, A. C.; López-López, Ma. I.	
<i>Alimentos funcionales la tendencia de consumo del siglo XXI.</i>	10
Enríquez-Estrella, M.; Torres-Caicedo, L.; Monar-Vega, K.; Uvidia-Cavadiana, H.	
<i>Promotores naturales de crecimiento en la producción de conejos.</i>	20
Muñoz-Chela, A.; Díaz-Berrones, H.; Vimos-Abarca, C.; Toalombo-Vargas, P. A.	
<i>Problemas sanitarios en Apis mellifera en la región sierra del Ecuador.</i>	29
Arteaga-Santos, C.; Díaz-Berrones, H.; Toalombo-Vargas, P. A.; Vimos-Abarca, C.	
<i>Aplicación de las Fuerzas de Porter en el estudio de mercado de empresas del Ecuador.</i>	37
Cajamarca, D.; López, S.; Santiana, C.; Baño, D.	
<i>Valoración del contenido seminal de dos razas ovinas tropicales y dos tipos de diluyentes para su crioconservación</i>	45
Chunata, S. V.; Díaz-Berrones H.; Hernández, E. W.	
<i>Mastitis y calidad de la leche en vacas lecheras.</i>	55
Valle-Sánchez, Karla.	
<i>Tinturado de la fibra de alpaca utilizando diferentes partes de la planta del nogal (corteza, hojas y fruto).</i>	61
Guerra-Buenano, W.; Vaca-Cárdenas, M.; Almeida-Guzmán, M.; Llerena-Zambrano, J.	
<i>Instrucciones a los autores.</i>	67



**RECIENA**

Revista Científica Agropecuaria

# LA IMPORTANCIA DEL ZINC EN EL DESARROLLO REPRODUCTIVO DEL CERDO MACHO: UNA REVISIÓN

Artículo Original

## THE IMPORTANCE OF ZINC IN THE REPRODUCTIVE DEVELOPMENT OF THE MALE PIG: A REVIEW

Martínez-Velasco, Isis Yayoi <sup>1</sup> \*; De Loera-Ortega, Yasmin Guadalupe <sup>2</sup>; Guevara-González, Jesús Alberto <sup>2</sup>; García-Contreras, Adelfa del Carmen <sup>3</sup>; López-López, María Isabel <sup>4</sup>

Recibido: 14/01/2022 · Aceptado: 15/03/2022

### RESUMEN

El macho porcino requiere una serie de nutrimentos esenciales para satisfacer sus necesidades de mantenimiento, crecimiento y reproducción; dentro de esos nutrimentos destaca el zinc (Zn), el cual es un micro mineral presente en la mayoría de las células, en el organismo desempeña funciones estructurales, catalíticas y reguladoras. Es sabido que este micro mineral contribuye en la producción y secreción de diversas hormonas, debido a su efecto a nivel del eje hipotálamo-hipófisis-gónadas. De igual manera favorece la producción y viabilidad espermática, además de prevenir su degradación. Se ha observado que dependiendo de la fuente de Zn (orgánica o inorgánica), el comportamiento de este mineral es biológicamente diferente, y produce efectos distintos en el organismo.

Es por lo anterior, que el objetivo de esta revisión es identificar la importancia reproductiva del mineral Zinc, enfatizando en las distintas fuentes y dosis utilizadas desde etapas tempranas de crecimiento hasta el desarrollo de la vida reproductiva del cerdo macho.

*Palabras clave:* Zinc, reproducción, macho porcino.

### ABSTRACT

The male pig requires a series of essential nutrients to satisfy its needs for maintenance, growth and reproduction; among these nutrients, zinc (Zn) stands out, which is a micro mineral present in most cells, in the body, it performs structural, catalytic and regulatory functions. It is known that this micro mineral contributes to the production and secretion of various hormones, due to its effect on the hypothalamic-pituitary-gonad axis. Similarly, it favors sperm production and viability, as well as preventing their degradation. It has been observed that depending on the source of Zn (organic or inorganic), the behavior of this mineral is biologically different, and produces different effects in the body.

Therefore, the objective of this review is to identify the reproductive importance of the mineral Zinc, emphasizing the different sources and doses used from the early stages of growth to the development of the reproductive life of the male pig.

*Keywords:* Zinc, reproduction, male pig.

<sup>1</sup> División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Departamento de Producción Agrícola y Animal, Maestría en Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Xochimilco, Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Delegación Coyoacán, C.P. 04960, Ciudad de México, México.

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias Pecuarias, Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, Campo Cuatro. Carretera Cuautitlán-Teoloyucan Km. 2.5, San Sebastián Xhala, C.P. 54714 Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

<sup>3</sup> División de Ciencias Biológicas y de la Salud Departamento de Producción Agrícola y Animal, Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Xochimilco, Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Delegación Coyoacán, C.P. 04960, Ciudad de México, México.

<sup>4</sup> Recursos Genéticos y Productividad- Ganadería. Colegio de Posgraduados, Carretera México- Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco C.P. 56230, Estado de México, México.

Correspondencia: yayoivet@gmail.com

ORCID: 0000-0001-9341-6854

## 1. INTRODUCCIÓN

Los cerdos durante las etapas de rápido crecimiento requieren una gran cantidad de nutrimentos para tener un buen desarrollo, uno de estos nutrientes es el Zinc (Zn), el cual es un micro mineral presente en la mayoría de las células del organismo, desempeña funciones estructurales, catalíticas y reguladoras. Se ha demostrado que, en la dieta de los cerdos este mineral es esencial, ya que actúa directamente en funciones reproductivas, metabólicas, inmunes y digestivas.

Durante las últimas décadas, la indiscriminada utilización de micronutrientes para la alimentación animal con el fin de obtener mayor rentabilidad ha ocasionado procesos de acumulación y excreción de éstos en grandes cantidades, causando disturbios metabólicos y desbalances nutricionales en los animales, además de estar relacionado con problemas ambientales debido a su elevado nivel de excreción. Es por ello por lo que, la industria alimentaria actualmente recurre al uso de fuentes minerales orgánicas, ya que han demostrado una reducción en la excreción de elementos como el Zn, debido a esto, los aspectos ambientales se han convertido en una prioridad para los nutriólogos, una exigencia para los porcicultores, y una demanda legal por parte de los gobiernos (normatividad).

Es por ello que, se hace necesario establecer estrategias que permitan tener un manejo más eficiente de las fuentes minerales y particularmente del Zn, así como, poder establecer los niveles que deben ser incorporados en las dietas porcinas, sin que haya efectos negativos a nivel reproductivo, siempre buscando potencializar la capacidad de los reproductores porcinos por medio de la nutrición.

Los estudios realizados con Zn son amplios en aspectos productivos, pero el Zn como un elemento fundamental en la reproducción del semental porcino, no ha sido del todo estudiado. García *et al.* (2011), De Loera (2016), Rodríguez-Gaxiola *et al.* (2016) estudiaron el papel que desempeña el Zn, en el correcto funcionamiento y desarrollo del aparato reproductor del macho porcino, y su importancia en la presencia de la libido. Señalando aquella información que refieran las fuentes y dosis utilizadas del mineral, la biodisponibilidad, su repercusión medioambiental y los efectos en el bienestar general de los animales desde etapas tempranas de crecimiento, hasta el desarrollo de su vida reproductiva.

## 2. MÉTODOS

Para el desarrollo del presente artículo, se realizó una recopilación de diversos artículos, libros y revistas sobre el tema.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *El mineral Zn en el organismo*

El Zn es un elemento presente en la mayoría de las células, que pertenece a la familia de los metales en transición y

su principal vía de transporte (activo) en el organismo, es por difusión facilitada a través de la membrana celular (Bonaventura *et al.*, 2015).

Este micro mineral desempeña funciones catalíticas y reguladoras en una serie de procesos metabólicos (Ghaffari y Arabyaghuobi, 2018), actúa como ion estructural y genera estabilidad en las membranas biológicas, a través de la influencia que ejerce en la fluidez de los lípidos, asimismo, guarda una estrecha relación con la síntesis de proteínas (Aoki y Prado, 2008; Zhao *et al.*, 2016), además de que coactiva más de 300 enzimas (Cuadro 1), y aumenta la activación de otras como el glutatión peroxidasa, catalasa, superóxido dismutasa. Asimismo, reduce la actividad de enzimas promotoras de oxidantes como la ácido nítrico sintasa inducible, y la NADPH (nicotinamida adenina dinucleótido fosfato) oxidasa, desempeñando funciones importantes en el control de la producción de especies reactivas de oxígeno (detoxicador de radicales libres) (Prasad, 2014; Parra *et al.*, 2015; Zhao *et al.*, 2016).

Cuadro 1. Enzimas que utilizan zinc como cofactor

Enzima	Localización	Función
Fosfolipasa C	Membrana plasmática (bacterias).	Cataliza la producción de dos segundos mensajeros. 4, 5 bifosfato de fosfatidil inositol 1, 4,5- trifosfato de inositol (IP <sub>3</sub> ) + diacilglicerol.
Anhidrasa carbónica	Células parietales del estómago	Formación de Ácido Clorhídrico en el estómago.
Deshidrogenasa alcohólica	Citoplasma	Oxida el grupo hidroxilo a un aldehído.
Fosfatasa alcalina	<i>Escherichia coli</i>	Desfosforila o remueve un grupo fosforilo de un éster de fosfatos.
5'Nucleotidasa	Extracelular	Actúa sobre el proceso de degradación de los nucleótidos de purina, eliminando el grupo fosfato.
Ribonucleasas	ARN	Cataliza la hidrólisis de ARN en componentes más pequeños.
Colagenasa	Extracelular	Cataliza el rompimiento de la triple hélice de la colágena entre Gly 775 e Ile 776.
ARN polimerasa	Intracelular	Elonga las cadenas de ARN.
ADN transcriptasa	Intracelular	Hace una copia de ADN a partir de una molécula de ARN.
Aspartato transcarbamoilasa	Intracelular	Cataliza la reacción: Carbamoilfosfato + aspartato N-carbamoilaspartato.
Carboxilpeptidasa A y B	Extracelular	Es secretada por las células exocrinas del páncreas y sirve para degradar péptidos cortos a partir del carboxilo terminal.
Zn-proteasa	Extracelular	Fragmenta cadenas polipeptídicas.
Termolisina	Extracelular (en bacterias)	Escinde específicamente uniones peptídicas conteniendo aminoácidos como: leucina, isoleucina y valina.
Disulfuroisómeras de proteínas	Reticulo endoplásmico	Cataliza el intercambio o reacomodo de las uniones disulfuro.

Adaptado de: Church *et al.*, 2007; Aoki y Prado, 2008; Heo *et al.*, 2013; Romo-Valdez *et al.*, 2017.

El Zn también actúa como antibacteriano, desempeña funciones antivirales y se encuentra presente en la mayoría de fluidos del organismo: secreciones oculares, pulmonares,

nasales, en la orina y saliva, además de intervenir en el metabolismo energético, equilibrio ácido-básico, competencia inmune, metabolismo de ácidos nucleicos, integridad del tejido epitelial, reparación y división celular, transporte, así como en la utilización de la vitamina A y absorción de vitamina E (Kelleher *et al.*, 2011; McDonald *et al.*, 2013; Romo-Valdez *et al.*, 2018).

Es sabido que el cuerpo contiene de 1.5 a 2.5 g de Zn, destacando que se encuentra prácticamente en la totalidad de las células, sin embargo, existe con mayor abundancia en determinados tejidos animales. Un claro ejemplo de ello es el tejido óseo y el músculo esquelético, que en conjunto contienen el 90 % del Zn total del organismo. Mientras que, en el encéfalo, pulmones y corazón las concentraciones son relativamente estables y no responden a variaciones del contenido micro mineral de la dieta. En otros tejidos como huesos, testículos, próstata, pelo y sangre, el contenido de Zn es modificado por la cantidad ingerida a través de la dieta (Torres y Bahr, 2004).

#### Absorción y transporte del Zn en el organismo

La absorción y retención de este mineral es mayor durante los procesos de crecimiento que durante la etapa de desarrollo de un organismo. El proceso de homeostasis de Zn en las células es controlado a través de mecanismos de absorción, eliminación y retención intracelular, estando asociado con la expresión de genes y transportadores de Zn (Cousins *et al.*, 2006).

Para la absorción de Zn intervienen proteínas no enzimáticas llamadas Metalotioneínas (MT), las cuales son pequeñas y ricas en cisteína, éstas actúan unidas a metales y presentan varias isoformas (Bonaventura *et al.*, 2015; Zetzsche *et al.*, 2016), las cuales desempeñan un papel en la regulación de la homeostasis del Zn, ya que funciona como un depósito intracelular, lo que facilita el movimiento de Zn hacia las moléculas diana y permite que esté disponible para otros organelos como la mitocondria y el núcleo (Juárez-Rebollar y Méndez-Armenta, 2014; Ghaffari y Arabyaghuobi, 2018). El Zn en la dieta aumenta la expresión de las MT de una manera dependiente de la dosis, por lo que, su presencia en diferentes órganos también afecta a otros micro elementos como el cobre (Cu) (Zetzsche *et al.*, 2016).

El Zn se transporta en su forma iónica como un catión divalente (Zn<sup>2+</sup>), a través de membranas biológicas (Litchen y Cousins, 2009; Burgger y Windisch, 2017). Debido a sus características hidrofílicas (Bonaventura *et al.*, 2015), estos iones de Zn se unen principalmente a pequeños aminoácidos o péptidos en la luz del intestino, se liberan en las uniones estrechas y son absorbidos por el mecanismo portador (familia ZIP) (Ghaffari y Arabyaghuobi, 2018).

En el Cuadro 2, se observan los transportadores que controlan la homeostasis del Zn, regulando la concentración, distribución intracelular y extracelular (Cousins *et al.*, 2006; Litchen y Cousins, 2009).

Cuadro 2. Transportadores de Zn y su distribución en el organismo

Transportadores ZIP	Distribución
ZIP1	Ubicuo, expresado en la mayoría de los tejidos.
ZIP2	Próstata y células epiteliales uterinas.
ZIP3	Médula ósea, bazo, intestino delgado e hígado.
ZIP4	Riñón, intestino delgado, estómago, colon, yeyuno y duodeno.
ZIP5	Células del intestino, páncreas, hígado y riñón.
ZIP6	Próstata, placenta y glándula mamaria.
ZIP7	Glándula mamaria.
ZIP8	Fibroblastos y condrocitos.
ZIP9	Linfocitos.
ZIP10	Glándula mamaria, cerebro e hígado.
ZIP11	Testículos, tracto digestivo: estómago, íleon y ciego.
ZIP12	Cerebro y ojos.
ZIP13	Huesos, dientes y tejido conectivo.
ZIP14	Células mamíferas.
Transportadores ZnT	Distribución
ZnT1	Ubicuo, expresado en la mayoría de los tejidos, membrana plasmática.
ZnT2	Glándula mamaria, próstata, retina, células acinares pancreáticas, intestino delgado, hígado y riñón.
ZnT3	Cerebro (vesículas sinápticas), testículos y páncreas.
ZnT4	Ubicuo, expresado en la mayoría de los tejidos, membrana plasmática, intestino delgado.
ZnT5	Ubicuo, expresado en la mayoría de los tejidos, membrana plasmática de enterocitos.
ZnT6	Ubicuo, expresado en la mayoría de los tejidos, membrana plasmática, intestino delgado.
ZnT7	Ubicuo, expresado en la mayoría de los tejidos, membrana plasmática.
ZnT8	Ubicuo, expresado en la mayoría de los tejidos, citoplasma y núcleo.
ZnT9	Núcleo mediante mitosis.
ZnT10	Membrana plasmática.

Adaptado de: Cousins *et al.*, 2006; Litchen y Cousins, 2009; Bonaventura *et al.*, 2015.

Las proteínas transportadoras se clasifican en dos familias: SLC39 (ZIP) y SLC30 (ZnT) (Bonaventura *et al.*, 2015); por un lado, los transportadores ZIP que constan de 14 isoformas (ZIP1 a ZIP14), facilitan la entrada de Zn desde el espacio extracelular o desde las vesículas intracelulares hasta el citoplasma, mientras que los transportadores ZnT, que constan de 10 isoformas (ZnT1 a ZnT10), movilizan el Zn en dirección opuesta (Prasad, 2012; Bonaventura *et al.*, 2015).

Por lo tanto, la homeostasis de este elemento es óptima durante los períodos de escasa ingesta como resultado de una mayor absorción de éste en la dieta (Torres y Bahr, 2004).

### El Zn en la dieta del macho porcino

El macho porcino requiere una serie de nutrimentos esenciales para satisfacer sus necesidades de mantenimiento, crecimiento y reproducción (FAO, 2018), basada en dietas adecuadas a la genética, etapa fisiológica-productiva (machos jóvenes o maduros), estado sanitario de los animales, condiciones ambientales en donde estén alojados, manejo y sistema de producción al que estén sometidos. Por otra parte, la formulación debe obedecer las normativas oficiales que rigen en cada país para el uso y fabricación de alimentos; los ingredientes utilizados para la formulación de dietas tienen diversas características fisicoquímicas, toxicológicas, perfil e interacciones nutritivas, que condicionan su nivel de inclusión, ocasionando con ello diversos efectos productivos, además de variar en costos que limitan o favorecen su utilización (García-Contreras *et al.*, 2012).

La diferencia en el nivel del mineral en las dietas para las distintas etapas fisiológicas de los cerdos refleja la necesidad de contar con fuentes con alta biodisponibilidad y costos asumibles para la industria, incluyendo la responsabilidad de evitar un alto grado de excreción que contamine al medio ambiente (Cromwell, 2018), ya que no todo el Zn disponible en la dieta es absorbido, por lo cual es eliminado vía las excretas, diseminándose en suelos con riesgos crecientes de “fitotoxicidad” de metales pesados, especialmente en áreas de producción intensiva de cerdos (Matte *et al.*, 2017). En un estudio realizado por Martínez *et al.* (2020) demostraron que no se afectaba el cultivo y producción de maíz, después de 12 años de aplicar purines con niveles altos de Zn en el suelo, en tanto que Clemente *et al.* (2020), señalaron que la concentración de Zn en los residuos de las granjas no necesariamente es fitotóxica, inclusive en etapas de germinación de plantas cultivadas. No obstante, Moretti *et al.* (2020), explica la pertinencia de no olvidar el efecto de lixiviación y eutrofización que produce la aplicación de los efluentes y purines porcinos, ya que esto agudiza los problemas de los mantos freáticos superficiales y profundos. Además, el Cu y Zn, así como otros metales pesados, se acumulan en la capa superior del suelo con posibles consecuencias para la salud animal (por ejemplo, intoxicación por cobre en ovinos), pero también a la población humana (Jongbloed *et al.*, 1997; Sabroso y Pastor, 2004).

En el Cuadro 3, se observan los niveles de inclusión de Zn para los cerdos macho, en distintas etapas productivas, recomendados por diferentes autores en los últimos 40 años. Se puede observar, que los niveles son distintos, según el autor que se consulte, pero lo que es evidente es que, con el transcurrir de los años, los niveles han ido en aumento, además que nuevas fuentes (orgánicas) han sido consideradas. También, se identifica, que, en los niveles recomendados para los lechones, no existe una diferenciación entre machos enteros o castrados y hembras. No obstante, García (2010) y FEDNA (2010), recomiendan un aumento de 20 mg.kg<sup>-1</sup> de dieta, siendo más bajos para machos de reemplazo (100 a 140 kg de peso vivo), que los recomendados para los verracos activos.

Cuadro 3. Recomendaciones de Zn para cerdos macho en distintas etapas fisiológicas - productivas (mg.kg<sup>-1</sup>)

Transportadores ZIP	Distribución
ZIP1	Ubicuo, expresado en la mayoría de los tejidos.
ZIP2	Próstata y células epiteliales uterinas.
ZIP3	Médula ósea, bazo, intestino delgado e hígado.
ZIP4	Riñón, intestino delgado, estómago, colon, yeyuno y duodeno.
ZIP5	Células del intestino, páncreas, hígado y riñón.
ZIP6	Próstata, placenta y glándula mamaria.
ZIP7	Glándula mamaria.
ZIP8	Fibroblastos y condrocitos.
ZIP9	Linfocitos.
ZIP10	Glándula mamaria, cerebro e hígado.
ZIP11	Testículos, tracto digestivo: estómago, íleon y ciego.
ZIP12	Cerebro y ojos.
ZIP13	Huesos, dientes y tejido conectivo.
ZIP14	Células mamíferas.
Transportadores ZnT	Distribución
ZnT1	Ubicuo, expresado en la mayoría de los tejidos, membrana plasmática.
ZnT2	Glándula mamaria, próstata, retina, células acinares pancreáticas, intestino delgado, hígado y riñón.
ZnT3	Cerebro (vesículas sinápticas), testículos y páncreas.
ZnT4	Ubicuo, expresado en la mayoría de los tejidos, membrana plasmática, intestino delgado.
ZnT5	Ubicuo, expresado en la mayoría de los tejidos, membrana plasmática de enterocitos.
ZnT6	Ubicuo, expresado en la mayoría de los tejidos, membrana plasmática, intestino delgado.
ZnT7	Ubicuo, expresado en la mayoría de los tejidos, membrana plasmática.
ZnT8	Ubicuo, expresado en la mayoría de los tejidos, citoplasma y núcleo.
ZnT9	Núcleo mediante mitosis.
ZnT10	Membrana plasmática.

Adaptado de: National Research Council (NRC); Agricultural Research Council: the nutrient requirements of pigs (ARC); Institut National de la Recherche Agronomique (INRA); Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GFE); Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos (TBAYC); National Swine Nutrition Guide Tables on Nutrient Recommendations, Ingredient Composition, and Use Rates (NSNG); Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA). \*Primeras tablas en considerar las fuentes orgánicas e inorgánicas de minerales.

A nivel internacional, los niveles permisibles de Zn en la alimentación animal no están regulados (López *et al.*, 2015; Brugger y Windisch, 2017), excepto en la Unión Europea, la cual establece en el Reglamento de Ejecución (UE) 2016/1095 de la Comisión, los límites permisibles de suministro de Zn en la dieta de los cerdos, siendo para lechones y cerdas 150 mg.kg<sup>-1</sup>, y en cerdos de engorda y verracos hasta 120 mg.kg<sup>-1</sup>.

Las restricciones de inclusión de niveles de Zn, impuestas en los países de la Unión Europea, corresponden al impacto ambiental del mineral, producto de la deposición de excretas de

cerdos en los suelos, lo cual ha llevado a considerar al Zn como uno de los tres minerales más contaminantes para suelos, agua y aire. Por tal motivo, se restringió su uso a partir del año 2010 en la Unión Europea, aunque en el resto del mundo esto no sucede.

Una forma de contribuir a la reducción del daño causado por este mineral ha sido en primera instancia la utilización de minerales orgánicos en las dietas, lo cual permite que se reduzca la excreción del Zn a través de las excretas. Sin embargo, no existen suficientes estudios que indiquen cual es el nivel adecuado que se debe utilizar de Zn en dietas para las diferentes etapas productivas, al utilizar minerales con mayor biodisponibilidad (García, 2010).

La cantidad de un mineral que se absorbe y es utilizado por el animal, depende además de factores como la edad, el clima, la salud intestinal, el trabajo y potencial de crecimiento de los cerdos (Romo-Valdez *et al.*, 2018).

Así también, otros factores que influyen en la cantidad de Zn necesaria en las dietas, es la concentración unida a los compuestos en las células vegetales (fitatos), las interacciones antagónicas con otros minerales que pueden ocurrir dentro del tracto gastrointestinal y la forma química del mineral (García, 2010; Ghaffari y Arabyaghuobi, 2018). En el Cuadro 4, se indica el contenido y biodisponibilidad del Zn en diferentes fuentes del mineral.

Cuadro 4. Contenido y Biodisponibilidad relativa de Zn en distintas formas químicas

Forma química	Contenido de Zn (%)	Biodisponibilidad relativa
<i>Fuentes inorgánicas</i>		
Sulfato de Zn heptahidratado	22.2	100
Carbonato de Zn	54.0	-
Carbonato básico de Zn	58.5	100
Cloruro de Zn	54.8	-
Cloruro de Zn tetra básico	62.2	100
Óxido de Zn	72.5	50-80
Óxido de Zn GA <sup>1</sup>	73.4	74
Polvo metálico de Zn	98.3	-
Sulfato de monohidratado	35.0	-
Sulfato de monohidratado GA <sup>1</sup>	35.6	-
Sulfato de heptahidratado GA <sup>1</sup>	22.0	-
<i>Fuentes Orgánicas</i>		
Complejo Zn aminoácido	12	-
Complejo Zn lisina	7.20	95-100
Complejo Zn metionina	21.9	92
Quelato Zn aminoácido	9.42	-
Quelato Zn MHA <sup>2</sup>	16.0	95-100
Propionato de Zn	27	-
Proteinato de Zn	14.8	100
Zn polisacárido	19.0	-

<sup>1</sup> grado alimenticio

<sup>2</sup> Metionina Hidroxi-Análoga.

Adaptado de: García, 2010; TBCyA, 2017.

Existen componentes del alimento que limitan la biodisponibilidad del Zn, tal es el caso de otros elementos inorgánicos como el cobre (Cu) y calcio (Ca), que en niveles elevados en la dieta bloquean la absorción de Zn en el

intestino (Borah *et al.*, 2014). Asimismo, un alto contenido de fósforo (P), reduce la biodisponibilidad del Zn (Gowanlock, 2012). Los quelatos orgánicos de Zn son más estables en el tracto digestivo, que los minerales inorgánicos, ya que se caracterizan por ofrecer una mejor retención y, por lo tanto, mayor biodisponibilidad (Formigoni *et al.*, 2011).

Así mismo, la biodisponibilidad también puede ser afectada por el tipo de alimentos consumidos, o por la presencia de agentes de intervención como los fitatos que se encuentran en la mayoría de los productos vegetales, incluidos los cereales y forrajes (Borah *et al.*, 2014; Ghaffari y Arabyaghuobi, 2018), y que de manera natural están unidos a la fibra soluble de algunos granos, en forma de ácido fítico, que al combinarse con el Zn forman complejos insolubles en el intestino, lo que impide su adecuada absorción y asimilación (McDowell, 2003). Se ha demostrado que las dietas porcinas pueden contener hasta 9 g·kg<sup>-1</sup> de ácido fítico (Brugger y Windisch, 2017), siendo la harina de girasol y el salvado de trigo los alimentos con mayor concentración, aportando hasta 7.9 g kg<sup>-1</sup> y 8.6 g kg<sup>-1</sup> de ácido fítico respectivamente (Martínez-Domínguez *et al.*, 2002). Por lo anterior, es que se deben considerar alternativas en la alimentación porcina para mejorar la biodisponibilidad del Zn, ya sea a través del uso de enzimas exógenas incluidas en las dietas (fitasas), las cuales pueden ser de origen vegetal o microbianas, o bien utilizando vitamina D3 hidroxilada (estimulación de la mineralización ósea) e incluso fuentes orgánicas de Zn unidas a agentes quelantes como los aminoácidos Lisina o Metionina de Zn, los cuales incrementan en gran medida la biodisponibilidad del mineral (Quiles, 2006).

#### **El papel del Zn en las funciones reproductivas del macho porcino**

Es sabido que este micro mineral contribuye en la producción y secreción de diversas hormonas (Cuadro 5), debido a su efecto a nivel del eje hipotálamo-hipófisis-gónadas; además de intervenir en el desarrollo de las células de Leydig, así como, en la producción de esteroides a nivel testicular (testosterona) (Roy *et al.*, 2013, Salazar *et al.*, 2016). De igual manera favorece la producción y viabilidad espermática, además de prevenir su degradación (Córdova-Izquierdo *et al.*, 2010; García, 2010; Al-Ani *et al.*, 2015; Zhao *et al.*, 2016).

Rodríguez-Gaxiola *et al.* (2016), mencionan que el Zn mantiene la función adecuada de los órganos reproductores debido a que actúa como antioxidante, protegiendo al espermatozoide, al igual que a otras células contra el daño oxidativo y la oxidación de lípidos, inhibiendo la fosfolipasa y mejorando la calidad espermática.

Las células espermáticas exhiben gran capacidad para generar especies reactivas de oxígeno (ROS), tales como el peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), el anión superóxido (O<sup>2-</sup>) y radical hidroxilo (OH); para defenderse del daño producido por las ROS, las células somáticas y espermáticas requieren de antioxidantes, entre los que se encuentran la superóxido dismutasa (SOD), sin embargo, para un buen funcionamiento

de este antioxidante se requieren moléculas de Zn (Celino *et al.*, 2011; Salazar *et al.*, 2016).

Estudios realizados para evaluar los componentes seminales han demostrado que la captación de Zn es necesaria para mantener el funcionamiento óptimo de los testículos, la próstata y el epidídimo. Se ha reportado que los niveles intracelulares de Zn en los espermatozoides epididimarios son más altos que los observados en los testículos, sin embargo, estos niveles son mucho más bajos que los reportados en los espermatozoides eyaculados (García, 2010). Hay que resaltar, que estas células alcanzan una acumulación final de Zn, debido al contacto con las secreciones prostáticas, las cuales son ricas en este mineral. Todos estos mecanismos son un requisito previo para que los espermatozoides maduros puedan llevar a cabo la capacitación, hiperactivación de motilidad y reacción acrosomal, debido a que los niveles de Zn disminuyen durante su tránsito en el tracto genital femenino. Es por ello que, la suplementación con Zn ha sido propuesta empíricamente para el tratamiento de la infertilidad masculina en humanos (Foresta *et al.*, 2014; Fallah *et al.*, 2018).

Cuadro 5. Hormonas donde interviene el Zn.

Hormona	Naturaleza	Origen	Órgano blanco	Funciones
Andrógenos (androstenediona y testosterona)	Esteroides	Células de Leydig, adrenales	Células de Sertoli, aparato reproductor, músculo esquelético, piel, hipotálamo y glándula pituitaria.	Desarrollo de órganos sexuales accesorios y caracteres sexuales secundarios, interviene en la libido, espermatogénesis y es anabólico.
Prostaglandinas (PGF2α)	Ácidos grasos no saturados	Vesículas seminales vida media 8 h	Hipotálamo y pituitaria	Liberación de LH y testosterona, mediado por la concentración de PGF2α en plasma
Glicosaminoglicanos (GAG)	Polisacáridos	Acrosoma	Membranas basales, componentes de las superficies celulares.	Interviene en la capacitación espermática
Hormona estimulante de la tiroides (TSH)	Glucoproteína	Células β de la adenohipófisis	Glándula tiroides	Aumenta la captación de yoduro en la sangre por las células tiroideas, síntesis de hormonas tiroideas, aumento del metabolismo basal.
Luteinizante (LH)	Glucoproteína	Células basófilas de la adenohipófisis Vida media: 35 minutos	Células de Leydig	Producción de testosterona por células de Leydig
Folículo Estimulante (FSH)	Glucoproteína	Células basófilas de la adenohipófisis Vida media: 2-5 horas	Testículos (células de Sertoli)	En las células de Sertoli síntesis de proteínas fijadoras de andrógenos, actúa en la espermatogénesis.
Prolactina (PRL)	Proteína	Células acidófilas de adenohipófisis	Glándula mamaria	Incrementa receptores para la LH

Adaptado de: Hernández y Fernández, 2010; King, 2015.

En el testículo, el Zn es un cofactor de la enzima 5-α-reductasa, la cual es necesaria para la conversión de la testosterona a su forma biológica activa (α-dihidrotestosterona) (Al-Ani *et al.*, 2015), además de formar parte estructural de los receptores de andrógenos, y de estimular la función prostática (Salazar *et al.*, 2016).

Se ha reportado que altas dosis de Zn en el núcleo celular conducen a la estabilización de la estructura del ADN y el ARN,

siendo esencial para la actividad de la ARN polimerasa durante la división celular (Ghaffari y Arabyaghuobi, 2018); en el caso particular de la espermatogénesis se requieren de muchas divisiones celulares, por lo que, la demanda de grandes cantidades de Zn es mayor, debido a que está involucrado en el metabolismo del ácido nucleico y de las proteínas, es por ello, que es esencial en la diferenciación y replicación celular, así como en controlar la utilización de la energía por el sistema de ATP (Wong *et al.*, 2002; Rodríguez-Gaxiola *et al.*, 2016). Además, el Zn tiene funciones antimicrobianas que actúan en el fluido prostático (Kelleher *et al.*, 2011).

Concentraciones bajas de Zn en verracos, provocan pérdida del apetito y consecuentemente, una reducción de peso, falta de libido, impotencia e hipo fertilidad, atrofia testicular debido a una reducción del peso de los testículos (hipogonadismo), próstata y plasma seminal, disminuyendo la concentración de Zn en los mismos y provocando degeneración histológica del epitelio espermático a nivel de los túbulos seminíferos y células de Leydig (Church *et al.*, 2007; Yattoo *et al.*, 2013; Ghaffari y Arabyaghuobi, 2018).

No obstante, las cantidades tan elevadas que se requieren para la función espermática y el daño ocasionado por una posible toxicidad puede ser difícil de entender. García *et al.* (2011), demostraron que al utilizar un nivel superior de 150 mg·kg<sup>-1</sup> de Zn en la dieta, se producía mayor índice de fragmentación del ADN espermático, que cuando se utilizan dosis de Zn a 100 mg·kg<sup>-1</sup> en sementales porcinos, provocando con ello una reducción significativa (P<0.05) de la capacidad de fecundación *in vitro* (García, 2010).

#### Niveles y fuentes de Zn para un buen desarrollo reproductivo del macho porcino

Pocos estudios indican la fuente y dosificación de Zn, y los efectos de éstas en la reproducción del macho porcino. La industria de la alimentación animal utiliza tanto fuentes orgánicas como inorgánicas, sin embargo, estas fuentes suelen comportarse biológicamente diferente, y ocasionar efectos distintos (Revy *et al.*, 2003; De Loera, 2016). En el caso de la alimentación porcina, las fuentes de Zn utilizadas son mayormente inorgánicas, aunque vale la pena resaltar que, durante la última década, las fuentes orgánicas minerales han tenido una mayor demanda.

La clasificación de las fuentes minerales se divide en dos: inorgánicas y orgánicas. En el caso de las fuentes inorgánicas (FI), se cuenta con Sulfato de Zn (ZnSO<sub>4</sub>), Cloruro de Zn (ZnCl<sub>2</sub>), Carbonato de Zn (ZnCO<sub>3</sub>) y Óxido de Zn (ZnO), mientras que las fuentes orgánicas (FO) son el Metionato de Zn (Met-Zn), Glicinato de Zn (Gli-Zn), Proteinato de Zn (Prot-Zn) y levaduras enriquecidas con Zinc (NRC, 2012; NSNG, 2010; Gorrachategui, 2012; García-Contreras *et al.*, 2012; De Loera, 2016).

En algunas investigaciones realizadas en verracos jóvenes alimentados con Metionato de Zn a una concentración de 25 ppm, se observó que la morfometría testicular se vio afectada, generando una reducción en el número de células de Leydig por testículo (De Loera, 2016), mientras que, con dosis de 200 ppm de esta FO, se observa un efecto citotóxico en el ADN de los espermatozoides (García *et al.*, 2011). No obstante, se tiene escasa información aun sobre el uso de FO y sus efectos en la reproducción del verraco. En el caso de las FI como el Óxido de Zn, las investigaciones se han centrado en sus efectos farmacológicos, es decir en el tratamiento de problemas gastrointestinales, problemas inmunológicos y como promotor de crecimiento en la especie porcina, sin dar información específica sobre su repercusión en la reproducción (Davin *et al.*, 2013 Borah *et al.*, 2014; Kloubert *et al.*, 2018; Liu *et al.*, 2018; Lei y Kim, 2018).

Investigaciones desarrolladas en otras especies como es el caso de ovinos, se ha identificado que adicionar 70 ppm de Metionato de Zn en la dieta, incrementa el volumen y producción de espermatozoides por eyaculado, disminuye la proporción de espermatozoides con anomalías morfológicas, además de aumentar la concentración plasmática de testosterona (Rodríguez-Gaxiola *et al.*, 2016). Mientras que en conejos (Nueva Zelanda), se observó que la adición de 25 ppm de Sulfato de Zn, favorece el incremento en el volumen seminal, la concentración total de espermatozoides vivos y el porcentaje de motilidad espermática (El-Masry *et al.*, 1994). En tanto que, Parra-Forero (2014), observó que el Metionato de Zn, aumenta el volumen del plasma seminal y la motilidad espermática en el semen de equinos.

De acuerdo con la información en machos de diferentes especies, sin especificar el efecto de la fuente mineral o el nivel de inclusión, se sugiere que una deficiencia nutricional de Zn representa un factor de riesgo en la infertilidad, mientras que la adición de Zn disminuye la presentación de estrés oxidativo, fragmentación de ADN y la apoptosis celular (Talukdar *et al.*, 2016).

#### 4. CONCLUSIONES

Considerando la trascendencia del uso de diferentes fuentes minerales en la alimentación animal y las repercusiones que pueden derivarse del uso inadecuado de los niveles de inclusión de Zn en las dietas porcinas, principalmente del verraco, resulta de gran importancia realizar investigación que coadyuve a identificar las fuentes y dosis adecuadas para cada especie, según su etapa fisiológica y la finalidad zootécnica, buscando con ello, beneficiar a los animales sin comprometer al medio ambiente, con esto generando una pauta para la regulación nacional en cuanto a la dosificación mineral en la alimentación animal.

#### 5. AGRADECIMIENTOS

Los autores no consideran agradecimientos en el presente trabajo.

#### 6. DECLARACIÓN DE INTERESES

Todos los autores declaran que no existen conflictos de intereses, incluyendo las relaciones financieras, personales o de otro tipo.

#### 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Ani, N., Al-Kawaz, U., Saeed, B. 2015. Protective influence of zinc on reproductive parameter in male rat treated with cadmium. *American Journal of Medicine and Medical Sciences*. 5 (2):73-81.
- Aoki, K., Prado, M.G. 2008. Implicaciones funcionales de los microelementos en sistemas biológicos (1ra. Edición). México: Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. 9 p.
- ARC (Agricultural Research Council). 1981. The nutrient requirements of pigs. Slough, U.K, Commonwealth.
- Bonaventura, P., Benedetti, G., Albarede, F., Miossec, P. 2015. Zinc and its role in immunity and inflammation. *Autoimmunity Reviews*. 14(4):277-285.
- Borah, S., Sarmah, B.C., Chakravarty, P., Naskar, P., Dutta, D.J., Kalita, D. 2014. Effect of zinc supplementation on serum biochemicals in grower pig. *Journal of Applied Animal Research*. 42(2): 244-248.
- Brugger, D., Windisch, W. 2017. Strategies and challenges to increase the precision in feeding zinc to monogastric livestock. *Animal Nutrition*. 3(2):103-108.
- Celino, F., Yamaguchi, S., Miura, C., Ohta, T., Tozawa, Y., Iwai, T., Miura, T. 2011. Tolerance of spermatogonia to oxidative stress is due to high levels of Zn and Cu/Zn superoxide dismutase. *PLoS One*. 6(2): e16938.
- Church, D., Pond, W., Pond, K. 2007. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 2da. Edición. Editorial Limusa, México. 179-227 p.
- Clemente, R., Sáez-Tovar, J.A., Pilar, B.M. 2020. Extractability, Distribution Among Different Particle Size Fractions, and Phytotoxicity of Cu and Zn in Composts Made With the Separated Solid Fraction of Pig Slurry. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 4(2):1-8.
- Córdova-Izquierdo, A., Saltijeral, J., Ruiz, G., Xolalpa, V., Cortés, S., Peña, S., Córdova-Jiménez, C., Méndez, M., Huerta, R., Juárez, M., Guerra, J. 2010. Estrés oxidativo en gametos. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 11(7):1-32.
- Cousins, R., Liuzzi, J., Litchen, L. 2006. Mammalian zinc transport, trafficking and signals. *Journal of Biological Chemistry*. 281(34):24085-24089.
- Cromwell, G. 2018. Nutritional Requirements of Pigs. MSD MANUAL. Disponible en: <https://www.msdsvetmanual.com/management-and-nutrition/nutrition-pig>
- Davin, R., Manzanilla, E., Klasing, K., Pérez, J. 2013. Effect of weaning and in-feed high doses of zinc oxide on zinc levels in different body compartments of piglets. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 97(1):6-12.
- De Loera Y.G. 2016. Efecto de la fuente y nivel de zinc en el comportamiento productivo de machos no castrados (40-110 kg) y su relación con el comportamiento sexual. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. España. 14-15; 117-159 p. Disponible en: <http://eprints>.

- uclm.es/38797/
- El-Masry, K.A., Nasr, A.S., Kamal, T.H. 1994. Influences of season and dietary supplementation with selenium and vitamin E or Zinc on some blood constituents and semen quality of New Zealand white rabbit males. *World Rabbit Science*. 2:79e86.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2018. Hoja de información 12, Cría de cerdos. Disponible en: [http://www.fao.org/3/V5290S/v5290s23.htm#P1\\_22](http://www.fao.org/3/V5290S/v5290s23.htm#P1_22)
- Fallah, A., Mohammad-Hasani, A., Colagar, A.H. 2018. Zinc is an essential element for male fertility: A review of Zn roles in men's health, germination, sperm quality, and fertilization. *Journal of reproduction & infertility*. 19(2):69.
- FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal). 2013. Necesidades nutricionales para ganado porcino: Normas FEDNA. Madrid, España. 114 p.
- Foresta, C., Garolla, A., Cosci, I., Menegazzo, M., Ferigo, M., Gandin, V., De Toni, L. 2014. Role of zinc trafficking in male fertility: from germ to sperm. *Human reproduction*. 29(6):1134-1145.
- Formigoni, A., Fustini, M., Archetti, L., Emanuele, S., Sniffen, C., Biagi, G. 2011. Effects of an organic source of copper, manganese and zinc on dairy cattle productive performance, health status and fertility. *Animal feed science and technology*. 164(3-4):191-198.
- García-Contreras, A.C., De Loera-Ortega, Y.G., Yagüe, A.P., Guevara-González, J.A., García Artiga, C. 2012. Alimentación práctica del cerdo. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*. 6(1):21-50.
- García, A. 2010. Efecto de la fuente de zinc en la morfometría testicular y epididimaria, así como su relación con la producción y calidad seminal del verraco. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 1-175 p. Disponible en: <https://eprints.uclm.es/12309/>
- García-Contreras, A., De Loera, Y., Palomo, A., Guevara, G. A., Herrera, H.J., López, F.C., Steve, J., Gosálvez, J. 2011. Elevated dietary intake of Zn-methionate is associated with increased sperm DNA fragmentation in the boar. *Reproductive Toxicology*. 31(4):570-573.
- GFE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie), Ausschuß für Bedarfsnormen. 1987. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Schweine. DLG-Verlag, Frankfurt (Main). 247 p.
- Ghaffari, M., Arabyaghoubi, M. 2018. Zinc as an essential nutritional component of human body: a systemic review. *International Journal of Pharmaceutical & Biological Archives*. 9 (2):62-65.
- Gorrachategui, M. 2012. Quelatos como fuente de aporte de oligoelementos en nutrición animal. XXVIII. Curso de especialización de la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA). Disponible en: <http://fundacionfedna.org/sites/default/files/FEDNA%202012%20-%20Quelatos.pdf>
- Gowanlock, D. 2012. Effect of reducing micromineral supplementation to grower-finisher pigs on growth performance, hematological status, carcass traits and pork quality. Thesis. The Ohio State University. Disponible en: [https://etd.ohiolink.edu/apexprod/rws\\_olink/r/1501/10?clear=10&p10\\_accession\\_num=osu1345493232](https://etd.ohiolink.edu/apexprod/rws_olink/r/1501/10?clear=10&p10_accession_num=osu1345493232)
- Heo, J., Opapeju, F., Pluske, J., Kim, J., Hampson, D., Nyachoti, C. 2013. Gastrointestinal health and function in weaned pigs: a review of feeding strategies to control post-weaning diarrhoea without using in-feed antimicrobial compounds. *Journal Animal Physiology Animal Nutrition*. 97(2):207-237.
- Hernández, J. E., Fernández, F. 2010. Reproducción de las siete especies domésticas. Cuadernos CBS 38. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco. 33-39 p.
- INRA (Institut National de la Recherche Agronomique). 1984. L'alimentation des animaux monogastriques: pore, lapin, volailles. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris, France.
- Jongbloed, A.W., Lenis, N.P., Mroz, Z. 1997. Impact of nutrition on reduction of environmental pollution by pigs: an overview of recent research. *Veterinary quarterly*. 19(3): 130-134.
- Juárez-Rebollar, D., Méndez-Armenta, M. 2014. Aspectos funcionales de la metalotioneína en el sistema nervioso central. *Archivos de Neurociencia*. 19(1):34-41.
- Kelleher, S., McCormick, N., Velásquez, V., López, V. 2011. Zinc in specialized secretory tissues: Roles in the pancreas, prostate, and mammary gland. *Advances in Nutrition*. 2:101-111.
- King, M.W. 2015. Glicosaminglicanos. The medical biochemistry. Disponible en: <https://themedicalbiochemistrypage.org/es/glycans-sp.php>
- Kloubert, V., Blaabjerg, K., Dalgaard, T., Poulsen, H., Rink, L., Wessels, I. 2018. Influence of zinc supplementation on immune parameters in weaned pigs. *Journal of Trace Elements in Medicine*. 49:231-240.
- Lei, K., Kim, I. 2018. Low dose of coated zinc oxide is as effective as pharmacological zinc oxide in promoting growth performance, reducing fecal scores, and improving nutrient digestibility and intestinal morphology in weaned pigs. *Animal Feed Science and Technology*. 245:117-125.
- Litchen, L., Cousins, R. 2009. Mammalian zinc transporters: nutritional and physiologic regulation. *Annual Review of Nutrition*. 29(1):153-176.
- Liu, Y., Espinosa, C., Abelilla, J., Casas, G., Lagos, L., Lee, S., Kwon, W., Mathai, J., Navarro, D., Jaworski, N., Stein, H. 2018. Non-antibiotic feed additives in diets for pigs: A review. *Animal Nutrition*. 4(2):113-125.
- López, M., Zárate, J., Rosales, B., Flores, A., García, A., De Loera, Y., Guevara, J. 2015. Efecto de distintos niveles de Zn en el desarrollo intrauterino de cerdas prepúberes. En: *Memorias XLIX Congreso Nacional AMVEC 2015*. León, Gto. Disponible en: <https://www.amvec.com/blog/amvec-1/post/memorias-amvec-14>
- Martínez-Domínguez, B., Ibáñez-Gómez, M. V., Rincón-León, F. 2002. Ácido fítico: aspectos nutricionales e implicaciones analíticas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 52(3): 219-231.

- Martínez, E., Maresma, A., Biau, A. Biau, Berenguer p., Cela S., Santiveri F., Michelena A., Lloveras J. 2020. Long-term effects of liquid swine manure on soil organic carbon and Cu/Zn levels in soil and maize. *Nutr Cycl Agroecosyst.* 118:93-205.
- Matte, J.J., Girard, C.L., Guay, F. 2017. Intestinal fate of dietary zinc and copper: Postprandial net fluxes of these trace elements in portal vein of pigs. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* 44: 65-70.
- McDonald, P., Edwards, R., Greenhalgh, J., Morgan, C., Sinclair, L., Wilkinson, R. 2013. *Nutrición Animal*. 7ª. Edición. Editorial Acribia. España. 97-128 p.
- McDowell, R. 2003. *Los minerales en nutrición animal y humana*. 2ª. Edición. Editorial Elsevier. New York, EUA. 357-395 p.
- Moretti, S.M., Bertoncini, E.I., Abreu-Junior, H. 2020. Characterization of raw swine waste and effluents treated anaerobically: parameters for Brazilian environmental regulation construction aiming agricultural use. *Journal of Material Cycles and Waste Management*. 1-12.
- NRC. (National Research Council). 2012. *Nutrient Requirements of Swine*. 11a. edición. Washington: National Academy Press. 420 p.
- NSNG (National Swine Nutrition Guide). 2010. *Tables on nutrient recommendations, ingredient composition, and use rates: Pork center of excellence*. Iowa State University. USA. 36 p.
- Parra, F.Y. 2014. Efecto del nivel y fuente de zn en la producción y calidad espermática del caballo (*Equus caballus*). Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Metropolitana. 1-157 p.
- Parra, Y., Romo, S., Góngora, A., García, A., Guevara, J. 2015. Efecto metabólico de la suplementación con sulfato de zinc en el cultivo de ovocitos de cerda, como modelo animal para su aplicación en células humanas. En: *Memorias XLIX Congreso Nacional AMVEC 2015*. León, Gto. Disponible en: <https://www.amvec.com/blog/amvec-1/post/memorias-amvec-14>
- Prasad, A. 2012. Discovery of human zinc deficiency: 50 years later. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 26(2-3):66-69.
- Prasad, A. 2014. Zinc: An antioxidant and anti-inflammatory agent: Role of zinc in degenerative disorders of aging. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 28(4):364-371.
- Quiles, A. 2006. Efecto del Zinc en la alimentación porcina. *Nutrición*. 1:42-49.
- Revy, P., Jondreville, C., Dourmad, J., Nys, Y. 2003. Le zinc dans l'alimentation du porc: oligoélément essentiel et risque potentiel pour l'environnement. *INRA Prod. Anim.* 16(1):3-18.
- Rodríguez-Gaxiola, M., Romo-Valdez, J., Ortiz-López, B., Barajas-Cruz, R., Gaxiola-Camacho, S., Romo-Rubio, J. 2016. Respuesta al consumo adicional de zinc orgánico en la calidad seminal de ovinos de pelo. *Abanico veterinario*. 6(3):24-34.
- Romo-Valdez, J., Barajas-Cruz, R., Silva-Hidalgo, G., Enríquez-Verdugo, I., Güémez-Gaxiola, H., Romo-Rubio, J. 2018. Método de suplementación de zinc orgánico y respuesta productiva de cerdos en etapa de iniciación en clima cálido. *Abanico veterinario*. 8(2):68-80.
- Roy, B., Baghel, R., Mohanty, T., Mondal, G. 2013. Zinc and Male Reproduction in Domestic Animals: A review. *Indian Journal of Animal Nutrition*. 30(4):339-350.
- Sabroso, G.M., Pastor, E.Z. 2004. *Guía sobre suelos contaminados*. Confederación de la Pequeña y Mediana Empresa Aragonesa. España. 1-109 p.
- Salazar, L., Carrillo-González, D., Hernández, D. 2016. Efecto de la suplementación con zinc y selenio sobre la calidad seminal de los cerdos. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*. 8:400-410.
- Talukdar, D.J., Talukdar, P., Ahmed, K. 2016. Minerals and its impact on fertility of livestock: A review. *Agricultural Reviews*. 37(4): 333-337.
- TBAyC (Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos). 2017. *Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales*. Universidad Federal de Viçosa. Brasil. 488 p.
- Torres Acosta, R., Bahr Valcarcel, P. 2004. El zinc: la chispa de la vida. *Revista cubana de pediatría*. 76(4): 0-0.
- Wong, W., Merkus, H., Thomas, C., Menkveld, R., Zielhuis, G., Steegers-Theunissen, R. 2002. Effect of folic acid and zinc sulphate on male factor sub fertility, a double blind, randomized placed controlled trial. *Fertility and Sterility*. 77(3):491-498.
- Yatoo, M., Saxena, A., Deepa, P. Habeab, B. Devi, S., Jatav, R., Dimri, U. 2013. Role of trace elements in animal: a review. *Veterinary World*. 6:963-967.
- Zetzsche, A., Schunter, N., Zentek, J., Pieper, R. 2016. Accumulation of copper in the kidney of pigs fed high dietary zinc is due to metabolism. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 35:1-6.
- Zhao, J., Dong, X., Hu, X., Long, Z., Wang, L., Liu, Q., Sun, B., Wang, Q., Wu, Q., Li, L. 2016. Zinc levels in seminal plasma and their correlation with male infertility: A systematic review and meta-analysis. *Scientific reports*. 6:22386.



**RECIENA**

Revista Científica Agropecuaria

## **ALIMENTOS FUNCIONALES LA TENDENCIA DE CONSUMO DEL SIGLO XXI**

Artículo Original

### *FUNCTIONAL FOODS: THE TREND OF CONSUMPTION OF THE 21ST CENTURY*

Enríquez-Estrella, Miguel <sup>1\*</sup>; Torres-Caicedo, Luis <sup>1</sup>; Monar-Vega, Kevin <sup>1</sup>; Uvidia-Cavadina, Hernán <sup>1</sup>

Recibido: 21/02/2022 · Aceptado: 23/03/2022

#### **RESUMEN**

La investigación se enfoca en la importancia del consumo de los alimentos funcionales y el beneficio que generan en la salud humana. La metodología utilizada en la elaboración del documento se basa en una revisión bibliográfica con un enfoque documental no experimental de orden secundario, basado en la recopilación de información a través de una lectura analítica de documentos obtenidos en bases científicas como: Scopus, Springer, Scielo, Google Scholar, Researchgate, tesis de pre grado, maestría y doctorado, como resultado se identificó que el consumo de alimentos con elementos bioactivos como: fibras dietéticas, ácidos grasos, compuestos fenólicos, fitoestrógenos, flavonoides y carotenoides son los más apetecidos por el consumidor en este siglo, por la tendencia de consumo de alimentos sanos y que aporten beneficios a la salud, como conclusión se define que la innovación y desarrollo en la industria de alimentos funcionales se enfocara en la prevención de enfermedades y la oferta de productos saludables que satisfagan las necesidades.

*Palabras clave:* Prebiótico, probiótico, simbiótico, nutraceutico.

#### **ABSTRACT**

The research focuses on the importance of the consumption of functional foods and the benefits they generate in human health. The methodology used in the preparation of the document is based on a literature review with a non-experimental documentary approach of secondary order, based on the collection of information through an analytical reading of documents obtained in scientific bases such as: Scopus, Springer, Scielo, Google Scholar, Researchgate, pre-graduate, master's and doctoral theses, as a result it was identified that the consumption of foods with bioactive elements such as: Dietary fibers, fatty acids, phenolic compounds, phytoestrogens, flavonoids and carotenoids are the most desired by the consumer in this century, by the trend of consumption of healthy foods that provide health benefits, as a conclusion it is defined that innovation and development in the functional food industry will focus on disease prevention and the supply of healthy products that meet the needs.

*Keywords:* Prebiotic, Probiotic, Symbiotic, Nutraceutical.

<sup>1</sup> Carrera de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Estatal Amazónica, Puyo-Ecuador.

Correspondencia [menriquez@uea.edu.ec](mailto:menriquez@uea.edu.ec)

ORCID ID: 0000-0002-8937-9664

## 1. INTRODUCCIÓN

El concepto de alimentos funcionales que contienen componentes fisiológicamente activos específicos se originó en Japón como un medio de mejorar la salud de la nación y, por lo tanto, reducir el desgaste de la economía causado por el aumento de los costos de salud (Farr, 1997). Son definidos como productos que contienen en su composición alguna sustancia biológicamente activa que al ser adicionada a una dieta habitual desencadena procesos metabólicos y fisiológicos (Faria & Anjo, 2004). En Japón, el desarrollo de los alimentos funcionales se dio a partir del año 1986 por un grupo de expertos del Ministerio de salud del país Nipón, donde recomendaron que el desarrollo específico de alimentos que promuevan la salud para esa población, que sean de bajo costo optimizando sus tierras fértiles con un valor agregado en sus productos basados en los compuestos bioactivos (Viell, 2001).

En la actualidad la nutrición está experimentando un veloz cambio en ciertas áreas de interés. Las carencias nutricionales, cara biológica de la pobreza, ya no constituyen las prioridades de investigación y, por el contrario, el epicentro del interés actual se ubica en la relación entre la alimentación y las enfermedades crónicas no transmisibles y los efectos de la nutrición sobre las funciones cognitivas, inmunitarias, capacidad de trabajo y rendimiento deportivo. Los consumidores están cada vez más conscientes de su autocuidado y buscan en el mercado aquellos productos que contribuyan a su salud y bienestar. Siguiendo esta tendencia, el consumidor está recibiendo abundante información acerca de las propiedades «saludables» de los alimentos, a través de los diferentes medios y por la estrategia de marketing de las empresas alimentarias, en especial de aquellos alimentos que ejercen una acción beneficiosa sobre algunos procesos fisiológicos y/o reducen el riesgo de padecer una enfermedad. Uno de los problemas que atraviesa la salud mundial está relacionada con la presencia de enfermedades crónicas, esto se debe puede deber al no consumo de alimentos con contenido de bioactivos (Arias, *et al.*, 2018). Según (Espin & Balberan, 2005), los alimentos funcionales son aquellos que aportan beneficios para la salud o disminuyen el riesgo de sufrir enfermedades, además de satisfacer las necesidades básicas nutricionales. (Barazarte *et al.*, 2015) manifiestan que un alimento funcional aporta los nutrientes básicos y posee uno o más componentes diferenciados que ayudan a mejorar las funciones biológicas del organismo que lo ingiera. De acuerdo a (Boer, Urlings & Bast, 2016), expresan que estos alimentos se desarrollan mediante la incorporación de componentes bioactivos, como probióticos, prebióticos, carotenoides, compuestos fenólicos, péptidos bioactivos, vitaminas o lípidos estructurados en sistemas alimentarios (Arias, *et al.*, 2018). La abundancia de las especies vegetales, nos brinda la oportunidad de realizar estudios de compuestos bioactivos, en relación al contenido bioactivo de materias primas que se utilizan como alimentos (Enriquez, 2021) Según (Vieira da Silva *et al.*, 2016), detalla que estos componentes se pueden adicionar de forma natural, modificarse o mejorarse,

con el propósito de propiciar beneficios para la salud en cuanto a desarrollo; regulación de procesos metabólicos, defensa contra el estrés oxidativo, crecimiento temprano, rendimiento mental, cognitivo, físico y deportivo. La producción mundial de los alimentos funcionales anualmente va en aumento cada día a tasas del 48% y con valores para el mercado mundial de alrededor de \$167.000 millones (Fuentes, L., Acevedo, D, & Gelvez, 2015; Eggersdorfer & Wyss, 2018). Ante la amplia oferta de nuevos productos, los consumidores precisan comprender los criterios científicos en los que se basan sus potenciales beneficios para la salud y demandan información sobre sus propiedades, ya que de esta forma se ayudará a la comprensión y elección entre los alimentos tradicionales o la utilización de alimentos funcionales. (Espin & Balberan, 2005). Según (Enriquez *et al.*, 2018) indica que el consumo de alimentos con componentes bioactivos ayuda a la disminución de enfermedades. Los alimentos funcionales son más comunes en países en desarrollo.

### *Tipo de alimentos funcionales*

#### *Prebióticos, probióticos y simbióticos*

En la actualidad, se ha incrementado la importancia en el uso de los alimentos funcionales para corregir de alguna forma, las posibles alteraciones de la microbiota intestinal, a través de la utilización de agentes bioterapéuticos (probióticos, prebióticos y simbióticos), los cuales han sido denominados como productos nutraceúticos, es decir, provenientes de origen natural, benéficos para la salud, con propiedades biológicas activas y capacidad terapéutica definida. Estos productos nutraceúticos son usados como complementos en los alimentos funcionales (Mariño, *et al.*, 2015). Según (Vieira da Silva *et al.*, 2016), manifiestan que una dieta diaria debe contener alimentos ricos en prebióticos y probióticos, ya que son potencialmente beneficiosos en la disminución del riesgo y tratamiento de diferentes enfermedades gastrointestinales, entre otras.

#### *a) Prebióticos*

Son carbohidratos de cadena corta, algunos se consideran como polidextrosa, fructooligosacáridos y algunos oligosacáridos de la avena y la soya. Podemos encontrar estos elementos en alimentos como el ajo, cebolla, banano, alcachofa y espárragos. Algunos prebióticos al incluirlos en nuestra alimentación, alteran la microbiota intestinal reduciendo los recuentos de coliformes, bacteroides y cocos, incrementando las bifidobacterias hasta en diez veces (Fuentes, L., Acevedo, D, & Gelvez, 2015). El concepto de prebiótico es más reciente que el de probiótico y fue propuesto por primera vez por Gibson y Roberfroid en 1995, quienes definieron por primera vez un prebiótico como “un ingrediente alimentario no digerible que afecta beneficiosamente al hospedador al estimular selectivamente el crecimiento y/o actividad de uno o un limitado número de especies bacterianas en el colon, y que por lo tanto mejora la salud”. En el 2010, Roberfroid y col, revisaron de nuevo este concepto e indicaron que los prebióticos son “ingredientes

que producen una estimulación selectiva del crecimiento y/o actividad(es) de uno o de un limitado número de géneros/especies de microorganismos en la microbiota intestinal confiriendo beneficios para la salud del hospedador”. Según (Bernal, *et al.*, 2017), los prebióticos son carbohidratos no digeridos por enzimas humanas, una serie de di, oligo y polisacáridos, almidones resistentes y polioles de azúcar que nutren a ciertos grupos de microorganismos que habitan en el intestino, ayudando a la multiplicación de bacterias benéficas y reduciendo la población de bacterias patógenas. El efecto que proporciona un prebiótico es esencialmente indirecto, debido a que fomenta el desarrollo selectivo de uno o un número limitado de microorganismos provocando de esta manera una modificación selectiva de la microflora intestinal del huésped (Palacios, 2015).

Para que un ingrediente alimentario o un alimento pueda considerarse como prebiótico debe cumplir una serie de requisitos tales como: i) no ser hidrolizado o absorbido en el tracto gastrointestinal (TGI) superior (esófago, estómago y duodeno) y, por lo tanto, ser resistente a la acidez gástrica, a la hidrólisis por enzimas digestivas y no absorberse en el intestino delgado; ii) ser fermentado selectivamente por bacterias beneficiosas de la microbiota intestinal y iii) ser capaz de inducir efectos fisiológicos beneficiosos para la salud (Gibson & Roberfroid, 1995)

**b) Probióticos**

Son microorganismos vivos que cuando se suministran en cantidades adecuadas, proporcionan múltiples beneficios en la salud. Uno de los principales probióticos son las bacterias del ácido láctico, y las más utilizadas son los lactobacilos y las bifidobacterias (Fuentes, L., Acevedo, D, & Gelvez, 2015). Los probióticos basan su efectividad en el suceso de que el consumo de bacterias vivas pasará el tracto digestivo y se introducirán en el intestino delgado junto con la flora intestinal normal, reestableciendo algún déficit de la misma flora, con el fin de ayudar a la absorción de nutrientes (Del Toro, *et al.*, 2015). Los probióticos ayudan a equilibrar la microflora y a mantener la salud funcional del intestino porque, al reducir del pH, la competencia por la colonización de la mucosa y de los nutrientes permiten crear un ambiente hostil para el desarrollo de bacterias dañinas y patógenas que pueden inducir la formación de infecciones si se dejan libres para invadir los tejidos (Simg, 2014). Uno de los factores más importantes que influye en el potencial de los cultivos probióticos, es su supervivencia durante la elaboración del producto, su almacenamiento, su tránsito por medio del tracto gastrointestinal, y la capacidad que posee de proliferar en el intestino grueso (Barboza, 2012). El pan, queso, fruta, leche y cereales fermentados (vino, vinagre, sidra, cerveza), son alimentos básicos tradicionales en todos los países del mundo, contienen elementos fermentativos que siempre han estado conectados con la salud gracias a sus elementos, suplementos y elementos bioactivos y de ellos se derivan su composición nutricional y organoléptica. Estos son los protagonistas de un verdadero boom sobre todo en el campo de la investigación científica dentro del ámbito alimentario como se observa en la tabla 1, donde se muestran los efectos de los prebióticos sobre los alimentos funcionales.

Tabla 1 Efectos de los probioticos sobre algunos alimentos funcionales en el mercado

Alimento funcional	Componente bioactivo	Efecto sobre la salud
Productos lácteos fermentados	Cepas probióticas	Equilibrio de la microbiota, acción sobre la motilidad intestinal sobre la inmunidad local y sistémica
Leches fermentadas con estanoles agregados	Estanoles vegetales	Reducen los niveles de colesterol, disminuyen el riesgo cardiovascular
Pescado azul y comida con la adición de aceites de pescado	Ácidos grasos omega-3	Reducen el riesgo cardiovascular
Productos de jugo de arándano	Las antocianinas	Reducen el riesgo de infecciones del tracto urinario
Productos integrales de soja	Proteína de soja	Cuando se consume con granos en lugar de proteínas animales
Psyllium, metilcelulosa	Fibra soluble	Reduce los niveles de colesterol y mejora el tránsito intestinal
Verduras crucíferas	Isotiocianatos e indoles	Reducen el riesgo de algunos tipos de cáncer

Fuente: (Simg, 2014)

Los probióticos son microorganismos vivos que cumplen una función beneficiosa para la salud administradas en dosis adecuadas, las especies de *Lactobacillus* (Fig. 1) y *Bifidobacterium* son las más utilizadas como probióticos, pero la levadura *Saccharomyces boulardii* y algunas especies de *E. coli* y de *Bacillus* también se utilizan.

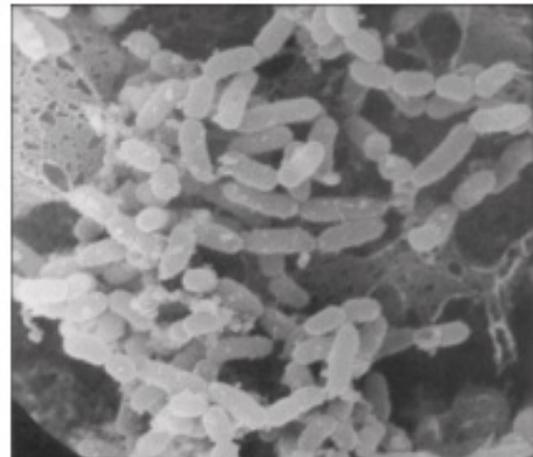


Fig 1. Fotografía de microscopio electrónico de *Lactobacillus salivarius* UCC118 adherido a las células Caco-2.

Entre los más actuales podemos contar con el *Clostridium butyricum*, recientemente autorizado como nuevo alimento por la Unión Europea. Las bacterias del ácido láctico, incluidas las especies de *Lactobacillus*, utilizadas para la conservación de productos fermentados por miles de años pueden desempeñar un doble papel como agentes de fermentación de alimentos y beneficiosos para la salud. La

fermentación se relaciona ampliamente con la preservación de un vasto conjunto de productos agrícolas (cereales, raíces, tubérculos, frutas, hortalizas, leche, carne, pescado, etc.).

### *Simbióticos*

Se denomina simbiótico a la asociación de un prebiótico con un probiótico, la cual proporciona efectos sinérgicos. Uno de los más utilizados son los preparados lácteos ricos en fibra fermentados por bifidobacterias (Fuentes, L., Acevedo, D, & Gelvez, 2015). Según (Bernal Castro *et al.*, 2017), definen los simbióticos como preparaciones alimentarias que poseen una o más especies de probióticos e ingredientes prebióticos. Usando la correlación entre la actividad de los microorganismos y la metabolización de los prebióticos, se favorece la actividad de los probióticos, estimulando sus propiedades saludables y desarrollando un efecto sinérgico. Un producto puede ser denominado simbiótico si ha demostrado generar un efecto beneficioso superior al que se produce con la suma de los generados separadamente por sus integrantes. Los alimentos simbióticos tienen el objetivo de garantizar la supervivencia de los probióticos, con la finalidad de modificar la flora intestinal y su metabolismo (Torres, 2015). Los simbióticos se definen como “una mezcla de probióticos y prebióticos destinada a aumentar la supervivencia de las bacterias que promueven la salud, con el fin de modificar la flora intestinal y su metabolismo” y el término debe reservarse exclusivamente para los productos que poseen verificación científica de la simbiosis, es decir en los cuales los prebióticos favorecen selectivamente a los probióticos adicionales en éste simbiótico en particular (Ashwell, 2005)

*¿El consumo de alimentos funcionales ayudará a reducir las enfermedades en la población?*

En la actualidad la sociedad manifiesta una notable preocupación ante la presencia de numerosas enfermedades que están relacionadas con la alimentación, como consecuencia de una dieta desordenada, sin embargo, podría evitarse con el consumo de los alimentos funcionales. Ante esta premisa la industria alimentaria investiga las propiedades de los alimentos, ofreciendo productos que presentan características cercanas a la industria farmacéutica. Los consumidores son cada vez más conscientes que una buena alimentación ejerce grandes beneficios para la salud, por lo tanto, demandan productos saludables y seguros que les garanticen la oportunidad de desarrollar bienestar disminuyendo el peligro de contraer y crear enfermedades.

La actividad biológica de los compuestos bioactivos en los alimentos funcionales asumen una función particular en el desarrollo biológico del organismo humano, donde una alimentación balanceada influye en generalmente los ciclos metabólicos debido a que esto se expresa en función de su aporte energético y a su contenido de hidratos de carbono, grasas y proteína, proporcionando beneficios fisiológicos adicionales más allá de satisfacer las necesidades nutricionales básicas. Por lo tanto, el estudio de los alimentos funcionales se ha vuelto primordial, siendo una alternativa para mejorar la salud humana.

En el presente trabajo se determina la importancia de los alimentos funcionales como nueva tendencia de consumo en el siglo XXI.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

La presente revisión bibliográfica presenta un enfoque documental no experimental, ajustándose a la recopilación de información a través de la lectura analítica de documentos y materiales bibliográficos relacionados a la aplicación de los alimentos funcionales como una tendencia de consumo en el siglo XXI, con el objetivo de adquirir antecedentes para adentrarse en teorías. La investigación es cualitativa con un alcance descriptivo, ya que detalla los parámetros requeridos en el mercado de estos alimentos.

El método empleado es de tipo exploratorio de orden secundario, ya que se realizó una búsqueda minuciosa de información bibliográfica de documentos obtenidos en bases científicas como: Scopus, Springer, Scielo, Google Scholar, Researchgate, tesis de pre grado, maestría y doctorado. Para cumplir con los objetivos de la investigación se desarrolló una lectura crítica de los principales documentos bibliográficos seleccionados, los cuales posteriormente se clasificaron y separaron de acuerdo a la información que sustente el trabajo.

## **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **3.1 Historia de los alimentos funcionales**

El origen de los alimentos funcionales se produjo en la década del 80 en Japón, como consecuencia de la necesidad de reducir los altos costos de los seguros de salud. Fue así, el país pionero en legislar su comercio de alimentos funcionales, (Manrique, 2019). Además, dentro de la historia de la cultura oriental, el alimento funcional sobre la salud es considerado milenario, de tal manera que la alimentación y la medicina son importantes en la prevención y curación de enfermedades. (Cortés *et al.*, 2005).

### **3.2 Importancia de los alimentos funcionales**

La importancia de los alimentos ha ido tomando fuerza dada la evolución de las tecnologías, los alimentos funcionales son aquellos alimentos que contienen biológicamente activos. Estos alimentos pueden mejorar las condiciones generales del cuerpo (pre y probióticos), disminuir el riesgo de algunas enfermedades (productos para reducir el colesterol), y pueden ser utilizados para curar algunas enfermedades relacionadas con la deficiencia de compuestos bioactivos (Del Toro, *et al.*, 2015).

Las fuentes de alimentos útiles no son un elemento único, bien definida y correctamente caracterizada abarcando diversos componentes, nutrientes y no nutrientes, que influyen en un ámbito de capacidades corporales relacionadas con el bienestar y salud, la disminución del riesgo de enfermedad, o ambos. Se trata en gran medida de variedades de alimentos o productos alimenticios que satisfacen una capacidad alternativa dentro de nuestro cuerpo. (Aranceta, *et al.*, 2011)

### 3.3 Bioquímica de los alimentos funcionales

Según Espin & Balberan, (2005) manifiestan que los probióticos basan su efectividad en la forma en que los organismos microscópicos vivos ingeridos atraviesan el sistema gastrointestinal y se complementan en un espacio del pequeño tracto digestivo junto con la flora intestinal, restableciendo algún déficit de flora similar y ayudando a la asimilación de los suplementos. Para que esta interacción se produzca, la ingestión de bacterias vivos debe ser de un tipo particular, ya que una cantidad considerable de ellos son eliminados por el tratamiento del producto y después por el ciclo de absorción con los jugos gástricos.

Los probióticos constituyen uno de los ingredientes funcionales más consumidos y habitualmente se presentan como mezcla de lactobacilos y bifidobacterias (Aranceta, *et al.*, 2011). Además, Silveira, Megías, & Molina, (2013) mencionan que favorecen el equilibrio de la microflora colónica, incrementan la biodisponibilidad de ciertos nutrientes, mejoran el tránsito y la motilidad intestinal, estimulan la proliferación celular y elaboran ciertos productos fermentados beneficiosos.

Los omega-3 son ácidos grasos poliinsaturados (abundantes en el pescado) y los omega-6 (abundantes en aceites vegetales). Un aporte suficiente de omega-3 tiene efecto sobre los vasos sanguíneos provocando un ensanchamiento mejorando la fluidez de la sangre, evitando la formación de coágulos que minimiza el riesgo de enfermedades cardiovasculares, además de otros efectos como inhibir procesos inflamatorios. Para que los omega-3 tengan efecto en el organismo es necesario un equilibrio con el omega-6 ya que un exceso de éste último, bloquearía las funciones del primero. (Del Toro, *et al.*, 2015)

El pan, queso, fruta, leche y cereales fermentados (vino, vinagre, sidra, cerveza), son alimentos básicos tradicionales en todos los países del mundo, contienen elementos fermentativos que siempre han estado conectados con la salud gracias a sus elementos, suplementos y elementos bioactivos y de ellos se derivan su composición nutricional y organoléptica. Estos son los protagonistas de un verdadero boom sobre todo en el campo de la investigación científica dentro del ámbito alimentario como se observa en la tabla 1.

### 3.4 Identificación de compuestos bioactivos y su importancia en la agroindustria

El término funcional se reserva para un grupo de alimentos que se sujetan a evidencias científicas comprobadas sobre el beneficio de los componentes bioactivos en el área de salud según se detalla en la tabla 1.

Tabla 2. Ejemplos de estudios sobre compuestos bioactivos en alimentos funcionales con beneficios potenciales en la salud humana

Compuestos bioactivos	Aplicación a la agroindustria	Beneficios potenciales	Referencias
Probióticos, Prebióticos y simbióticos	Son utilizados en los productos lácteos fermentados, principalmente el yogur	Efectos inmuno-estimuladores, aplicaciones de los ácidos grasos en la industria alimentaria como alimento funcional.	(Aguilera et al., 2008);(Espin & Balberan, 2005)
Fibras dietéticas	Son utilizadas como suplementos en la elaboración de harinas.	Previenen enfermedades como el cáncer colorectal, obesidad, diabetes mellitus y arteriosclerosis.	(Aguilera et al., 2008) ; (Rubiano, 2006)
Ácidos grasos	Enriquecimiento de alimentos como huevos o carnes mediante la manipulación de la dieta de los animales, además, ayuda a solucionar problemas de texturas o aceptabilidad con relación a productos lácteos.	Prevención de enfermedades cardiovasculares.	(Espin & Balberan, 2005);(R. Valenzuela et al., 2014)c
Compuesto fenólicos	Extracción de frutas, hiervas, verduras y cereales.	Cumple la función de un antioxidante, es decir que retardan la degradación oxidativa de los lípidos, por lo tanto ayuda a mejorar la calidad en los productos.	(Rivas Pérez et al., 2017)
Fitoestrógenos	Productos derivados de la soja isoflavonas	Disminuye la trombosis, antimitageno, desarrollo antioxidante, además reduce los síntomas como la menopausia; osteoporosis.	(Aguilera et al., 2008)
Flavonoides	Ayuda a conservar los alimentos como carnes	Ayuda a regular la presión arterial, Prevención de colesterolemia cáncer, y envejecimiento celular	(Arias Lamos et al., 2018);(Aguilera et al., 2008)
Carotenoides	Protección de las células vegetales utilizados como antioxidantes	Prevención de diversos cánceres y enfermedad cardiovascular	(Arguedas, Mora & Sanabria, 2015); (Aguilera et al., 2008)

Fuente: Elaboración propia

### 3.5 Fibras dietéticas

Las fibras dietéticas durante mucho tiempo han sido investigadas y utilizadas en temas de discusión por su importancia. (Suárez *et al.*, 2017), mencionan que gracias a las funciones que aportan los alimentos enriquecidos con fibra dentro de nuestro organismo, el mercado se ha incrementado en los últimos años. Las investigaciones realizadas por científicos llegan a la conclusión que las fibras dietéticas son ingredientes importantes de la dieta (López, & Cruz, 2017). Las fibras vegetales están constituidas principalmente por celulosa, hemicelulosa, pectinas, ligninas y ceras, de acuerdo al tipo y la fuente de la fibra puede influir en las propiedades funcionales (Vilcanqui & Vélchez, 2017). Por su parte (Escudero, E & González, 1993) añaden que la fibra soluble ayuda a disminuir los niveles de colesterol y glucosa en la sangre, por otro lado, la fibra insoluble favorece en el buen rendimiento del riñón y en el estreñimiento. (Cañas *et al.*,

2011), mencionan que tiene beneficios en el desorden gastrointestinal, en la prevención de ciertas patologías como el colesterol, diabetes y cáncer de colon. En el mercado actual existen numerosos productos adicionados con fibra, entre ellos lácteos y amasados (panes y galletitas); de los cuales se han seleccionado y analizado algunos, a modo de ejemplo. El criterio de selección ha priorizado el aporte de prebióticos y cantidades significativas de fibra en alimentos de consumo habitual según se lo detalla en la tabla 3.

### 3.6 Ácidos grasos

(Martorell, 2013), define un ácido graso como una biomolécula formada por una cadena hidrocarbonada lineal, la cual puede presentar diferente longitud o número de átomos de carbono, con un grupo carboxilo en un extremo. (Guzmán, 2011), menciona que los ácidos grasos saturados se pueden clasificar de acuerdo al número de insaturaciones presentes en la cadena hidrocarbonada ya sean saturados, monoinsaturados y poliinsaturados. (A. Valenzuela, 2008), añade que el número de átomos de carbonos de la molécula, el número de dobles enlaces de la cadena hidrocarbonada, la posición y configuración de las insaturaciones, diferencian los distintos ácidos grasos saturados. Se pueden clasificar en ácidos grasos saturados de cadena corta si presentan menos de 8 átomos de cadena, de cadena media si presentan de 8 a 12 y de cadena larga si presentan más de 12 (Pérez, & Noriega, 2006). (Arias Lamos *et al.*, 2018), manifiestan que dentro de la dieta del ser humano se encuentran dos grupos de ácidos grasos, unos que son esenciales para el organismo y otros que no. Los ácidos esenciales son difíciles de producir por el ser humano de forma autónomamente, por tal motivo se obtienen a través de los alimentos siendo una importante fuente de energía, cuando existe deficiencia de este tipo de ácidos como el  $\alpha$ -linolénico y el linoleico se producen anomalías, especialmente si se consumen ácidos trans o saturados que pueden ocasionar riesgos en la salud del consumidor. (Silveira, *et al.*, 2013), mencionan que los ácidos grasos polisacáridos de tipo Omega 3, que provienen del pescado azul, son importantes para la dieta del ser humano, ayuda a reducir los niveles cardiovasculares y antiinflamatorios. Además, de provenir de pescados, el Omega 3, también proviene de fuentes como: algas marinas, aceites esenciales y semillas, ayuda a mejorar la piel, cabello y el metabolismo del colesterol y sistema reproductivo (Cruz, 2007).

Tabla 3 Alimentos funcionales según el aporte de fibra

Alimento	Porción	Tipo de fibra (cantidad/porción)	% Valor Diario (VD)	Función
Leche en polvo	20 gr de leche en polvo/1 vaso 200 ml	Fibra alimentaria 1,8g (glucosa oligosacárido)	7 %	Ayudan a regular la función intestinal
Leche descremada con fibra activa	1 vaso – 200 ml	Fibra soluble 2g (Inulina, FOS, polidextrosa)	8 %	Ayuda a mejorar la composición de la flora intestinal, favorece una mejor absorción de Calcio.
Jugo sin lactosa, frutos del trópico, frutos rojos	1 vaso – 200 ml	Fibra soluble 2g (Inulina, FOS, polidextrosa)	4,4 %	Mejora la composición de la flora intestinal y favorece una mayor absorción del calcio
Queso con fibra activa	30 g	Fibra alimentaria total 1,2g.	5 %	Regula la función digestiva, mejora la composición de la flora intestinal y la absorción de calcio y magnesio, reduce el nivel de colesterol y glucosa
Pan fargo, salvado doble dietético	50 g	Fibra alimentaria total 3,4 g; soluble 0,5 g; insoluble 2,8 g	14 %	Fibra dietaria
Pan fargo integral fortificado	50 g	Fibra alimentaria total 3,1 g; soluble 0,6 g; insoluble 2,5 g	12 %	Fibra dietaria
Galletascon salvado	30 g	Fibra alimentaria total 1,8 g	7 %	Fibra dietaria
Barra de cereales	23 g	Fibra alimentaria 3,3 g, polidextrosa 1,6 g	13 %	Alto contenido de fibra dietaria

Fuente: (Fiber, 2015)

### 3.7 Compuestos fenólicos

Según (Porrás & López, 2009), señalan que los fenoles son aquellos compuestos químicos presentes en frutas y vegetales. (Arias Lamos *et al.*, 2018), manifiestan que constituyen al grupo de los micronutrientes presentes en el reino vegetal como alimentos importantes en la dieta humana, siendo metabolitos secundarios de las plantas que presentan propiedades de gran interés. Según (Creus, 2004), estas sustancias intervienen en la calidad, aceptabilidad y estabilidad de los alimentos, ya que proporcionan sabor, y actúan como colorantes en los alimentos. Por lo tanto, (Coronado, *et al.*, 2015), mencionan que los compuestos fenólicos han provocado un gran interés en los investigadores, debido a su alto poder antioxidante y a los beneficios que propician a la salud. Por este motivo (Ruales, *et al.*, 2017), manifiestan que este tipo de compuestos es de gran interés tanto en la industria alimentaria como farmacéutica para el desarrollo de un alimento nutraceutico de tipo dietético y alimentos funciones. (Del Toro, *et al.*, 2015), sugieren que los alimentos funcionales son sustancias complejas que poseen una característica estructural en común: presentan un grupo fenólico con al menos un grupo hidroxilo como sustituyente.

### 3.8 Fitoestrógenos

Según (Cano, 2021), los fitoestrógenos son compuestos naturales presentes en alimentos de origen vegetal, de carácter no esteroide que presentan una acción estrogénica. (Garrido *et al.*, 2003), manifiestan que los fitoestrógenos establecen un grupo de compuesto no esteroides, que pueden actuar como agonistas o antagonistas de los estrógenos. Los principales fitoestrógenos con importancia en la alimentación y que pueden tener impacto en el bienestar humano son las isoflavonas, los lignanos y los cumestanos, siendo los primeros especialmente activos. (Guerrón, *et al.*, 2021), mencionan que el consumo de vegetales que forman parte de los alimentos de los estrógenos, cumple un rol beneficioso en la actualidad ayudando a la prevención de enfermedades. (Navarro, 2001), señala que las investigaciones epidemiológicas han recomendado que una dieta alimenticia rica en fitoestrógenos podría estar relacionado con una menor frecuencia de cáncer de mama, endometrio, próstata y colorrectales.

### 3.9 Flavonoides

(Cartaya, & Reynaldo, 2001), indican que los flavonoides son sustancias naturales constituidas por dos anillos aromáticos unidos a través de una cadena de tres átomos de carbono, y se encuentran ampliamente distribuidas en los vegetales. Los flavonoides constituyen alrededor de dos tercios de los fenoles dietéticos (González *et al.*, 2017). Según (Autino *et al.*, 2020), manifiestan que son metabolitos secundarios heterocíclicos que ayudan a cumplir diferentes funciones en los vegetales como la protección de los tejidos y el estrés oxidativo. (Inurreta, 2007), alude que estos compuestos poseen un alto poder antioxidante, por lo que se recomienda una dieta mezclada de flavonoides y taninos. (Chong, 2011), añade que estas sustancias no son producidas por el organismo, son adquiridas a través de la alimentación. (González, & Alfaro, 2017), mencionan que en la industria alimentaria se ha incrementado el interés de buscar compuestos naturales con propiedades antioxidantes para sustituir a los antioxidantes sintéticos, debido a que han sido la causa de enfermedades cardíacas y agentes carcinogénicos.

### 3.10 Carotenoides

Son pigmentos naturales sintetizados por plantas y microorganismos, generalmente contribuyen el color de los mismos (Meléndez *et al.*, 2004). (Waliszewski & Blasco, 2010) mencionan que existen alrededor de 600 carotenoides en la naturaleza, entre los cuales más de 50 se hallan en los alimentos y se consumen en la dieta a través de una gran variedad de frutas y verduras. (Carranco *et al.*, 2011) manifiestan que la principal característica de los carotenoides está compuesto por un sistema de doble enlace conjugado, denominadas poliénica. Uno de los principales carotenoides beneficioso para salud humana es el licopeno, ya que ayuda con la prevención de varias enfermedades (García, 2014).

### 3.11 Alimentos Nutraceuticos

(Del Toro, *et al.*, 2015), expresan que son compuestos naturales que poseen propiedades biológicas benéficas

para la salud, presentan una capacidad preventiva y terapéutica definida, usados en pacientes con enfermedades cardiovasculares, crónico degenerativas, cáncer, entre otras. (Pérez, 2006), manifiesta que el término nutraceuticos surgió en el año de 1989 por el Dr. Stephen de Felice, quien planteó que son sustancias beneficiosas para la salud previniendo el tratamiento de enfermedades. (Restrepo *et al.*, 2010), mencionan que los alimentos exóticos y tradicionales están relacionados con los compuestos nutraceuticos y tienen el potencial de mejorar la salud humana.

### Tendencia del consumo de alimentos funcionales

Desde principios del siglo XXI, la sociedad ha sido testigo de un aumento continuo de la expectativa en relación a la calidad de vida expectativa, por esta razón los consumidores han ido mejorando sus dietas para cuidar su salud (Szakály *et al.*, 2012). El aumento de la demanda de estos alimentos puede explicarse por el aumento del costo en la asistencia sanitaria, el aumento constante de la esperanza de vida y el deseo de mejorar su calidad

(Siró *et al.*, 2008). Tomando en cuenta que “Un alimento puede considerarse ‘funcional’ si se demuestra satisfactoriamente que puede afectar beneficiosamente a una o más funciones objetivas del cuerpo humano, mas allá de la nutrición adecuada. Los alimentos funcionales deben seguir siendo alimentos y deben demostrar sus efectos en cantidades que normalmente cabe esperar que se consuman en la dieta: no son pastillas ni cápsulas, sino parte de un patrón alimentario normal” (Hawkes, 2004). Además de las características nutricionales tienen propiedades que afectan positivamente en una o más funciones fisiológicas. Esta característica está relacionada con el bioactivo compuestos y también depende de los diversos tratamientos tecnológicos aplicados a los alimentos (Arvanitoyannis y Van Houwelingen-Koukaliaroglou, 2005).

Los desafíos más importantes en la industria de alimentos funcionales se enfocan en la conservación (Day *et al.*, 2009). Las principales sustancias que dan la característica de "funcionalidad" a los alimentos son las vitaminas, flavonoides, fibra, omega-3, minerales y cultivos bacterianos (Keservani *et al.*, 2010). Los alimentos funcionales son los primeros en llevar declaraciones de propiedades saludables. Según el Codex Alimentarius, una declaración significa “cualquier representación que afirme, sugiera o dé a entender que un alimento tiene características particulares relativas a su origen, propiedades nutricionales, naturaleza, producción, procesamiento, composición o cualquier otra cualidad”. Los dos tipos principales de reclamaciones se refieren a: (a) qué contiene el alimento, es decir, declaraciones de contenido de nutrientes y declaraciones comparativas y (b) qué el producto lo hace en términos de salud, bienestar y rendimiento, es decir, declaraciones de propiedades saludables (Richardson *et al.*, 2003). Estas declaraciones de propiedades saludables se han convertido en un medio para comunicar a consumidores los beneficios para la salud de los alimentos que contienen formulaciones específicas, transmitiendo información relevante que de otro modo permanecería desconocida.

La comunicación tiene un gran impacto en el conocimiento y las actitudes de los consumidores (Verbeke, 2008). Las declaraciones de propiedades saludables son factores clave para el desarrollo del mercado de alimentos funcionales, ya que estas desempeñan un papel central en la toma de decisiones de compra y ayudan a los consumidores a elegir el producto que se oferta en el mercado, especialmente si el producto está elaborado con nuevos ingredientes y tiene un funcionamiento distinto en el metabolismo humano (Annunziata y Vecchio, 2012). Las decisiones de compra de los consumidores están influenciadas por muchos factores. Algunos estudios han demostrado, por ejemplo, que la satisfacción con la vida y la edad influyen en la elección de alimentos funcionales (Carrillo *et al.*, 2013). Estas nuevas tendencias han cambiado drásticamente la industria, ya que las empresas apuestan por este sector con nuevas estrategias de marketing y comunicación.

## 5. CONCLUSIONES

El desarrollo de la industria alimenticia durante los tiempos ha ido evolucionando, lo que ha permitido utilizar elementos bioactivos provenientes de especies vegetales en su gran mayoría. Se identificó que los ácidos grasos esenciales son los de mayor impacto al momento del consumo, ya que son fundamentales para el desarrollo normal del cerebro, desde la etapa de gestación del ser humano y durante su vida, demostrando el papel relevante de estos componentes en la salud humana, tomando en cuenta que el consumo de estos alimentos ayudará a prevenir enfermedades asociadas con el consumo de azúcares, grasas, e hidratos de carbono.

Los alimentos funcionales en la actualidad son un tema interesante y controversial, ya que es innegable el acceso a la información y aun así gran parte de los consumidores expresan su molestia con los términos, y de un fraude en la oferta de productos avalados por un gran aparato de mercadotecnia, por lo que es fundamental recalcar que este tipo de alimentos deben estar enlazados con una dieta equilibrada y un estilo de vida saludable. Ante estas premisas el desarrollo de este tipo de alimentos es cada vez más desafiante en relación a innovación, debido a que estos productos deben satisfacer las necesidades de los consumidores en base a su calidad como alimentos saludables y apetecibles. El consumo de los alimentos funcionales en los últimos años ha tomado un papel importante en la población mundial, debido a que presentan componentes bioactivos benéficos que ayudan a mejorar la calidad de vida del ser humano.

## 6. REFERENCIAS

- Aguilera, C., Barberá, J., Esperanza, L., Duarte de Prato, A., Gálvez, J., Gil, Á., Gómez, S., González, M., Granada, F., Guarner, F., Marcos, A., Martínez, O., Nova, E., Olmedilla, B., Pujol-Amat, P., Ramos, E., Romeo, J., Tobal, F., Ramón, D., Zarzuelo, A. (2008). ALIMENTOS FUNCIONALES Aproximación a una nueva alimentación. Dirección General de Salud Pública y Alimentación, 53(9), 287.
- Annunziata A. and Vecchio R. 2012. Consumer perception of functional foods: A conjoint analysis with probiotics. *Food Qual. Prefer.* 28:348.
- Aranceta, J., Blay, G., Echeverría, F., Gil, i., Hernández, M., Iglesias, J & López, M. (2011). Vitaminas, minerales e inmunidad. In *Guía de buena práctica clínica en alimentos funcionales*.
- Arias Lamos, D., Montaña Díaz, L. N., Velasco Sánchez, M. A., & Martínez Girón, J. (2018). Alimentos funcionales: avances de aplicación en agroindustria. *Tecnura*, 22(57), 55–68. <https://doi.org/10.14483/22487638.12178>
- Arvanitoyannis I.S. and Van Houwelingen-Koukaliaroglou M. 2005. Functional Foods: A Survey of Health Claims, Pros and Cons, and Current Legislation. *Crit. Rev. Food Sci.* 45:385
- Autino, J., Romanelli, G., & Ruiz, D. (2020). Introducción a la Química Orgánica. In *Introducción a la Química Orgánica*. <https://doi.org/10.35537/10915/31664>
- Barazarte, H. E. B., Sangronis, E., Pérez, I. M. M., Guedez, C. A. G., & Mujica, Y. J. (2015). Laminados de guayaba (*Psidium guajava* L.) enriquecidos con inulina y calcio. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 65(4), 225–233.
- Barboza, Y. (2012). Diseño de Alimentos Potencialmente Funcional Sobre la Base de Productos Tradicionales. 32.
- Bernal Castro, C. A., Díaz-Moreno, C., & Gutiérrez-Cortés, C. (2017). Probiotics and prebiotics in vegetable matrices: Advances in the development of fruit drinks. *Probiotics and Prebiotics in Vegetable Matrices: Advances in the Development of Fruit Drinks*, 44(4), 383–392. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182017000400383>
- Cañas, Z., Restrepo, D., & Cortés, M. (2011). Vegetable Products As Source of Dietary Fiber in the Food Industry: a Review. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*, 64(1), 6023–6035.
- Cano, L. (2021). Beneficios del consumo de alimentos fuente de fitoestrógenos en mujeres menopáusicas que asisten al centro de salud tulcán sur 2020.
- Carranco, M. E., Carrillo, M. D. L. C., & Pérez, F. (2011). Carotenoides y su función antioxidante: Revisión. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 61(3), 233–241.
- Carrillo E., Prado-Gascó V., Fiszman S. and Varela P. 2013. Why buying functional foods? Understanding spending behavior through structural equation modelling. *Food Res. Int.* 50:361.
- Cartaya, O & Reynaldo, I. (2001). Reseña bibliográfica Flavonoides : características químicas y aplicaciones. *Cultivos Tropicales*, 22(2), 5–14.
- Chong, R. (2011). Alimentos ricos en flavonoides y sus beneficios a la salud Informe.
- Coronado, Marta., Vega, S., Gutiérrez, Rey., Vázquez, M. & Radilla, C. (2015). Antioxidants: Present perspective for the human health. *Revista Chilena de Nutrición*, 42(2), 206–212. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182015000200014>
- Cortés, M., Chiralt, A., & Puente, L. (2005). Functional Foods: a History With a Lot of Present and Future. *Vitae*, 12(1), 5–14. <https://doi.org/10.5867/medwave.2006.11.3522>
- Creus, G. (2004). Compuestos fenólicos Un análisis de sus beneficios para la salud. 23, 80–84.

- Cruz, L. (2007). Alimentos funcionales. *Biotempo*, 7(1), 46–54.
- Day L., Seymour R.B., Pitts K.F., Konczak I. and Lundin L. 2009. Incorporation of functional ingredients into foods. *Trends Food Sci. Tech.* 20:388.
- Del Toro, C., Ruiz, S., Márquez, E., Uresti, R & Ramírez, J. (2015). Aceites esenciales como antioxidantes y antimicrobianos naturales. In *Alimentos Funcionales y Compuestos Bioactivos (Issue August)*.
- Eggersdorfer, M., & Wyss, A. (2018). Carotenoids in human nutrition and health. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 652, 18–26. <https://doi.org/10.1016/j.abb.2018.06.001>
- Enriquez, M., Perez, M., Manobanda, P., Villafuerte, F., Yanez, K., Ramos, M., & Morell, L. (2018). Antioxidant activity and differentiation of essential oils of Guaviduca (*Piper carpunya* L.) and Sacha Ajo (*Mansoa alliacea* L.). *Italian Journal of Food Science*, 19–28.
- EnríquezEstrella, M. (2021). Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido fenólico del aceite esencial de hojas secas y húmedas de Guaviduca (*Piper carpunya* Ruiz & Pav.). *Semiárida*, 31(1), 0915.
- Escudero, E & González, P. (1993). *FiBRA. La Fibra Dietética*, 21, 291–303. <https://doi.org/10.1016/b978-0-444-89689-6.50017-3>
- Espin, J. C., & Balberan, F. T. (2005). Alimentos funcionales (EUFIC). In *Constituyentes bioactivos no nutricionales de alimentos de origen vegetal y su aplicación en alimentos funcionales*. <http://www.eufic.org/article/es/expid/basicos-alimentos-funcionales/>
- Faria, D., & Anjo, C. (2004). Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular *Functional foods in angiology and vascular surgery. J Vasc Br*, 3(2), 145–154.
- Farr, D. R. (1997). Functional foods. *Cancer Letters*, 114(1–2), 59–63. [https://doi.org/10.1016/S0304-3835\(97\)04626-0](https://doi.org/10.1016/S0304-3835(97)04626-0)
- Fiber, F. (2015). Alimentos funcionales : fibra , prebióticos , probióticos y simbióticos. *March*.
- Fuentes, L., Acevedo, D, & Gelvez, V. (2015). Alimentos Funcionales: Impacto Yretos Para El Desarrollo Y Bienestar De La Sociedad Colombiana. *Biocología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13(2), 140. [https://doi.org/10.18684/bsaa\(13\)140-149](https://doi.org/10.18684/bsaa(13)140-149)
- García, V. (2014). Estudio del Contenido de Compuestos Bioactivos en Tomate: Evaluación de la Materia Prima, Efectos del Tratamiento Tecnológico y Caracterización del Subproducto.
- Garrido, A., De La Maza, M. P., & Valladares, L. (2003). Fitoestrógenos dietarios y sus potenciales beneficios en la salud del adulto humano. *Revista Medica de Chile*, 131(11), 1321–1328. <https://doi.org/10.4067/s0034-98872003001100015>
- González, Nicodemo, & Alfaro, S. (2017). Antioxidantes en los alimentos. *Editorial UNAB*, 105.
- González, I., Periago, M., & García, F. (2017). Estimación de la ingesta diaria de compuestos fenólicos en la población española. *Revista Espanola de Nutricion Humana y Dietetica*, 21(4), 320–326. <https://doi.org/10.14306/renhyd.21.4.357>
- Guerrón, S., Cano, L., & Sigch, J. (2021). Beneficios de los alimentos con fitoestrógenos en mujeres menopáusicas; *Centro de Salud Tulcán Sur* 2020. 4(1), 6.
- Guzmán, A. (2011). Perfil lipídico y contenido de ácidos grasos trans en productos ecuatorianos de mayor consumo. *July*.
- Hawkes C. 2004. Nutrition labels and health claims. *The global regulatory environment. World Health Organization*, 1- 88.
- Inurreta, Y. (2007). Calidad de los alimentos funcionales caso: flavonoides como antioxidantes (p. 88).
- Keservani R.K., Kesharwani R.K., Vyas N., Jain S., Raghuvanshi R. and Sharma A.K. 2010. Nutraceutical and functional food as future food: A review. *Der Pharmacia Lettre* 2:106.
- López, M & Cruz, M. (2017). Caracterización de fibras dietéticas procedentes de coproductos agroindustriales para su aplicación, como producto alimnetario intermedio, en alimentos enriquecidos en fibra: *Propiedades Tecnofuncionales y Fisiofuncionales*. 83–90.
- Manrique, G. D. (2019). Vista de Alimentos funcionales. Una nueva era en la historia de la alimentación. 17–25.
- Mariño, A., Nuñez, M & Barreto, J. (2015). Microbiota, probióticos, prebióticos y simbióticos. *Pediatría Integral*, XIX(5), 337–354.
- Martorell, M. (2013). *Acción De Alimentos Funcionales Ricos En Ácidos Grasos Esenciales Sobre El Estrés Oxidativo. Universitat De Les Illes Balears*, 383.
- Meléndez, A. , Vicario, I. , & Heredia, F. (2004). Importancia nutricional de los pigmentos carotenoides. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 54(2), 149–155.
- Navarro, D. (2001). Fitoestrógenos Y su utilidad para el tratamiento del síndrome climatérico. *Revista Cubana de Endocrinología*, 12(2), 0–0.
- Palacios, M. (2015). EVALUACIÓN DE PROPIEDADES PREBIÓTICAS DE  $\alpha$ -GALACTÓSIDOS OBTENIDOS DE MATERIALES VEGETALES Y SU POTENCIAL USO EN LA ELABORACIÓN DE ALIMENTOS FUNCIONALES.
- Pérez, Jesús & Noriega, M. J. (2006). *Lípidos. Fisiología General*, 2, 1–7.
- Pérez, H. (2006). Nutracéuticos: componente emergente para el beneficio de la salud. *ICIDCA. Sobre Los Derivados de La Caña de Azúcar*, XL(3), 20–28.
- Porras, A., & López, A. (2009). Importancia de los grupos fenólicos en los alimentos. In *Importancia de los grupos fenólicos en los alimentos (Vol. 3, Issue 1, pp. 121–134)*.
- Restrepo, C., Estrada, H., & Saumett, H. (2010). *Nutracéuticos Y Alimentos Funcionales : Una Revisión De Oportunidades*. 141–178.
- Richardson D.P., Affertsholt T., Asp N.G., Bruce A., Grossklaus R., Howlett J., Pannemans D., Ross R., Verhagen H. and Viechtbauer V. 2003. *PASSCLAIM – Synthesis and review of existing processes. Eur. J. Nutr.* 42:96.
- Rivas Pérez, B. N., Leal Granadillo, I. A., Loaiza Cuauro, L. F., Morillo, Y. E., & Colina Chirinos, J. C. (2017). Compuestos fenólicos y actividad antioxidante en extractos de cuatro especies de orégano. *Revista Técnica*

- de La Facultad de Ingeniería Universidad Del Zulia, 40(3), 134–142.
- Ruales, A. Rojas, A., & Cardona, C. (2017). OBTENCIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS A PARTIR DE RESIDUOS DE UVA ISABELLA (*Vitis labrusca*). *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15(spe2), 72–79.
- Rubiano, S. (2006). Alimentos funcionales, una nueva alternativa de alimentación. *Revista Orinoquia - Universidad de Los Llanos.*, 10, 16–23.
- Silveira, M., Megías, S & Molina, B. (2013). Alimentos Funcionales y Nutrición Óptima. ¿Cerca o Lejos? *Revista Clínica Escuela de Medicina UCR-HSJD*, 3(11), 317–331. [https://doi.org/10.15517/rc\\_ucr-hsjd.v3i11.13127](https://doi.org/10.15517/rc_ucr-hsjd.v3i11.13127)
- Simg, A. G. (2014). P Robiotici : “ Alimenti Funzionali ” Sulla Funzionalità Intestinale. July.
- Siró I., Kápolna E., Kápolna B. and Lugasi A. 2008. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance. A review. *Appetite* 51:456.
- Szakály Z., Szente V., Kövér G., Polereczki Z. and Szigeti O. 2012. The influence of lifestyle on health behavior and preference for functional foods. *Appetite* 58:406.
- Suárez, J., Restrepo, J., Quinchía, A., & Mercado, F. (2017). Fibras vegetales colombianas como refuerzo en compuestos de matriz polimérica. *Revista Tecnura*, 21(51), 57. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2017.1.a04>
- Torres, R. (2015). ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO LÁCTEO, SIMBIÓTICO FERMENTADO.
- Valenzuela, A. (2008). Acidos grasos con isomeria trans I. Su origen y los efectos en la salud humana. *Revista Chilena de Nutricion*, 35(3), 162–171. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182008000300001>
- Valenzuela, R., Barrera, C., González, M., Sanhueza, J., & Valenzuela, A. (2014). Alpha linolenic acid (ALA) from Rosa canina, sacha inchi and chia oils may increase ALA accretion and its conversion into n-3 LCPUFA in diverse tissues of the rat. *Food and Function*, 5(7), 1564–1572. <https://doi.org/10.1039/c3fo60688k>
- Vieira da Silva, B., Barreira, J. C. M., & Oliveira, M. B. P. P. (2016). Natural phytochemicals and probiotics as bioactive ingredients for functional foods: Extraction, biochemistry and protected-delivery technologies. *Trends in Food Science and Technology*, 50, 144–158. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.12.007>
- Viell, B. (2001). Funktionelle Lebensmittel und Nahrungsergänzungsmittel. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 44(3), 193–204. <https://doi.org/10.1007/s001030050432>
- Vilcanqui, F., & Vílchez, C. (2017). Fibra dietaria: nuevas definiciones, propiedades funcionales y beneficios para la salud. *Revisión. Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 67(2), 146–156.
- Waliszewski, K. ., & Blasco, G. (2010). Propiedades nutraceuticas del licopeno. *Salud Publica de Mexico*, 52(3), 254–265. <https://doi.org/10.1590/S0036-36342010000300010>.

Muñoz-Chela, Alexis <sup>1</sup>; Díaz-Berrones, Hermenegildo <sup>1</sup>; Vimos-Abarca, Cristian <sup>1</sup> ;  
Toalombo-Vargas, Paula Alexandra <sup>1</sup> \*

Recibido: 26/02/2022 · Aceptado: 18/03/2022

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue conocer el efecto de los promotores naturales de crecimiento, principales características, modo de acción en el comportamiento productivo del *Oryctolagus cuniculus*, así como la viabilidad económica que implica al cunicultor/a al incluir en la dieta del animal. La información base para el análisis investigativo fue obtenida de tesis y artículos científicos contenidos en plataformas digitales como, Scielo, DSpace, RedMetVet, Redalyc etc. Resultando de esta manera que al emplear diferentes dosis de orégano, jengibre, canela y propóleo actúan sobre diferentes microorganismos patógenos a pequeña y grande escala, provocando alteraciones sobre las estructuras de la pared celular, la membrana plasmática y una proteólisis; como es el caso del propóleo que redujo significativamente las infestaciones por *Coccidia* spp., e incrementa los niveles de interleucinas. Otros factores para tomar en cuenta es que estos aditivos afectan positivamente en parámetros productivos como: peso final 2,80 kg (1ml canela) y 2,51 (37,5mg propóleo); ganancia de peso 2,02 kg (1ml canela) y 1,27kg (37,5 mg propóleo); consumo de alimento 8,05 (150g orégano); conversión alimenticia 4,43 (37,5mg propóleo); finalmente el peso y rendimiento a la canal 1,39kg y 55.86% (37,5 mg propóleo); 1,23kg y 55,53% (jengibre). En lo concerniente a la viabilidad económica, se percibieron ganancias de 0,71\$ y 0,28\$ centavos al incorporar canela y orégano. Demostrando que el empleo de canela incide de manera positiva en el crecimiento del animal y salud intestinal, obteniendo un peso final de 2,08kg y una ganancia de peso de 2,02kg; mientras que el propóleo coadyuva en la etapa de engorde, reflejando un peso y a la canal de 1,39kg y 55,86% respectivamente.

*Palabras clave:* Conejo (*Oryctolagus cuniculus*), Parámetro Productivos, Promotores Naturales De Crecimiento, Viabilidad Económica, Estudios Organolépticos

## ABSTRACT

The objective of this work was to know the effect of natural growth promoters, main characteristics, mode of action in the productive behavior of rabbits (*Oryctolagus cuniculus*), and the economic viability of the animal's diet for the rabbit farmer. This analysis obtained information from research studies and scientific articles in digital platforms such as Scielo, DSpace, RedMetVet, Redalyc, etc. This analysis observed the use of doses of oregano, ginger, cinnamon, and propolis; acting on different pathogenic microorganisms on a small and large scale. These promoters cause alterations in the structures of the cell wall, the plasma membrane, and proteolysis. The propolis reduced significantly infestations by *Coccidia* spp. and increased the levels of interleukins. Other factors to take into account are: these additives positively affect productive parameters such as final weight 2.80 kg (1ml cinnamon) and 2.51 (37.5mg propolis); weight gain 2.02 kg (1ml cinnamon) and 1.27kg (37.5 mg propolis); feed consumption 8.05 (150g oregano); feed conversion 4.43 (37.5mg propolis); finally weight and carcass yield 1.39kg and 55.86% (37.5 mg propolis); 1.23kg and 55.53% (ginger). Regarding economic feasibility, gains of 0.71\$ and 0.28\$ cents were perceived when incorporating cinnamon and oregano. This analysis showed that the use of cinnamon had a positive effect on the animal's growth and intestinal health, obtaining a final weight of 2.08kg and a weight gain of 2.02kg; propolis contributed in the fattening stage, reflecting a weight and carcass yield of 1.39kg and 55.86%, respectively.

*Keywords:* Rabbit (*Oryctolagus cuniculus*), Productive Parameters, Productive Parameters, Natural Growth Promoters, Economic Feasibility, Organoleptic Studies..

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba EC060150, Ecuador

\* Correspondencia: ptoalombo@esepoch.edu.ec

ORCID: 0000-0002-7241-6852

## 1. INTRODUCCIÓN

El conejo (*Oryctolagus cuniculus*) es un animal herbívoro, roedor de pequeño tamaño, que consume forrajes de alto y bajo valor nutricional, subproductos y restos de cosecha, aprovechando al máximo los nutrientes de los alimentos que se le suministre ya que realiza la cecotrofia. No ocupa un gran espacio vital, y de fácil manejo; además la carne es de alto valor nutricional, (Intercun, 2016) bajo en grasas y posee una importante cantidad de ácidos grasos insaturados, las pieles se usan en la industria peletera y las excretas que sirven como fertilizantes agrícolas, para las personas que deseen involucrarse en esta actividad pecuaria. En su alimentación no son muy exigentes, aprovechando al máximo todos los nutrientes, debido al desdoblamiento de las partículas alimenticias a la largo de todo el aparato digestivo y especialmente en una parte del intestino grueso, muy desarrollado denominado ciego que corresponde el 49% de la capacidad digestiva total. Una vez terminado el proceso digestivo se eliminan las excretas (cecotrofos) que son ingeridos nuevamente para una nueva asimilación, proceso denominado como cecotrofia (Reboredo R., 2015). Desde la década del siglo XX, la demanda alimenticia se ha incrementado y el sector cárnico no es la excepción, para esto se han introducido todo tipo de sustancias que aceleran de forma exorbitante el crecimiento de los animales, sin tomar ningún reparo en las posibles alteraciones que conlleva consumir este tipo de carnes; en la actualidad el empleo de estas sustancias está prohibidas en todas las granjas a nivel mundial, lo que ha conllevado positivamente a realizar diferentes investigaciones sobre el empleo de productos de origen natural, “promotores naturales de crecimiento,” que por sus principio activos, poseen propiedades antibióticas, antimicrobianas, entre otras, que favorece a la digestión y estimulan el sistema inmunitario (Ayala *et al.*, 2012). De esta manera el productor cunícola podrá incrementar la productividad de sus animales ya que en el Ecuador esta actividad pecuaria no ha relucido todo su potencial, haciendo que esta actividad sea lo más rentable posible desde el pequeño hasta el grande productor. El objetivo de esta investigación es analizar el efecto de los promotores naturales de crecimiento, sus principales características, modo de acción, y como actúan estos en el comportamiento productivo de los conejos, así como la viabilidad económica al incluir en la dieta de los animales.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

La recolección de la información propuesta se efectuó en el transcurso del período académico de la “ESPOCH” octubre 2020 – marzo 2021, en la ciudad de Riobamba. Se realizó una investigación por medio de una recapitulación de diversas fuentes bibliográficas de manera clara, concisa y autentica, cuya finalidad es la divulgación de los resultados obtenidos. En las diferentes razas de conejos explotadas en el país.

### Procedimientos para la recuperación de la información

Se desarrolló un análisis de los repositorios de las diferentes universidades de Ecuador y Latinoamérica vinculadas con

la producción cunícola o el empleo de aditivos naturales. Plataformas digitales, científicas, etc. Los diferentes datos recopilados, serán por medio de plataformas digitales de revistas indexadas como: Scielo, DSpace, RedMetVet, Redalyc, entre otros.

### Criterio de selección

Para determinar la elección del documento bibliográfico se consideró el año de la publicación, debiendo ser lo más actualizado posible, y comparando con otras fuentes bibliográficas acerca de promotores naturales de crecimiento y su repercusión en la cunicultura.

En lo concerniente al empleo de promotores naturales de crecimiento en conejos: (Hipo I., 2017): Utilización de niveles de regano en la etapa de crecimiento-engorde de conejos neozelandés; (Guamán S., 2015): Evaluación de los parámetros productivos con la adición de hierbabuena y orégano en conejos; (Garrido H., 2018) Utilización de jengibre en la tapa de crecimiento-engorde de conejos neozelandés; (Escobar E., 2016): Evaluación de la adición de la canela en la alimentación de conejos en la etapa de crecimiento; (Saquina D., 2017): Efecto del propóleo sobre los parámetros bio-productivos del conejo; (Flores G., 2018): Efecto del extracto del propóleo sobre la calidad de la carne y rendimiento a la canal en conejos; (Cruz M., 2017): Efecto del propóleo en bloques multinutricionales en los parámetros productivos en el engorde de conejos.

Sobre el Orégano: (Jiménez O., 2015): Aceite de orégano como promotor de crecimiento; (Ortega A., 2018): Efecto antimicrobiano de los aceites esenciales del tomillo y orégano.

Con respecto al Jengibre: (Damián S., 2016): Efecto de jengibre en la alimentación animal; (Reyes M., 2015): Evaluación del desempeño sanitario con el empleo del jengibre en la alimentación animal; (Aguilar A., 2018): Efecto antimicrobiano del jengibre en polvo en el balanceado animal; (Cruz Y., 2019): Jengibre como promotor de crecimiento animal.

En base a la Canela: (Espinoza J., 2020): Canela y cúrcuma en la alimentación animal; Cunalata A., 2018): Evaluación de la canela suministrado en animales con *Salmonella typhimurium*; (Oliva S., 2019): Principios activos de la canela; (Revelo J., 2017): efecto antimicrobiano de la canela sobre cepas de *Salmonellas*; (Benavides S., 2019): Efecto de la canela en el sistema digestivo animal.

Con respecto al Propóleo: (Bravo J., 2018): Componentes activos del extracto de propóleo; (Cruz M., 2017): Componentes en diversos propóleos; (Guerra Y., 2015): Evaluación de la miel, polén y propóleo sobre parámetros bio-productivos de conejos.

### Métodos para sistematización de la información

Una vez recuperada y ordenada la información es necesaria la interpretación de manera clara y precisa por medio de tablas.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Principales características y modo de acción de los promotores naturales de crecimiento

En la tabla 1, se aprecia diferentes principios activos como

son los aceites esenciales u otros compuestos del orégano, del jengibre y de la canela, así como también diferentes compuestos del propóleo como ceras, resinas, aceites, polen, vitaminas; todos esos compuestos están presentes en diferentes proporciones, actuando de igual o diferente forma en el desarrollo y salud del animal.

Tabla 1. Componentes activos de diferentes promotores naturales de crecimiento..

P.N.C	Autores	Principios Activos
Orégano	(Jiménez, 2015)	Carvacrol (55-85%) y Timol (0.5-10%)
Jengibre	(Damián, 2016)	Oleoresina 4 – 7,5 %
Canela	(Oliva, 2019) (Cunalata, 2018)	Aldehído cinámico (60-75%), %, Eugenol (5 – 11 %)
Propóleo	(Cruz, 2017) (Bravo, 2018)	Cera 30%, resinas y bálsamos 55%, aceites 10% y polen 5%. Flavonas, Flavonoides, vitaminas del complejo B y vitamina C. (Fenoles 55,94; Flavonoides 7,03%; Quercitina 0,139) mg/g propóleo

P.N.C= Promotores naturales de crecimiento  
Fuente: (Alexis M., 2021)

(Jiménez O., 2015) manifiesta que el principal principio activo del orégano es el Carvacrol (55-85%) y Timol (0.5-10%) compuestos del aceite esencial extraído de las hojas aromáticas de esta especie; principalmente afecta la permeabilidad de la membrada citoplasmática de la bacteria lo que ocasiona la muerte. (Ortega A., 2018) establece que esta planta es conocida como el primer antiséptico natural debido a su poder bactericida y microbicida; resultando en la reducción de carga bacteriana patógena del intestino e incrementando los microorganismos beneficios a nivel intestinal y la protección de las vellosidades.

El jengibre es un rizoma constituido por aceites esenciales ( $\alpha$  zingiberene, arcurcumene,  $\beta$ -bisabolene) y resina (gingerol y el shogaol), conformando la Oleoresina entre el 4 – 7,5%, todos estos compuestos aumentan su poder de acción al deshidratarlos, pero se debe tener cuidado debido que son termosensibles (Damián S., 2016). Este rizoma afecta positivamente al sistema nervioso (Reyes M., 2015), tranquilizando a los animales sometidos al estrés, también presenta propiedades antibacteriales sobre el sistema digestivo y ataca a microorganismo perjudiciales como las enterotoxinas de la *Escherichia coli*, *Mycobacterium*; *Salmonella* entre otras (Aguilar A., 2018). Cabe mencionar que también actúa sobre el normal tránsito intestinal, estimula digestión, favoreciendo el normal equilibrio de la flora gástrica (Damián S., 2016) y sobre el sistema respiratorio. (Cruz Y., 2019) acota que evita la presencia de trombos debido a que hace que las plaquetas sean menos viscosas.

La canela es la corteza seca del árbol canelero de características organolépticas fuertes (Espinoza J., 2020), debido especialmente por la presencia del aldehído cinámico

60 – 75 % (Cunalata A., 2018), eugenol 5 – 11 % (Oliva S., 2019), taninos, saponinas entre otros. Estos compuestos actúan principalmente como bactericidas y bacteriostáticos, debido a que se produce una inhibición de las enzimas microbianas (amilasa, proteasa), lo que ocasiona una lisis bacteriana (Revelo J., 2017); afectando a diferentes microorganismos como *E. coli*, *Staphylococcus aureus* y *Candida* (Clavo E., 2015), facilitando de esta manera la estimulación del apetito (Benavides S., 2019).

El propóleo es un producto elaborado por las abejas presentando un sin número de compuestos en la estructura en sí; cera 30%, resinas y bálsamos 55%, aceites 10% y polen 5%, además de varias flavonas y flavonoides, vitaminas del complejo B vitamina C entre otros (Cruz M., 2017). Algunos de estos componentes actúan como antimicrobianos contra los estreptococos, algunas colibacterias, *Salmonellas*, actuando también en terapias virales, A y B de la gripe, Newcastle, etc., debido principalmente a los flavonoides y cimánicos; cabe recalcar que fortalece el sistema inmunitario del animal (Guerra Y., 2015).

El principal componente que actúa en el propóleo son los fenoles y flavonoides ya que destruyen los compuestos de las bacterias y a su vez produce una inhibición de la síntesis proteica (Bravo J., 2018)

#### Comportamiento productivo de los conejos al suministrar promotores naturales de crecimiento

En la tabla 2, varios autores utilizaron diferentes productos de origen natural como el orégano, jengibre, canel y propóleo para determinar el comportamiento productivo de conejos en la etapa de crecimiento y engorde.

Tabla 2. Comportamientos productivos durante el crecimiento y engorde del *Oryctolagus cuniculus* al suministrar canela, jengibre, orégano y propóleo.

Variables	(Garrido, 2018)	(Escobar, 2016)	(Hipo, 2017)	(Saquina, 2017)	(Flores, 2018)
Peso inicial, Kg	1,24	0,782	1,15	1,24	0,975
Peso final, Kg	2,33	2,80	2,28	2,51	2,48
Ganancia de peso, Kg	1,25	2,02	1,14	1,27	-
Consumo total alimento, kg	7,64	2,81	8,05	-	-
Conversión alimenticia	6,21	9,76	7,10	4,43	-
Peso a la canal, Kg	1,22	-	1,22	-	1,39
Rendimiento canal, %	54,37	-	54,76	-	55,86
Mortalidad, %	0	0	0	15%	0

Fuente: (Alexis M., 2021)

#### Peso inicial, Kg

(Garrido H., 2018) refleja un peso inicial de 1,24 kg al incorporar 700 mg de jengibre en la dieta de conejos neozelandés de 60 días de edad, valor similar a los de (Saquina D., 2017) el cual adicionó 37,5 mg/ día de solución

de propóleo, estos datos son superiores a los encontrados por (Hipo I., 2017) con 1,15 kg de peso vivo al añadir 50 g y 150 g de orégano de similar edad; seguido de (Flores G., 2018) y (Escobar E., 2016) con 0,975 y 0,768 kg al incorporar 1ml de cinamaldehído de la canela y 37,5 mg de solución de propóleo con animales de 35 días.

Estas investigaciones fueron efectuadas en la región interandina central con un promedio de temperatura de 14 °C y una altitud de 2740 hasta 2850 msnm. Los autores acotan que no se observaron diferencias estadísticas en cada uno de los trabajos referente al parámetro peso inicial, debido a que existe distintas variaciones de peso, raza y edad al destete.

Datos inferiores fueron registrados por (Guamán S., 2015) con 0,625 kg al adicionar 5% de orégano en conejos con destete de un mes de edad y similares encontrados por (Miranda Y., 2016, p. 40) al incorporar Zeranól con pesos de 0,81 kg, lo que está influenciado por el estado fisiológico de los animales.

#### **Peso final, Kg**

(Escobar E., 2016) menciona que obtuvo el mayor peso final de 2,80 Kg. Valores inferiores presentaron (Saquina D., 2017) y (Flores G., 2018), registrando pesos 2,51 y 2,48 kg respectivamente.

El primero ensayo duró 45 y el último 35 días, estos datos son inferiores, debido a que el alcohol extrae los principios activos del propóleo, eliminando una parte de los demás agentes beneficios (Cruz M., 2017). Otras investigaciones con una duración de 90 días realizaron (Garrido H., 2018) he (Hipo I., 2017) con 2,33 kg y 2,28 los cuales utilizaron 900 mg de jengibre y 150 mg de orégano respectivamente; estas variaciones de pesos finales pudieron deberse a factores externos, como la duración de las distintas experimentaciones, tipo de alimentación y la variación de pesos iniciales.

El mejor peso final es propiciado por la acción antimicrobiana de la canela que contrarresta los efectos negativos de bacterias y hongos en el organismo animal (Aizaga S., 2017), de esta manera se produce una inhibición de las enzimas microbianas (amilasa, proteasa), lo que ocasiona una lisis celular de los microorganismos (Revelo J., 2017), permitiendo una mayor digestión de los alimentos.

Estos datos son similares a los obtenidos por (Guamán S., 2015) que utilizó animales con destete precoz y al final de 12 semana con un peso de 2,51kg, en la alimentación, incorporó (alfalfa y concentrado) con la adición del 5% de orégano.

(Hipo I., 2017) informa que, al incrementarse las dosis de diferentes aditivos de origen natural, se incrementa el peso final de los animales y aun así se observó el menor valor. En cambio, al emplear promotores de crecimiento de origen sintético, Zeranól (fármaco anabolizante) más la combinación de la ivermectina, (Miranda Y., 2016) refleja un valor superior de 3,68 kg a los anteriores estudios, debido principalmente al aumento de la fijación de nitrógeno, permitiendo que exista una mayor síntesis de proteína, demostrando de esta forma una mayor conformación de tejido muscular en el conejo

(Hernández *et al.*, 2015). Al emplear estos productos químicos su mecanismo de acción es específico, y si es prolongado provoca resistencia microbiana (Torres C. & Zarazaga M., 2002). En cambio, al emplear aditivos naturales la forma en la que actúan es multifactorial y beneficioso en el organismo de esta especie.

#### **Ganancia de peso, Kg**

(Escobar E., 2016) obtuvo la mayor ganancia de peso 2,02 kg al final de la doceava semana. Otras investigaciones efectuadas por (Saquina D., 2017), (Garrido H., 2018) e (Hipo I., 2017) obtuvieron menores ganancias de pesos 1,27 kg, 1,25 kg y 1,14Kg, según diferencias estadísticas realizadas en cada uno de los estudios, al aplicar 37,5 mg/día solución de propóleo, 900 mg jengibre, y 150 g de orégano respectivamente.

Esta diferencia de datos puede deberse a la duración de la experimentación y el peso inicial de los animales eran indistintos; analizando cada una de las investigaciones efectuadas en esta región se puede establecer que a medida que aumentan las dosis de los extractos de plantas, a la par aumenta las ganancias de peso. Demostrando que el cinamaldehído, eugenol y el carvacrol (Ortega A., 2018) son bactericidas y bacteriostáticos de algunos microorganismos patógenos; actuando de manera sinérgica como un prebiótico, ya que propicia el desarrollo de microorganismos benéfico en la flora intestinal, mejorando la salud de las microvellosidades (Oliva S., 2019), consecuentemente una mayor asimilación de los nutrientes, resultando en mayores pesos y sobre todo no altera e inclusive llega a incrementar los Ig A en la mucosa intestinal en pollos y cerdos (Pinto *et al.*, 2020).

Resultados superiores obtuvo (Miranda Y., 2016) al aplicar Zeranól con 2,87 kg e inferiores con (Guamán S., 2015) con 1,89 kg, el cual agregó 5% de orégano a la dieta de los animales y (Cruz M., 2017) al estudiar conejos neozelandés en Guatemala, con una ganancia de peso de 1,26 kg al suministrar 2 g de extracto blando de propóleo/kg de bloque nutricional no presentado diferencias estadísticas, y siendo menor al tratamiento testigo, esto debido a que el propóleo blando posee ceras, resinas y fibras que los conejos no digieren y las características nutricionales del bloque fueron las que influyeron.

#### **Consumo total alimento, kg**

El mayor consumo de alimento consiguió (Hipo I., 2017) con 8,05 kg (alfalfa + balanceado). Valores inferiores obtuvo (Garrido H., 2018) y (Escobar E., 2016) con 7,64 Kg (alfalfa + balanceado) y 2,81kg (kikuyo + alfalfa) al aplicar 900 mg jengibre y 1ml de cinamaldehído de la canela.

La diferencia de datos es debido a que el número de animales no era el mismo, y principalmente a la procedencia de los aditivos, lo que va a permitir una mayor o menor concentración de los principios activos (Silva R. & Morales G., 2008) y (Lisintuña D., 2020). A pesa que no se encontraron diferencias estadísticas, la alimentación fue superior al testigo; quedando demostrado que el orégano (Schovelin A.

& Muñoz M., 2018); la canela (Benavides S., 2019); el jengibre (Damián S., 2016) aumenta el apetito y mejora la función digestiva.

(Miranda Y., 2016) presentó un mayor consumo de alimento 14,58 kg al suministra Zeranol a conejos neozelandés, el mismo autor señaló que al incrementarse las dosis de este fármaco a la par también lo hace la ingesta de alimento.

#### **Conversión alimenticia**

(Saquina D., 2017) presenta el mejor resultado de 4,43 puntos. Conversiones alimenticias desfavorables revelaron (Garrido H., 2018), (Hipo I., 2017) y (Escobar E., 2016), 6,21; 7,10 y 9,76. Siendo mejores a comparación del alimento convencional suministrados.

La variación de datos, en especial en el último valor se debe principalmente a que solo se le suministró forraje, en comparación a las otras; que adicionalmente se incorporó concentrado a los animales. En estas investigaciones se observa, que mientras, los niveles de orégano, jengibre, canela y propóleo aumenta, la conversión alimenticia disminuye.

La mejor conversión alimenticia se debe a que los componentes activos del propóleo permiten una mayor asimilación de nutrientes, debido a que permite un mayor crecimiento en largo y ancho de las vellosidades intestinales especialmente en el duodeno, así como una mayor profundidad en la cripta de Lieberkühn (Bravo J., 2018). (Oliveira *et al.*, 2013) establece que entre más largas sean las vellosidades intestinales y mayor sea la profundidad de la cripta más eficiente es la asimilación de nutrientes.

Datos similares fueron registraron en Guatemala, (Cruz M., 2017) obteniéndose una conversión alimenticia similar de 4,1 al suministrar extracto blando de propóleo, siendo ligeramente superior al tratamiento testigo, debido a que el bloque nutricional presenta altas concentraciones de nutriente.

(Miranda Y., 2016) reflejó una conversión alimenticia positiva de 3,97 puntos, principalmente por al aumento de la fijación de nitrógeno, permitiendo que exista una mayor síntesis de proteica, por ende, un mayor desarrollo muscular y una ganancia de peso en el conejo (Hernández *et al.*, 2015).

#### **Peso a la canal Kg**

(Flores G., 2018) refleja el mayor peso a la canal 1,39 kg al administrar propóleo, valores inferiores consiguieron (Hipo I., 2017) y (Garrido H., 2018) con 1,22 kg al suministrar 150 g de orégano y 900 mg de jengibre.

Estos tres autores mencionaron en sus respectivos estudios no presentaron diferencias estadísticas, y los resultados van a depender a la procedencia de los aditivos, lo que va a permitir una mayor o menor concentración de los principios activos (Silva R & Morales G., 2008) y (Lisintuña D., 2020).

Demostrando que el propóleo aumenta la carnitina que es un constituyente del tejido muscular lo que proporcionó un mayor desarrollo de la masas musculares en algunos especies de aves y mamíferos (Galan F. & Nizama B., 2019).

Valores superiores encontró (Miranda Y., 2016) con 1,89 kg al suministrar Zeranol, ya que este fármaco propicia un mayor desarrollo muscular principalmente por una mayor síntesis proteica, reflejándose en animales más pesados (Hernández *et al.*, 2015). Al emplear estos productos químicos su mecanismo de acción es específico, y si es prolongado provoca resistencia microbiana (Torres C. & Zarazaga M., 2002).

#### **Rendimiento canal %**

(Flores G., 2018) en su investigación consiguió el mejor rendimiento a la canal 55,86% al suministrar propóleo. En comparación de otros autores como (Hipo I., 2017) y (Garrido H., 2018), consiguieron menores resultados, 54,76% y 54,37% al suministrar orégano y jengibre.

El mayor rendimiento a la canal fue al emplear propóleo (Flores G., 2018), estableciéndose que al incorporar el extracto de propóleo fomento a un eficiente peso final, por consecuente a una mayor ganancia de peso y de esta manera obtener mayor musculatura en el animal.

De esta manera se demuestra que el propóleo aumenta la carnitina, que es un constituyente del tejido muscular lo que proporcionó un mayor desarrollo de la masas musculares en algunos especies de aves y mamíferos (Galan F. & Nizama B., 2019).

En Guatemala se obtuvo un rendimiento a la canal superior 60,53%, a pesar de no encontrarse diferencias estadísticas al utilizar 1,5 g de extracto blando de propóleo, siendo superior al utilizar bloque nutricional (Cruz M., 2017).

Estas cifras mencionadas son superiores a la encontrada por (Miranda Y., 2016) que utilizó promotores de crecimiento de origen sintético como el Zeranol (0,20ml), obteniendo el 52,26% de rendimiento; quedando, demostrando que el uso de aditivos naturales permite una mayor eficiencia en la obtención de carnes saludables.

#### **Mortalidad**

(Garrido H., 2018); (Escobar E., 2016); (Hipo I., 2017) y (Flores G., 2018) no registrando mortalidades utilizando jengibre, canela, orégano y propóleo. La mayor mortalidad obtuvo (Saquina D., 2017) con el 15 %.

Esta última mortalidad es ocasionada porque las condiciones del agua de bebida no fueron las adecuadas (Saquina D., 2017), pero a pesar de esto, las infestaciones por *Coccidia* spp, se redujeron significativamente en concentración de 37,5 mg de propóleo. (Surco *et al.*, 2016) acota que al adicionar 0,2-1mg/ ml de propóleo estimula la producción de citoquinas (interleucinas IL-1), de esta manera se fortalece el sistema inmune y disminuye la mortalidad; otros estudios demuestran que existe una reducción significativa de enterobacterias y coliformes totales en el aparato digestivo (Punina A., 2017).

Se atribuyen estas mortalidades nulas debido a las propiedades bactericidas y bacteriostáticos como es el caso del carvacrol y timol que produce una alteración de

la permeabilidad de la membrana lo que provoca la fuga de cationes esenciales (Omar J., 2015). El Gingerol y el Zingerona mantienen un equilibrio intestinal, reduciendo la carga bacteriana y las toxinas que estas producen (Herrera B., 2016), actuando como un antimicrobiano (Damián S., 2016), por ende, protege el sistema digestivo del conejo presentando animales más saludables. Aldehído cinámico y eugenol actúan en contra *E. coli*, *Staphylococcus aureus* y *Candida albicans* (Clavo E., 2015) y la *Salmonella* (Montero et al., 2017).

En la tabla 3, se aprecia los principales parámetros productivos de acuerdo con el sexo al incorporar promotores naturales de crecimiento y un aditivo de origen sintético en conejos.

Tabla 3. Comportamiento productivo respecto al sexo del *Oryctolagus cuniculus* durante el crecimiento y engorde; al suministrar canela, jengibre, orégano y propóleo.

Variables	(Garrido, 2018)		(Escobar, 2016)		(Hipo, 2017)	
	M	H	M	H	M	H
Peso final, kg	2,23	2,27	2,80		2,25	2,20
Ganancia de peso, kg	1,05	1,07	2,02		1,12	1,07
Peso a la canal, kg	1,23	1,17			1,22	1,20
Rendimiento canal, %	55,53	52,24			54,29	54,85
Mortalidad, %	0		0		0	

M= Machos; H= Hembras  
Fuente: (Alexis M., 2021)

### Peso final, Kg

El mayor peso final 2,80 kg alcanzó los machos al suministrar 1 ml de cinamaldehído de la canela (Escobar E., 2016). Valores inferiores encontraron, (Hipo I., 2017) con 2,25 Kg al suministrar orégano y en el caso de (Garrido H., 2018) con un peso de 2,27 kg las hembras al incorporar jengibre.

Esta variación de pesos puede deberse a la edad de los animales y el tiempo de la investigación, debido a que el primer autor trabajo con destetes de 35 días y una duración de 84, el segundo autor con una edad de 60 días de los animales y una duración de 90 días, lo que se infiere que la edad después de los destetes influye en esta variable.

La acción antimicrobiana de la canela contrarresta los efectos negativos de bacterias y hongos en el organismo animal (Aizaga S., 2017). El orégano a su vez disminuye la carga bacteriana del intestino (Navarrete A., 2015) lo que favorece un mayor crecimiento de microorganismos benéficos.

(Miranda Y., 2016) evaluó el efecto de los inductores de crecimiento artificiales en conejos neozelandés, resultados diferencias estadísticas para ambos sexos, siendo el mayor peso con el uso del Zeranol 3,41kg para las hembras a comparación de los machos 3,22 Kg. A pesar de que esto dato fue mayor a las anteriores, hay que tomar en consideración

que el empleo prolongado de antibióticos promotores de crecimiento provoca resistencia microbiana (Torres C. & Zarazaga M., 2002)

### Ganancia de peso, Kg

(Escobar E., 2016) al emplear canela obtuvo una ganancia de peso de 2,02kg en machos, menores resultados consiguieron (Garrido H., 2018) e (Hipo I., 2017) con 1,07 kg hembras y el segundo 1,12 kg en machos.

Los autores mencionaron que no se encontraron diferencias estadísticas entre ambos sexos. La acción antimicrobiana de la canela contrarresta los efectos negativos de bacterias y hongos en el organismo animal (Aizaga S., 2017). El orégano a su vez disminuye la carga bacteriana del intestino (Navarrete A., 2015) lo que favorece un mayor crecimiento de microorganismos benéficos.

(Miranda Y., 2016) al utilizar Zeranol la ganancia de peso de las hembras 2,60 fue mayor que los machos con 2,60 Kg. Sin embargo hay que tomar en consideración que el empleo prolongado de antibióticos promotores de crecimiento provoca resistencia microbiana (Torres C. & Zarazaga M., 2002)

### Peso a la canal, Kg

(Garrido H., 2018) el peso a la canal es favorable en los machos con 1,23 kg al emplear jengibre, valor similar al emplear orégano consiguió (Hipo I., 2017) con 1,22kg.

Esto debido a que el jengibre actúa sobre el normal tránsito intestinal, estimula digestión, favoreciendo el normal equilibrio de la flora gástrica (Damián S., 2016).

Estos datos son inferiores a los demostrados por (Miranda Y., 2016) que utilizó diferentes promotores de crecimiento de origen sintético, el autor menciona que obtuvo diferencias estadísticas en las hembras 1,78 kg a comparación de los machos 1,72 kg al aplicar 0,05ml de Zeranol, debido a que este anabolizante, aumenta la fijación del nitrógeno, permitiendo que exista síntesis de proteínas, lo que demuestra una mayor conformación muscular en el conejo al emplear este fármaco (Hernández et al., 2015).

### Rendimiento a la canal, %

En los machos el mejor rendimiento a la canal con 55,53 % obtuvo (Garrido H, 2018), valores inferiores fueron registrados por (Hipo I., 2017) con 54,29 % al usar orégano. El primer autor menciona que existen diferencias estadísticas entre el factor sexo siendo mejor en machos. Esto debido a que el jengibre actúa sobre el normal tránsito intestinal, estimula digestión, favoreciendo el normal equilibrio de la flora gástrica (Damián S., 2016)

(Miranda Y., 2016) utilizó Zeranol obteniendo un rendimiento a la canal con 51,95% en las hembras y en los machos 51,70 kg; este fármaco solo afecta en la variable peso a la canal ya que esté anabólico solo fija el nitrógeno, permitiendo que exista síntesis de proteínas, lo que demuestra

que existe una mayor conformación de tejido muscular en el conejo. (Hernández *et al.*, 2015).

#### Viabilidad económica de los promotores naturales de crecimiento al incorporar en la dieta de conejos

Tabla 4. Viabilidad económica al incorporar diferentes promotores naturales de crecimiento.

	Autores	Dólares Americanos
Canela	(Escobar, 2016)	1,71 \$
Orégano	(Hipo, 2017)	1,28 \$
Jengibre	(Garrido, 2018)	1,13 \$
Propóleo	(Flores, 2018)	1,07 \$

Fuente: (Alexis M., 2021)

Se establecieron distintos réditos económicos al incorporar a la dieta de conejos diferentes promotores de crecimiento como canela, orégano, jengibre, propóleo y un aditivo de origen sintético, como lo indica en la tabla 4.

(Escobar E., 2016) incorporó 0,5 ml cinamaldehído de la canela obteniendo la máxima ganancia económica de 0,71 centavos. Menores réditos económicos consiguieron, (Hipo I., 2017) al incorporar el 2% de orégano en la dieta, resultando una ganancia de 1,28 \$; (Garrido H., 2018) presenta ganancias de 1,13 centavos tanto suministrar 700 y 800 mg de jengibre y (Flores G., 2018) al suministrar 37,5 mg de propóleo evidenció un B/C 1,07 \$ dólares americanos.

A pesar de que (Escobar E., 2016) obtuvo el mayor ingreso económico; los mejores parámetros productivos se establecieron al ofrecer 1 ml de canela, registrándose mayores pesos finales y ganancias de pesos con una rentabilidad de 0,50 centavos; influenciado principalmente porque en el cálculo del B/C, en los egresos se consideraron los animales, aceite de canela y los pastos.

(Hipo I., 2017) con el B/C que el obtuvo, alcanzó un mejor rendimiento a la canal; pero al incorporar 3% de orégano consiguió un mejor peso final, consumo de alimento y conversión alimenticia, pero con una ganancia de 0,25 centavos; esto debido a el costo por la cantidad de este aditivo es lo que más influye y en todo el cálculo de los costos no se toma en cuenta los servicios básicos.

(Garrido H., 2018) obtuvo una diferencia de un centavo al dato obtenido con 900 mg siendo este valor igual al tratamiento testigo; pero superior en: peso final, ganancia de peso y conversión alimenticia; estas diferencias se ven palpadas debido a que el precio del concentrado y del forraje son muy fluctuantes y el precio del jengibre es bajo, en este caso se calcula los servicios básicos.

(Garrido H., 2018) obtuvo una diferencia de un centavo al dato obtenido con 900 mg siendo este valor igual al tratamiento testigo; pero superior en: peso final, ganancia de peso y conversión alimenticia; estas diferencias se ven palpadas debido a que el precio del concentrado y del forraje son muy

fluctuantes y el precio del jengibre es bajo, en este caso se calcula los servicios básicos.

(Flores G., 2018) al aumentar la dosis de propóleo (37,5 mg) presenta un mayor peso a la canal y rendimiento a la misma, pero la rentabilidad disminuye. Debido a que en el análisis de los costos se toma en cuenta alquiler del galpón, mano de obra, alcohol, propóleo, y el valor por la adquisición de los conejos es la más alta de todas.

Estos datos concuerdan con (Cruz M., 2017) que efectuó un estudio en Guatemala con extracto de propóleo que a medida que los gastos de producción aumentan, menores son las ganancias y en el caso particular del autor los resultados fueron negativos.

Otras investigaciones efectuadas por (Guamán S., 2015) refleja un B/C de 1,38 al incorporar el 5% de orégano en la dieta, obteniendo un rédito económico de 0,38 centavos, esto acompañado de un excelente peso final y ganancia de peso, además si no se utiliza orégano corre el riesgo que los animales sufran diversos procesos patológicos.

(Miranda Y., 2016) registró ganancias de 0,31 centavos con el fármaco Zeranol; a pesar que en algunos parámetros productivos mejoran, pero esto a su vez causa efectos negativos como: resistencia microbiana y cuantiosas pérdidas al productor por el empleo de sustancias prohibidas de origen sintético; además que con el empleo de la canela y el orégano las ganancias económicas son mayores y se obtiene animales de mejor calidad.

## 4. CONCLUSIONES

- La utilización de fitobióticos y otros productos como el propóleo, demuestran su eficiencia en la producción animal, debido a que contienen componentes activos; en el orégano se destacan los principios químicos como: el timol y el carvacrol; el jengibre la oleorresina, en el que se encuentra el gingerol, zingerona; en la canela el aldehído cinámico, eugenol y terpeno; en el caso del propóleo son los fenoles y flavonoides que redujeron las infestaciones por *Coccidia spp*; cada uno de estos compuestos actúan a nivel de la pared celular y membrana plasmática de las bacterias o que inhiben la síntesis proteica de las mismas. Pero a nivel del animal, facilita la digestión y absorción de nutrientes para su crecimiento y producción.

- En la etapa de crecimiento y engorde se obtuvo mejores resultados al aplicar la canela por el cinamaldehído con efecto en la salud intestinal obteniendo un peso final de 2,80 kg y una ganancia de peso de 2,02kg; mientras que al aplicar propóleo, ayuda a mejorar el peso y rendimiento a la canal de 1,39kg y 55,86% respectivamente, debido a los Fenoles y Flavonoides, favoreciendo a un mayor desarrollo longitudinal de las vellosidades y una mayor profundidad en la cripta de Lieberkühn, lo que permite una mayor asimilación de nutrientes, esto en conejos de diferente raza.

- Las mejores variables Beneficio/ Costo son de 1, 71 \$ con la aplicación de canela (0,5ml) y 1,28\$ con la incorporación de 1% de orégano en la dieta de los animales.

## 5. AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la carrera de Ingeniería Zootecnia por impartir cada uno de sus valiosos conocimientos a lo largo de la vida universitaria

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilar, A. (2018). "Efecto antimicrobiano de las formulaciones del ácido ascórbico (aa) con aceite esencial (aeg) y jengibre polvo (gp) (*Zingiber officinale*), en balanceado para aves etapa inicial" (Tesis de Maestría, Universidad de las Américas). Recuperado de: <http://dspace.ce.udla.edu.ec/handle/33000/9325>
- Aizaga, S. (2017). "Efecto antifúngico del Aceite Esencial de Canela (*Cinnamomum zeylanicum*) al 25%, 50%, 75% y 100% sobre *Candida albicans* ATCC®10231™". (Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador). Recuperado de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/2500/11016>
- Ayala L.; Nicola, S.; Zocarrato, I; Caro, Y. & Gómez, S. (2012). "Salvia spp. Como aditivo promotor de crecimiento en dietas de conejos destetados". (Tesis de postgrado, San José de las Lajas Cuba). Recuperado de: [https://iris.unito.it/retrieve/handle/2318/1520725/34091/Articulo-10\\_61-64\\_-2.pdf](https://iris.unito.it/retrieve/handle/2318/1520725/34091/Articulo-10_61-64_-2.pdf)
- Benavides, S. (2019). "Elaboración de calostro liofilizado saborizado con panela y canela (*Cinnamomum verum* Presl)". (Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Estatal del Carchi). Recuperado de: <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/872>
- Bravo, J. (2018). "Suplementación dietética con propoleos: una alternativa al uso de sulfamidas sobre la productividad y salud intestinal en conejos (*Oryctolagus cuniculus*)". (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato). Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28475/1/Tesis%20143%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20593.pdf>
- Clavo, E. (2015). "Cúrcuma (*Curcuma longa*), romero (*Rosmarinus officinalis*) y canela (*cinnamomum zeylanicum*), en proporción 50: 30: 20, en la dieta de pollos de carne". (Tesis de pregrado, Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo"). Recuperado de: <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/4037/BC-TES-TMP-2861.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cruz, Y. (2019). "Efecto del Jengibre (*Zingiber officinale*) como promotor de crecimiento en la alimentación de cuyes durante la etapa de crecimiento-engorde". (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo). Recuperado de: <http://dspace.uni-tru.edu.pe/handle/UNITRU/14889>
- Cruz, M. (2017). "Efecto del uso de propóleos suministrados en bloques multinutricionales sobre parámetros productivos en el engorde de conejos (*Oryctolagus cuniculus*)". (Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala). Recuperado de: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/8958/1/Tesis%20Lic%20Zoot%20Mafer.pdf>
- Cunalata, A. (2018) "Evaluación del aceite esencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) en pollos de engorde cob 500 infectados con *Salmonella typhimurium*". (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato). Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28280/1/Tesis%20133%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20577.pdf>
- Damián, S. (2016). "Evaluación del efecto de polifenoles de *Thymus vulgaris* (tomillo) y *Zingiber officinale* (jengibre) en la alimentación de gallinas de campo". (Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). Recuperado de: <http://dspace.espacech.edu.ec/handle/123456789/7168>
- Escobar, E. (2016). "Evaluación de la adición de cinamaldehído de canela en la alimentación de conejos (*Oryctolagus cuniculus*) en la etapa de crecimiento en la unidad educativa Simón Rodríguez". (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi). Recuperado de: <http://181.112.224.103/handle/27000/3302>
- Espinoza, J. (2020). "Cúrcuma (*Curcuma longa*) y canela (*Cinnamomum zeylanicum*) en la alimentación de pollos de carne". (Tesis de pregrado, Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo"). Recuperado de: <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/8685>
- Flores, G. (2018). "Efecto del extracto de propóleo sobre la calidad de la carne y rendimiento de la canal en conejos (*Oryctolagus cuniculus*)". (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato). Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27096/1/Tesis%20118%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%2050.pdf>
- Galan, F., & Nizama, B. (2019). "Efecto de la suplementación de L-carnitina sobre el comportamiento productivo y perfil lipídico en pollos de carne". (Tesis de pregrado, Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo"). Recuperado de: <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/8402/BC-4805%20GALAN%20SALAZAR-NIZAMA%20RUIZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Garrido, H. (2018). "Utilización de zingiber officinale (jengibre) como promotor de crecimiento en la alimentación de conejos de raza neozelandés en la etapa de crecimiento-engorde". (Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). Recuperado de: <http://dspace.espacech.edu.ec/handle/123456789/8145>
- Guamán, S. (2015). "Evaluación de los parámetros productivos con la adición de hierbabuena y orégano en la alimentación de conejos en el barrio sigchocalle en el cantón salcedo". (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi). Recuperado de: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2835>
- Guerra, Y. (2015). "Evaluación de parámetros zootécnicos en pollos parrilleros con la suplementación de miel, polen y propóleos en el agua de bebida, en el centro experimental uyumbicho". (Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador). Recuperado de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6667/1/T-UCE-0014-021.pdf>
- Hernández, J.; Arieta, R., Fernández, J., Alvaro, L., Grai llet, E., Rodríguez, N., González, J., et al. (2015). "Relación beneficio - costo utilizando zeranol en la empresa". REDVET, 16(4), 2. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63638741003.pdf>
- Herrera, B. (2016). "Utilización de tres niveles de harina de jengibre (*Zingiber officinalis*) como promotor de crecimiento en dietas para pollos de engorde". (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato). Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28280/1/Tesis%20133%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20577.pdf>

- repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28994/1/Tesis%20149%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20611.pdf
- Hipo, I. (2017). "Utilización de niveles de regano como promotor natural de crecimiento en la alimentación de conejos neozelandés en las etapas de crecimiento y engorde". (Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). Recuperado de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8142/1/17T1509.pdf>
- Intercun (2016) "La carne de conejo". Recuperado de: <https://asescu.com/wp-content/uploads/2017/02/182Intercun.pdf>
- Jiménez, O. (2015). "Evaluación de los parámetros productivos en cerdos de raza Landrace a base de aceite de orégano como promotor de crecimiento, en el barrio el Rosa l del cantón Mejía". (Tesis de pregrado, Universidad Técnica De Cotopaxi). Recuperado de: <http://181.112.224.103/handle/27000/2892>
- Lisintuña, D. (2020). "Efecto de la utilización de cuatro niveles (1, 2, 3 y 4 %) de harina de jengibre (*Zingiber officinale*) como promotor de crecimiento en dietas para pollos broiler". (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi). Recuperado de: <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/27000/6741>
- Miranda, Y. (2016). "Efecto de la utilización de inductores de crecimiento en el manejo de conejos neozelandés". (Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). Recuperado de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5360/1/17T1394.pdf>
- Montero, M., Revelo, J., Avilés, D. Valle, E., & Guevara, D. (2017). "Efecto Antimicrobiano del Aceite Esencial de Canela (*Cinnamomum zeylanicum*) sobre Cepas de *Salmonella*". SCIELO, 28(04), 1. Recuperado de: <http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sciarttext&pid=S1609-91172017000400024>
- Navarrete, A. (2015). "Evaluación de 3 niveles de orégano en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) en la fase de crecimiento y engorde en la cuyera nacional "cuycuna" ciudad en la provincia de Cotopaxi, barrio tandalivi, cantón Latacun ga". (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi). Recuperado de: <http://181.112.224.103/handle/27000/2856>
- Oliva, S. (2019). "Comparación del uso de alérgico de canela y simbiótico en la ganancia de peso vivo de pollos de engorde Cobb -500 - pomalca - período Octubre del 2018 - Febrero 2019". (Tesis de pregrado, Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo"). Recuperado de: <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/4346>
- Omar, J. (2015). "Evaluación de los parámetros productivos en cerdos de raza Landrace a base de aceite de orégano como promotor de crecimiento, en el barrio el Rosal del cantón Mejía". (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi). Recuperado de: <http://181.112.224.103/bitstream/27000/2892/1/T-UTC-00416.pdf>
- Ortega, A. (2018). "Determinación del efecto antimicrobiano de los aceites esenciales de tomillo (*Thymus vulgaris*) y orégano (*Origanum vulgare*) frente a la bacteria *Staphylococcus aureus* atcc: 12600". (Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana). Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16043>
- Pinto, S., Vignoni, E., Esquivel, C., Prosdócimo F., Mitarotonda, R., Cerny, N., et al. (2020). "Acción de promotores de crecimiento sobre la mucosa intestinal de pollos parrilleros". Rev. med. vet. 101(2), 7-15. Recuperado de: [https://someve.com.ar/images/revista/2020/Vol101\(2\)/Pag-07-16-Pinto.pdf](https://someve.com.ar/images/revista/2020/Vol101(2)/Pag-07-16-Pinto.pdf)
- Punina, A. (2017). "Efecto del propóleo sobre las vellosidades intestinales y microbiota cecal en conejos (*Oryctolagus cuniculus*)". (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato). Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27322/1/Tesis%20128%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20566.pdf>
- Reboredo, R. (2015). "Estudio histórico del uso y prohibición de los promotores del crecimiento en la ganadería española". (Tesis postgrado, Universidad Complutense de Madrid) Recuperado de: <https://eprints.ucm.es/38783/1/T37616.pdf>
- Revelo, J. (2017). "Evaluación del efecto antimicrobiano del aceite de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) sobre cepas de *Salmonella*". (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato). Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25099>
- Reyes, M. (2015). "Evaluación del desempeño sanitario al aplicar *Zingiber officinale* (jengibre), en la alimentación de cerdos York\* Landrace, en la etapa post - des tete - acabado". (Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). Recuperado de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5246>
- Saquina, D. (2017). "Efecto de un propóleo de origen amazónico sobre los parámetros bio-productivos en conejos (*Oryctolagus cuniculus*)". (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato). Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26284/1/Tesis%2094%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20505.pdf>
- Schovelin, A., & Muñoz, M. (2018). "Efecto Antibacteriano de la Infusión de Orégano (*Origanum vulgare*) sobre el crecimiento *in vitro* de *Streptococcus mutans*, 2015". SCIELO, 12(04), 337-342. Recuperado de: <https://www.scielo.cl/pdf/ijodontos/v12n4/0718-381X-ijodontos-12-04-00337.pdf>
- Silva, R., & Morales, G. (2008). "Ensayo de la calidad del aceite esencial de orégano en el estado de Chihuahua". RESPYN, 1(1), 1-2. Recuperado de: [file:///C:/Users/Daniel/Downloads/23\\_Silva-Vazquez.pdf](file:///C:/Users/Daniel/Downloads/23_Silva-Vazquez.pdf)
- Surco, F., Valle, M., Loyola, E., Dueñas, M., & Santos, C. (2016). "Actividad antioxidante de metabolitos de flavonoides originados por la microflora del flavonoides originados por la microflora del intestino humano". Redalyc, 82(1), 29-35. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=371946049004>
- Torres, C., & Zarazaga, M. (2002). "Antibióticos como promotores del crecimiento en animales. ¿Vamos por el buen camino?". SCIELO, 16(2), 1. Recuperado de: <http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sciarttext&pid=S0213-91112002000200002>

Arteaga-Santos, Carmen <sup>1</sup> ; Díaz-Berrones, Hermenegildo <sup>2</sup> ;  
Toalombo-Vargas, Paula Alexandra <sup>2 \*</sup> ; Vimos-Abarca, Cristian <sup>2</sup>

Recibido: 26/02/2022 · Aceptado: 18/03/2022

## RESUMEN

La presente revisión bibliográfica tuvo como objetivo analizar los problemas sanitarios en *Apis mellifera* a través de redes académicas con el fin de mejorar la salud de las colmenas en la región Sierra del Ecuador. La información base fue obtenida de tesis, artículos científicos y revistas que se encuentran en plataformas digitales como Scielo, DSpace Epoch, Redvet. Dando como resultado que los principales factores de disminución poblacional de las abejas en el Ecuador se deben al apareamiento de parásitos y patógenos 50%, uso intensivo de pesticidas y productos químicos 44,5%, y cambio climático 12,6%; además entre las principales enfermedades que afectan a la Sierra ecuatoriana tenemos varroasis, donde las provincias con mayor nivel de infestación son Tungurahua y Bolívar con 100% seguido por Chimborazo con 92, 85%; nosemosis en Tungurahua y Bolívar 100% y Chimborazo 57,14%; loque americana y loque europea en la provincia de Pichincha con 10,41% y 2,08% respectivamente; en lo que concierne a prácticas de manejo sanitario en Ecuador, Agrocalidad implementa las BPM y BPA que son conjunto de normas, principios y recomendaciones técnicas necesarias para el establecimiento de una explotación. Concluyendo que los problemas sanitarios en *Apis mellifera* provocan bajo rendimiento en las colmenas, disminución poblacional y mortalidad de las mismas ocasionando pérdidas del material vivo y económicas.

*Palabras clave:* Producción apícola, Sanidad, Prácticas de manejo, Disminución poblacional.

## ABSTRACT

The objective of this bibliographic review was to analyze health problems in the *Apis mellifera* in the Sierra region of Ecuador. Through a quantitative and descriptive research, several studies were analyzed to determine the causes that influence the bee population decline. A comparison was made between the main diseases affecting beehives due to the different environmental conditions of the Sierra region and those of other countries. The information was obtained from the bibliographic base of 10 years ago: beekeeping cadastres, AGROCALIDAD reports, journals in digital platforms such as Scielo, Redvet and undergraduate and graduate degree works and scientific article of university repositories (ESPOCH, ESPE, UTA, PUCE, USFQ, UNL). The result showed that among the main factors for the population decline of bees in Ecuador is the appearance of parasites and pathogens with 50%, intensive use of pesticides and chemicals 44.5%, and climate change 12.6%. Also, among the main diseases affecting the Ecuadorian highlands are Varroasis and the provinces with the highest level of infestation are Tungurahua and Bolivar with 100%; Nosemosis in Tungurahua and Bolivar 100%; American foulbrood and European foulbrood in the province of Pichincha with 10.41% and 2.08% respectively. Regarding the sanitary management practices in Ecuador, AGROCALIDAD implements GMP (Good Manufacturing Practices) and GAP (Good Agricultural Practices) which are a set of standards, principles and technical recommendations necessary for the establishment of a farm. It is concluded that sanitary problems in *Apis mellifera* cause low hive performance, population decrease and mortality, resulting in losses of live material and economic losses. Therefore, it is recommended to have a sanitary management calendar in the apiaries with activities that help in the cleaning, disinfection, control and prevention of diseases.

*Keywords:* Bee (*Apis mellifera*), Apicultural Production, Apicultural Health, Ecuadorian Land, Nosemosis, Varroa, Agrocalidad.

<sup>1</sup> Investigador, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

<sup>2</sup> Docente – Investigador, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Correspondencia: ptoalombo@espoch.edu.ec

ORCID: 0000-0002-7241-6852

## 1. INTRODUCCIÓN

La apicultura es el sistema productivo encargado del desarrollo y aprovechamiento de los beneficios que nos brindan las abejas como miel, polen, propóleo, cera, etc., con un hábitat artificial donde se sientan cómodas para que generen miel y los demás subproductos, los mismos que será recolectados y comercializados (Manzano L., 2017).

Además, mediante la polinización de las abejas se contribuye con el cuidado del medio ambiente y aumento de la producción agroforestal, la polinización es fundamental en la adquisición de los alimentos para el consumo de los seres humanos, además ayuda en la recreación de especies vegetales a través de semillas, de esta manera provee un ingreso económico adicional para las familias que se dedican a esta actividad (Manzano L., 2017).

El desarrollo de la apicultura es manejado por diferentes formas de acuerdo con los requerimientos que se presenten en las colmenas, tales como el manejo biológico y productivo, genético y de sanidad. Las abejas como cualquier otro organismo vivo son susceptibles al ataque de plagas y enfermedades. Estas pueden ser de origen parasitario, bacteriano, fúngico o viral (Grandjean M., 2002).

En general, la presencia de enfermedades y plagas en las colmenas se producen como consecuencia de un desequilibrio (agente, huésped, ambiente) por un inadecuado manejo de las colmenas, por lo que el apicultor debe estar pendiente de los cambios que se generen dentro de las colmenas para inmediatamente solucionar de forma técnica. La mayoría de las enfermedades pueden ser prevenidas y tratadas mediante el manejo adecuado e integral de las colmenas (Agrocalidad, 2015). Por lo que en la presente revisión se va a analizar los problemas sanitarios en *Apis mellifera* a través de redes académicas con el fin de mejorar la salud de las colmenas en la región Sierra del Ecuador.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### *Procedimiento para la recuperación de la información*

#### *Búsqueda bibliográfica*

Para la presente investigación se realizará una revisión descriptiva de diferentes, artículos, libros, tesis, base de datos académicos y plataformas científicas digitales de revistas indexadas como: Scielo, DSpace, Redvet, etc; que describan los problemas sanitarios en *Apis mellifera* en la región Sierra del Ecuador.

Las estrategias de búsqueda estarán enmarcadas en la selección, análisis y procesamiento de la información con criterios de inclusión de las fuentes consultadas con el fin de buscar alternativas para mejorar el manejo sanitario de las colmenas en la región Sierra del Ecuador.

#### *Criterios de selección*

Para determinar los criterios de selección se enfocará en información real tomando en cuenta que el año de publicación sea lo más actualizado posible para brindar mayor veracidad

y sustento de la información obtenida la misma que será indispensable para la realización de comparaciones con los últimos años. Las principales fuentes consultadas en cada ítem en los siguientes subapartados fueron los siguientes:

En lo referente a la apicultura en el país: (Agrocalidad, 2015): Buenas Prácticas Apícolas; (MAG, 2018): Catastro Nacional Apícola.

En lo que concierne a factores que inciden en la disminución poblacional de las abejas Ecuador: (Hipolito S., 2015): Evaluación de tres métodos de reproducción de abejas reinas de la especie (*Apis mellifera*); (Maggi G., 2016): Prevalencia de ácaros en abejas *Apis mellifera* en producción; (Álvarez A., 2016): Diagnóstico y prevalencia de Ectoparásitos; (Márquez A., 2017): La otra guerra: la situación de los plaguicidas.

Otros países: (Culma *et al.*, 2018): Daño adyacente en abejas por la exhibición a pesticidas de uso agrícola; (Naranjo A., 2016): Transgénicos, plaguicidas y el declive de La polinización y la producción melífera; (Rodríguez D., 2011): Estimación de la presencia de restos de plaguicidas en miel de abejas descendientes de los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Magdalena y Santander; (Medina *et al.*, 2017): Estimación de la pérdida de colonias de abejas melíferas en el altiplano y el norte de México.

En lo referente a las principales enfermedades apícolas Ecuador: (Molina E., 2016): Determinación de la Prevalencia y Georreferenciación de Varroosis y Nosemosis; (Espinosa J., 2015): Prevalencia de nosema (*Nosema spp.*) en colmenares de la región norte y centro norte del Ecuador.

Otros países: (Gutiérrez *et al.*, 2016): Diagnóstico de enfermedades parasitarias en abejas africanizadas *Apis mellifera* en el municipio de Marsella, Risaralda, Colombia; (Calderón *et al.*, 2011): Detección de enfermedades en abejas africanizadas en Costa Rica; (Mantilla J., 2012): Caracterización de enfermedades apícolas (loque americana, loque europea, nosemosis y varroosis) en el Perú.

Sobre manejo sanitario apícola Ecuador: (Paredes F., 2018): Propuesta de buenas prácticas aplicadas a la producción de miel de abejas para mejorar la calidad y productividad en la empresa ambamiel; (Agrocalidad, 2016): Programa nacional sanitario apícola.

Otros países: (Díaz *et al.*, 2016): Guía de buenas prácticas apícolas; (Mariani V., 2016): Manual de buenas prácticas apícolas con manejo orgánico;

#### *Métodos para sistematización de la información*

La información apartada para el siguiente trabajo investigativo se seleccionará junto con los miembros del tribunal siendo estos director y asesor, la misma que será organizada de manera lógica por medio de tablas comparativas para un mejor entendimiento y visualización de resultados, donde los lectores podrán emitir criterios y extraer información para futuras investigaciones, con esto se aseguraría el cumplimiento de los objetivos planteados en el presente trabajo.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según el primer catastro nacional de explotaciones apícolas realizado por Agrocalidad en el período 2013-2014; la apicultura ecuatoriana cuenta con 12188,00 colmenas y está distribuida en 902,00 explotaciones apícolas, de los cuales el 63% están ubicadas en la sierra, el 27 % en el litoral, 4 % en la Amazonía (AGROCALIDAD, 2014, p. 2) cómo se observa en la tabla 1-3.

Tabla 1-3: Catastro Nacional Apícola

Regiones	N° Colmenas
Sierra	8322,00
Costa	3401,00
Oriente	465,00
Total	12188,00

Realizado por: (Carmen A., 2021)

Las provincias ecuatorianas donde la apicultura tiene más influencia son: en primer lugar, Loja con 325,00 apicultores y 2429,00 colmenas registradas; seguido por Manabí con 146,00 apicultores y 1820,00 colmenas registradas; continuando Santa Elena con 144,00 apicultores y 828,00 colmenas; y Azuay tiene 118,00 apicultores y 854,00 colmenas registradas, mientras que en Chimborazo hay 1190,00 colmenas con 114,00 apicultores (MAG, 2018).

Actualmente en nuestro país la apicultura es una actividad que se desarrolla en todas las regiones, excepto Galápagos; está enfocada más a la región Sierra debido a la amplia flora que existe en la misma, seguido por la región Costa y finalmente la región Oriente.

#### Principales factores que inciden en la disminución poblacional de las abejas

Existen varios factores que inciden en la reducción poblacional de las abejas; entre los más importantes se destacan: pesticidas y productos químicos; parásitos y patógenos y cambio climático.

En Ecuador la reducción de las abejas por pesticidas y productos químicos representa un 44,5% según (Hipolito S., 2015); datos inferiores reporta (Márquez A., 2017) con el 40%.

(Maggi G., 2016), indica que el 50% de la disminución poblacional se debe a la presencia de parásitos en las colmenas, seguido por (Espinosa J., 2015) el cual indica que la presencia de parásitos y patógenos en las colmenas disminuyen la vida media de las abejas en un rango de 20-40% provocando la reducción poblacional; (Álvarez A., 2016) menciona que alrededor del 20 a 30% influye en el desaparecimiento de las abejas pues los apicultores no toman importancia de las consecuencias que pueden provocar el apareamiento de plagas y enfermedades dentro de las colmenas.

El cambio climático es otro factor que disminuye la población de las abejas, según (INTA, 2018), en Ecuador hay una disminución de abejas de 12,60% ocasionando pérdidas económicas, seguido por (MAE, 2016), el cual indica que el cambio climático está afectando la cotidianidad de las familias y las actividades productivas disminuyendo la biodiversidad un 10% como se observa en la tabla 2-3.

Tabla 2-3: Factores que inciden en la disminución poblacional de las abejas

Regiones	N° Colmenas
Sierra	8322,00
Costa	3401,00
Oriente	465,00
Total	12188,00

Realizado por: (Carmen A., 2021)

La contaminación que producen los pesticidas y productos químicos al ser empleados para el control de Trips en los exteriores de las florícolas causan la disminución poblacional de las abejas (Hipolito S., 2015); al igual que malas prácticas apícolas y el intensivo uso de pesticidas que actualmente se aplica en nuestro país (Márquez A., 2017), estos productos químicos perjudican la actividad celular durante el ciclo de vida especialmente en funciones como: síntesis, transporte, producción de energía y la producción o eliminación de hormonas o enzimas (Culma *et al.*, 2018).

Los valores ya mencionados en la tabla 2-3, son inferiores a los que reporta (Naranjo A., 2016) en Estados Unidos con el 59% debido a que en este país los apicultores usan dosis de plaguicidas que son mucho más altas de las que indica el prospecto de cada producto; en cambio (Rodríguez D., 2011), con el 57,3% en su investigación realizada en Colombia en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Magdalena y Santander indica que esto se debe a que los agricultores aplican pesticidas toxicológicos con frecuencia de aplicación de hasta una vez por semana.

Además, en Ecuador se presenta un menor porcentaje de muerte por pesticidas debido a que en el Art 15 de la Constitución indica que “Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional” (Cordero F., 2015).

Nuestro país es el primero en el mundo que reconoce a la naturaleza como sujeto de derechos, donde la gran

agrobiodiversidad de la que goza nuestro país, también se beneficia de ese reconocimiento (Márquez A., 2017).

(Maggi G., 2016), con el mayor porcentaje en la disminución poblacional de las abejas por parásitos y patógenos, menciona que los ácaros provocan que las crías tengan malformaciones y sus cadáveres sobresalgan de las celdas, sin embargo (Medina *et al.*, 2017), en su investigación realizada en México indica que la aparición de enfermedades y plagas en los apiarios se considera como factor de reducción poblacional de las abejas, disminuyendo en un 42% ocasionado por el mal manejo sanitario, uso de productos no autorizados y falta de control ante la aparición de enfermedades.

(Espinosa J., 2015), revela que el apareamiento de parásitos y patógenos ocasiona cambios fisiológicos en las abejas como la pérdida de la incorporación de nutrientes en el organismo provocando la desnutrición de las abejas y con ello el aumento de la susceptibilidad a enfermedades; no obstante (Álvarez, A. 2016), menciona que la presencia de parásitos afecta directamente a la producción, provocando pérdidas económicas, representadas por escasos productos obtenidos de la apicultura para el mercado y por mortalidad de las abejas, llegando a desaparecer los apiarios.

Según (INTA, 2018) las pérdidas de las colmenas se deben a factores como el clima y manejo, mientras el (MAE, 2016) manifiesta que, una de las causas del cambio climático es el proceso de deforestación afectando directamente al caudal ecológico provocando la disminución de la biodiversidad. (Varela *et al.*, 2019), indica que Ecuador posee dos épocas: húmeda o llamada invierno y seca o llamada verano, especialmente en la Región Interandina, se presentan dos estaciones lluviosas, la primera de febrero a mayo y la segunda de octubre a noviembre (Portilla F., 2018).

La época lluviosa afecta a la actividad polinizadora, ya que las abejas no pueden salir lo que disminuye la actividad pecoreadora, además se ven perjudicados los ciclos florales y la fenología de las flores dando como consecuencia una baja producción de miel, afectando también la salud de las abejas (Clac, 2018).

Además, la temperatura ambiental influye directamente en las colonias, ya que cambios bruscos de temperatura o temperaturas extremas obligan a las colonias a realizar sobreesfuerzos para regular la temperatura del interior de la colmena, es decir temperaturas muy bajas en poblaciones pequeñas pueden producir el enfriamiento de la cría y muerte de las mismas (Rubiano M., 2016).

Los resultados de Ecuador son inferiores a los que (Márquez *et al.*, 2019), (Medellín R., 2012) y (Sandoz M., 2016) redactan en sus investigaciones sobre porcentajes que han reducido la población de las abejas al pasar los años en EEUU con el 30%, 29% y 25% respectivamente, estos valores se deben a que se en este país se presentan cuatro épocas climáticas que son: verano, primavera, otoño e invierno; siendo este último el causante de pérdidas de los individuos de las colmenas.

### Principales enfermedades que afectan las colmenas en la Sierra del Ecuador

Se conoce que las enfermedades de las abejas no son zoonóticas; es decir no se transmite al hombre, la abeja *Apis mellifera* se ve afectada por varias enfermedades, lo que implica que el apicultor debe estar pendiente de las colmenas, identifique el causante de la enfermedad y tratarlas con un manejo adecuado, para evitar pérdidas del material vivo y económicas por no ser tratadas a tiempo (IICA, 2009).

(Molina E., 2016), en su investigación refleja un nivel de infestación por varroa en las provincias de Tungurahua y Bolívar con 100 % y Chimborazo con el 92,85%, seguido por (Álvarez A., 2016), el cual determinó la presencia de varroa en la provincia de Loja obteniendo un porcentaje de infestación por apiarios del 71,34%.

(Molina E., 2016), determinó que la prevalencia de nosema por apiarios en Tungurahua y Bolívar corresponde al 100%, seguido por Chimborazo con 57,14%; mientras que (Espinosa J., 2015), en su investigación sobre la prevalencia de nosema en colmenares de la región norte y centro norte del Ecuador indica que la mayor prevalencia encontrada en los apiarios es en la provincia de Pichincha con 96,30%, seguido por Imbabura con 72,22% y finalmente Carchi con 70%.

(Espinel S., 2017), en su investigación sobre la prevalencia de loque americana y loque europea en la provincia de Pichincha indica que fue de 10,41% y 2,08% respectivamente como se observa en la tabla 3-3.

Tabla 3-3: Principales enfermedades que afectan a la Sierra del Ecuador

Enfermedades	Autores	Nivel de infestación
Varroa	(Molina E., 2016)	Tungurahua 100% Bolívar 100%
	(Álvarez A., 2016)	Chimborazo 92,85% Loja 71,34%
Nosema	(Molina E., 2016)	Tungurahua 100% Bolívar 100%
	(Espinosa J., 2015)	Chimborazo 57,14%. Carchi 70% Imbabura 72,22% Pichincha 96.30 %
Loque Americana	(Espinel S., 2017)	Pichincha 10,41%
Loque Europea	(Espinel S., 2017)	Pichincha 2,08%

Realizado por: (Carmen A., 2021)

Como se puede observar en la tabla 3-3, Tungurahua y Bolívar provincias con una temperatura de 12°C y 11°C respectivamente muestran una alta prevalencia de varroa, debido a no realizar buenas prácticas apícolas y deficiente control de enfermedades, en Chimborazo y Loja, provincias con una temperatura promedio de 17°C, existe un menor porcentaje de prevalencia de varroa ya que existe un mejor control de bioseguridad y las colmenas están alejadas de otros apiarios lo que evita la propagación de las enfermedades.

Este ácaro que afecta a los apiarios de la región interandina depende de la humedad y temperaturas extremas; con temperaturas de 13-25°C y humedad de 65-70% (Guerra A., & Rosero H., 2013), afectando así la Sierra ecuatoriana con temperaturas que oscilan entre los 7°C y los 21°C, ya que en esta región se presentan temperaturas extremas y variadas en el mismo día, por lo que se pueden manifestar días muy calientes y noches frías (Salazar M., 2012).

(Gutiérrez D., & Vargas G., 2016), realizaron un diagnóstico de enfermedades parasitarias en abejas africanizadas *Apis mellífera* en el municipio de Marsella, Risaralda, Colombia donde los inviernos provocan que el día este mojado y nublado. Al pasar el año la temperatura puede cambiar de 17 °C a 26 °C (WeatherSpark, 2021); donde obtuvieron 100% de prevalencia en varroosis esto debido a prácticas de manejo inadecuadas empleadas por los apicultores como: tener colmenas con material en mal estado, no emplear una suplementación alimenticia y no realizar el cambio de reinas y ceras que debe ser cada dos años en climas templados.

Tomando en cuenta los datos registrados en la Sierra ecuatoriana con una temperatura de 16°C y humedad de 72% el nivel de infestación por noseosis es mayor debido a que es una enfermedad que afecta a zonas con lluvias y nieblas persistentes; disminuyendo marcadamente la capacidad de producción y estabilidad de las colmenas durante el invierno

(INTA, 2020, p. 2). En cambio, para (Calderón *et al.*, 2011) en su investigación en Costa Rica determinaron una prevalencia de Noseosis del 28% porcentaje bajo comparado con nuestro país ya que Costa Rica tiene una temperatura promedio de 24°C y una humedad del 56%.

(Espinel S., 2017), informa que la no cuarentena de enjambres afectados y la aplicación sin prescripción veterinaria de fármacos en las colmenas, predispone la presencia de loque americana; mientras que para loque europea no se pudo realizar un análisis de factores predisponentes pues solo hubo un resultado positivo; en la Sierra ecuatoriana estas enfermedades están presentes en las colmenas debido a la mala nutrición y al cambio climático que se presenta actualmente, las comunidades de abejas son sensibles a la disponibilidad de alimento (recursos florales) y sitios de anidación, por lo tanto, ante una mayor densidad poblacional, la necesidad de recursos en el ambiente se incrementa, afectando la fortaleza de las colmenas e incrementando la susceptibilidad de las mismas a contraer enfermedades (Espinel S., 2017).

#### **Prácticas de manejo sanitario en las colmenas para la prevención de enfermedades**

Las buenas prácticas de manejo sanitario implican desde la selección de la ubicación para las colonias, la elección de abejas reinas o de material biológico, hasta el cuidado de la colmena, el medio ambiente que la rodea y el aprovechamiento de sus productos.

Ecuador en el año 2015, instauró una guía de buenas prácticas apícolas, las mismas que han sido incorporadas en varios países. Estas prácticas son adaptables para los Apiarios y van desde la instalación de las colmenas, manejo, producción, cosecha, elaboración de productos y subproductos (Paredes F., 2018).

Igualmente, menciona recomendaciones sobre infraestructura, maquinaria, instalaciones, herramientas, materiales, la bioseguridad de los trabajadores, las que son aplicables para los pequeños, medianos y grandes apicultores a nivel nacional (Paredes F., 2018).

(Agrocalidad, 2015, p. 31) en la Guía de Buenas Prácticas Apícolas Resolución N° 0053, menciona en el Capítulo VII como prácticas de manejo sanitario en Ecuador las siguientes: el técnico apicultor siempre debe estar pendiente del comportamiento de las abejas al momento de la revisión, además de fijarse en la cantidad de abejas, número de celdas llenas con miel y con crías, pudiendo diferenciar la presencia de alguna enfermedad dentro de la colmena, por lo que el apicultor deberá actuar con el tratamiento correcto si fuese alguna enfermedad.

Los apicultores dentro del apiario deben tener un plan de manejo sanitario, en el que se muestren actividades de prevención de enfermedades, cuando se dude del apareamiento de alguna enfermedad se debe notificar a la ANC para la realización de exámenes en el laboratorio, la colmena identificada con alguna enfermedad será declarada en cuarentena y con el tratamiento adecuado y se retirará del mismo una vez realizado nuevos exámenes y se demuestre un riesgo menor, cada apiario debe contar con un registro de visitas del técnico de la ANC (Agrocalidad, 2015, p. 31).

(Marcangeli J., 2006), manifiesta una práctica de manejo sanitario a la detección temprana de las enfermedades, ayudando a tener un rápido control y tratamiento, evitando el desplazamiento de la enfermedad a otras colmenas, (Caporgno *et al.*, 2019), mencionan en la Guía de recomendaciones para la apicultura realizada en Buenos Aires como principal practica de manejo sanitario el tener en cuenta que la utilización de medicamentos veterinarios está permitida sólo a título curativo, no preventivo, mientras que para (Díaz *et al.*, 2016), en la guía de buenas prácticas apícola del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca de Uruguay indican que las colmenas deben mantenerse en buenas condiciones ambientales, con el manejo lo más respetuoso posible del ciclo natural de las abejas y con suficientes reservas todo el año para minimizar el efecto de las enfermedades, así como también el monitoreo continuo sanitario de la cría y de las abejas adultas siendo necesario para tomar las medidas correspondientes en forma precoz. La revisión de la cría debe realizarse al inicio de la primavera y a la entrada del invierno; no obstante, debe observarse la cría todo el año en la búsqueda de síntomas sospechosos.

(Mariani V., 2016), manifiesta como práctica de manejo sanitario alejar las colmenas enfermas en el caso que

existan, también respetar las normas de higiene y limpieza de materiales, equipos y herramientas que son de uso propio del apicultor, no obstante realizar periódicamente desinfecciones de todo el apiario con productos autorizados.

Los medicamentos mal aplicados dejan residuos que posteriormente son detectados en la miel y muchos de ellos, se acumulan en el organismo.

Otra de las prácticas de manejo sanitario para la prevención de enfermedades es el cambio de reinas y ceras, implementar una buena alimentación e ingresar colmenas nuevas con garantía de sanidad (Marini V., & Henriquez M., 2014)

(Mieldemalaga, 2004), manifiesta que en el apiario debe contener un registro sanitario donde incluya el nombre del producto utilizado, dosis, vía de dosificación, fecha de aplicación, fecha de retiro, número de colmena y observaciones, este registro se debe exhibir cuando las autoridades lo requieran y se mantiene el e apiario al menos dos años.

Otra práctica de manejo sanitario es el uso correcto de los medicamentos, antes de aplicar se recomienda leer el prospecto (composición, características y modo de empleo) de las casas fabricantes para evitar suministrar dosis altas que originen residuos en la miel (Coronaapicultores, 2012), al igual que (Chemonics, 2015), manifiesta ser muy importante que los medicamentos mal aplicados dejan residuos tóxicos que luego son detectados en la miel causando una baja calidad de miel.

#### 4. CONCLUSIONES

- El decrecimiento poblacional de las abejas en los últimos años está afectando negativamente a todo el mundo, debido a que se conoce a las abejas como los principales polinizadores, si las abejas no realizan esta función no existiría flores ni frutos es decir afectaría de manera directa en la seguridad alimentaria.

- Las colmenas del Ecuador son atacadas por diversos ácaros, parásitos y patógenos que afectan a la productividad de las abejas, uno de estos es el ácaro varroa, que sobresa por su alto nivel de infestación en las colmenas de la Sierra del Ecuador, ocasionando en las abejas una depresión del sistema inmunológico, siendo más susceptibles a cualquier enfermedad.

- Las prácticas de manejo sanitario son fundamentales dentro de las explotaciones apícolas, con ellas se logra mantener el control de actividades necesarias dentro del apiario, mejorando la sanidad y evitando la aparición de enfermedades en el apiario.

#### 5. AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la carrera de Ingeniería Zootecnia por impartir cada uno de sus valiosos conocimientos a lo largo de la vida universitaria

#### 6. BIBLIOGRAFÍA

Agrocalidad (2015). Buenas Prácticas Apícolas. Recuperado de: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu167496.pdf>.

Agrocalidad (2014). Instructivo para la obtención del certificado sanitario de funcionamiento de explotaciones apícolas. Re recuperado de: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu167273anx.pdf>.

Agrocalidad (2016). Programa Nacional Sanitario Apícola, Coordinación General de Sanidad Animal. Recuperado de: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu166394anx.pdf>.

Álvarez, A. (2016). Diagnóstico y Prevalencia de ectoparásitos en apiarios de *Apis mellifera* en la región sur del Ecuador. (Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador). Recuperado de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6945/1/T-UCE-0014-061.pdf>.

Calderón, R., Fallas, N. & Sánchez, L. (2007). Cienc. Vet. Detección de enfermedades en abejas africanizadas en Costa Rica, 25 (2), 335-348, [https://redib.org/Record/oai\\_articulo2\\_526547-detecci%C3%B3n-de-enfermedades-en-abejas-africanizadas-en-costa-rica/Bibliography#tabnav](https://redib.org/Record/oai_articulo2_526547-detecci%C3%B3n-de-enfermedades-en-abejas-africanizadas-en-costa-rica/Bibliography#tabnav)

Caporgno, J., Figini, E. & Poffer, D. (2019). Guía de recomendaciones para la apicultura periurbana. Recuperado de: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/guia\\_apicultura\\_periurbana.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/guia_apicultura_periurbana.pdf).

Chemonics (2015). Buenas prácticas en manejo de colmenas. Recuperado de: <https://ce nida.una.edu.ni/relectronicos/RENLO1C965mb.pdf>.

Clac (2018). La apicultura cambio climático. [Entrada de blog]. Recuperado de: <http://clac-comerciojusto.org/2018/03/la-apicultura-conte-xto-del-cambio-climatico-efectos-acciones-reto-s/>.

Cordero, F. (2015). Constitución de la República del Ecuador. Recuperado de: <https://www.cosede.gob.ec/wp-content/uploads/2019/08/CONSTITUCION-DE-LA-REPUBLICA-DEL-ECUADOR.pdf>.

Coronaapicultores (2012). Polilla de la cera. [Entrada de blog]. Recuperado de: <http://coronaapicultores.blogspot.com/2012/11/polilla-de-la-cera.html>

Coronaapicultores (2012). Manejo sanitario del apiario. [Entrada de blog]. Recuperado de: <http://coronaapicultores.blogspot.com/2012/11/manejo-sanitario-del-apiario.html>.

Culma, N., & Arenas, N. (2018). Ciencias Agrícolas. Daño colateral en abejas por la exposición a pesticidas de uso agrícola. 14(1) p. 235. Recuperado de: <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/entramado/article/view/3257/2653>.

Díaz, R.; Rodríguez, N.; Campá, J.; Harriet, J. & Katz, H. (2016). Guía de buenas prácticas apícolas en la producción de miel. Recuperado de: <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/publicaciones/guia-de-buenas-practicas-apicolas-2016.pdf>.

Espinel, S. (2017). Estimación de la prevalencia de *Loque europea* (*Melissococcus plutonius*) y *Loque americana* (*Paenibacillus larvae*) en abejas (*Apis mellifera*) de la provincia de Pichincha. (Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador). Recuperado de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13040/1/T-UCE-0014-038-2017.pdf>.

- Espinosa, J. (2015). Prevalencia de *Nosema* (*nosema spp.*) en colmenares de la región norte y centro norte del Ecuador. (Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador). Recuperado de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7811/1/T-UCE-0004-62.pdf>.
- Grandjean, M. (2002). Manual de buenas practicas para la apicultura. Recuperado de: [https://www.mieldemalaga.com/data/manual\\_buenas\\_practicas\\_apicultura.cl.pdf](https://www.mieldemalaga.com/data/manual_buenas_practicas_apicultura.cl.pdf).
- Guerra, A., & Rosero, H. (2013). Evaluación de cinco tratamientos para el control del ácaro varroa destructor en abejas (*Apis mellifera*). (Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador). Recuperado: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3129/1/T-UCE-0014-39.pdf>.
- Gutiérrez, D., & Vargas G. (2016). Diagnóstico de enfermedades parasitarias en abejas africanizadas *Apis mellifera* en el municipio de Marsella, Risaralda, Colombia. Recuperado de: <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1618>.
- Hipolito, S., (2015). Evaluación de tres métodos de reproducción de abejas reinas de la especie (*Apis mellifera*) en el cantón Pedro Moncayo. (Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito). Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9837/1/YT00305.pdf>.
- IICA (2009). Manual de Enfermedades Apícolas. Recuperado de: <http://repiica.iica.int/docs/B0754e/B0754e.pdf>
- INTA (2018). Pérdida de colmenas: resultados de una reciente encuesta que realizó SoLaTina. Recuperado: <https://inta.gob.ar/noticias/perdida-de-colmenas-resultados-de-una-recente-encuesta-que-realizo-solatina>.
- INTA. (2020). Nosemosis; una enfermedad de las abejas adultas. Recuperado de: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_nosemosis\\_chb\\_260620.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_nosemosis_chb_260620.pdf)
- MAE (2016). Sierra y Amazonía ecuatorianas muestran afectaciones por el cambio climático. Recuperado de: <https://www.ambiente.gob.ec/sierra-y-amazonia-ecuatorianas-muestran-afectaciones-por-el-cambio-climatico/>
- MAG (2018). Ecuador tiene 1760 apicultores registrados". Recuperado de: <https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-tiene-1760-apicultores-registrados/>.
- Maggi, G. (2016). Prevalencia de ácaros en abejas *Apis mellifera* en producción, vivero GO Puerto Hondo Parroquia Chongón-Guayas. (Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil). Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/42360/1/tesis%20Gorky%20Maggi%2010.pdf>.
- Mantilla, J. (2012). Caracterización de enfermedades apícolas (loque americana, loque europeo, nosemosis y varroosis) en el Perú. Recuperado de: [https://repositorio.senasa.gob.pe:8443/bitstream/SENASA/136/1/2012\\_Mantilla\\_Caracterizacion-enfermedades-apicolas.pdf](https://repositorio.senasa.gob.pe:8443/bitstream/SENASA/136/1/2012_Mantilla_Caracterizacion-enfermedades-apicolas.pdf).
- Manzano, L. (2017). Sistema de Producción Apícola - Más que un Sistema de Producción, una alternativa de Conservación. Recuperado de: [www.veterinarioalternativo.com/index.php/articulos/especialidades/agroecologia/item/121-sistema-de-produccion-apicola-mas-que-un-sistema-de-produccion-una-alternativa-de-conservacion](http://www.veterinarioalternativo.com/index.php/articulos/especialidades/agroecologia/item/121-sistema-de-produccion-apicola-mas-que-un-sistema-de-produccion-una-alternativa-de-conservacion).
- Marcangeli, J. (2006). Apiculturaonline. Manejo sanitario de colmenas en producción. [Entrada de blog]. Recuperado de: <http://apiculturaonline.com/tecnicosanidad.html>.
- Mariani, V., & Henríquez, M. (2014). Guía de Buenas Prácticas Apícolas y de Manufactura. Recuperado de: [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/documentos/calidad/bpm/BPM\\_apicola.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/documentos/calidad/bpm/BPM_apicola.pdf)
- Mariani, V. (2016). Manual de buenas prácticas apícolas con manejo orgánico. Recuperado de: [https://magyp.gob.ar/sitio/areas/ss\\_alimentos\\_y\\_bebidas/\\_pdf/Manual%20de%20Buenas%20Practicas%20Apicolas%20con%20Manejo%20Organico.pdf](https://magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_alimentos_y_bebidas/_pdf/Manual%20de%20Buenas%20Practicas%20Apicolas%20con%20Manejo%20Organico.pdf)
- Márquez, A. (2017). La otra guerra: la situación de los plaguicidas en el Ecuador. Recuperado de: [http://www.swissaid.org.ec/sites/default/files/images/plaguicidas\\_web.pdf](http://www.swissaid.org.ec/sites/default/files/images/plaguicidas_web.pdf).
- Medellín, R. (2016). Impacto del cambio climático en la apicultura. Recuperado de: <https://atlasnacionaldelasabejasmx.github.io/atlas/pdfs/1%20Cambio.pdf>.
- Medina, C.; Esquivel, N.; López, M.; Medina, S. & Aguilera, J. (2017). Scielo. Estimación de la pérdida de colonias de abejas melíferas en el altiplano y el norte de México. 5 (14), p. 3. doi: 10.19136/era.a5n14.1459
- Mieldemalaga (2004). Especificaciones Técnicas de Buenas Prácticas Agrícolas para la Apicultura: Recuperado de: [http://www.mieldemalaga.com/data/manual\\_buenas\\_practicas\\_miel.cl.pdf](http://www.mieldemalaga.com/data/manual_buenas_practicas_miel.cl.pdf).
- Molina, E. (2016). Determinación de la Prevalencia y Georreferenciación de Varroosis y Nosemosis en Colmenares de *Apis mellifera* en tres Provincias del Ecuador en el año 2015. (Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador). Recuperado de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/11773/1/T-UCE-0014-033-2016.pdf>.
- Naranjo, A. (2016). Transgénicos, plaguicidas y el declive de la polinización y la producción melífera. Recuperado de: [http://www.rallt.org/PUBLICACIONES/abejas\\_web.pdf](http://www.rallt.org/PUBLICACIONES/abejas_web.pdf).
- Paredes, F. (2018). Propuesta de buenas prácticas aplicadas a la producción de miel de abejas para mejorar la calidad y productividad en la Empresa AMBAMIEL. (Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador-Matriz). Recuperado de: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14927/Paredes%20Fernanda%20Trabajo%20Titulacion%20C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Portilla, F. (2018). Agroclimatología del Ecuador. Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17047/1/Agroclimatologia%20del%20Ecuador.pdf>
- Rodríguez, D. (2011). Evaluación de la presencia de residuos de plaguicidas en miel de abejas provenientes de los

- departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Magdalena y Santander. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Colombia). Recuperado de: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/21347/197472.2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Rubiano, M. (2016). Análisis virológico y epidemiológico del síndrome de despooblamiento de las colmenas en España: estudio de causas y consecuencias. (Tesis de pregrado, Universidad Complutense de Madrid). Recuperado de: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/38831/1/T37638.pdf>.
- Salazar, M. (2012). La Sierra Ecuatoriana. [Entrada de blog]. Recuperado de: <https://sierraecuador.wordpress.com/clima/>
- Sandoz, M. (2016). Efectos del cambio climático sobre la polinización y la producción agrícola en América tropical. Recuperado de: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/ingenieria/article/view/25272/25540>.
- Varela, A., & Ron, S. (2019). Geografía y clima del Ecuador. (Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador). Recuperado de: <https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/GeografiaClima/>.
- WeatherSpark (2021). El clima promedio en Marsella Colombia. [Entrada de blog]. Recuperado de: <https://es.weatherspark.com/y/22435/Clima-promedio-en-Marsella-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>.

# APLICACIÓN DE LAS FUERZAS DE PORTER EN EL ESTUDIO DE MERCADO DE EMPRESAS DEL ECUADOR

Artículo Original

APPLICATION OF PORTER'S FORCES IN THE MARKET  
STUDY OF COMPANIES IN ECUADOR

Cajamarca, D. <sup>1</sup> ; López, S. <sup>1</sup> ; Santiana, C. <sup>1</sup> ; Baño, D. <sup>1\*</sup>

Recibido: 09/03/2022 · Aceptado: 22/03/2022

## RESUMEN

El análisis de la competencia de un sector específico se lo puede analizar de diferentes maneras con la utilización de varios métodos, el estudio de la competencia permite a la empresa analizar el nivel de competencia que existe en el sector que se desea ingresar. El objetivo de esta investigación bibliográfica es analizar las fuerzas de Porter aplicadas por las distintas empresas en el Ecuador para mantenerse en el mercado y determinar cuál es la fuerza que tiene menos influencia en las empresas. La investigación es de carácter Descriptivo en donde realizó una revisión de trabajos de titulación los cuales analizaron la competencia utilizando las cinco fuerzas de Porter. Una vez realizada el respectivo análisis sobre las estrategias de mercado que cada empresa ha tomado en cuenta para obtener rentabilidad cada una aplica o analiza de distintas maneras las cinco fuerzas de Porter establecidas por el autor del mismo apellido mismas que pueden ser aplicadas a cualquier tipo de empresa.

*Palabras clave:* Competencia, negociación, proveedores, clientes.

## ABSTRACT

The analysis of the competition of a specific sector can be analyzed in different ways with the use of various methods, the study of the competition allows the company to analyze the level of competition that exists in the sector that it wishes to enter. The objective of this bibliographic research is to analyze the Porter forces applied by the different companies in Ecuador to stay in the market and determine which is the force that has the least influence on the companies. A review of titling works was carried out, which analyzed the competition using Porter's five forces, which are based on the rivalry of the competitors, the threat of new competitors, the threat of substitute products, the power of negotiation with suppliers and customers. . Once the respective analysis has been carried out on the market strategies that each company has taken into account to obtain profitability, each one applies or analyzes in different ways the five Porter forces established by the author of the same last name, which can be applied to any type of business.

*Keywords:* Skills, negotiation, suppliers, customers.

## 1. INTRODUCCIÓN

Una empresa es un organismo que realiza actividades económicas para obtener beneficios (Bada *et al.*, 2013). Dichas actividades se enmarcan en diversas especialidades tecnológicas y se desarrollan en ámbitos físicos y sociales que pueden haber sido objeto de una previa ordenación. Las empresas no se encuentran aisladas una de otra, por el contrario, son un sistema abierto que se encuentra en constante interacción con su medio. La globalización de la economía y la aparición de nuevas tecnologías han transfigurado el entorno competitivo en que estas desarrollan su actividad (Leal, 2015).

La dinámica interna de la empresa y la rapidez y la forma en que se mueve el entorno, tienen que ser tratados como un todo a la hora de realizar análisis de los cuales se desprenderán las estrategias a seguir para lograr ser competitivos en un mercado cada vez más cambiante (Leiva, 2015). Para esto es indispensable tener en cuenta que los resultados internos de la empresa dependen, en un alto porcentaje, de las características del entorno en que se mueve y de la capacidad que tiene ésta de asimilar este entorno y de administrarlo eficientemente (Goicoechea & Souto, 2018). Las alternativas de estrategias aparecen como una consecuencia de relacionar las fortalezas actuales con las ventajas del ambiente corporativo a un nivel aceptable de riesgo (Aguilar, 2006); es donde Michael Porter en la década de los ochentas propuso un enfoque más analítico para la formulación de estrategias siendo reconocido como el economista que elaboró el modelo estratégico de las 5 fuerzas de Porter. (Imbaquingo & Muñoz, 2006)

El mercado de la distribución de alimentos procesados es más exigente, por lo que las empresas del sector deben tener una capacidad de respuesta más rápida ante los nuevos requerimientos de los clientes, más aún cuando estos tienen una gama de elecciones para un mismo producto y / o servicio (Estolano *et al.*, 2013); es por este motivo que las empresas del sector deben tener una estructura y operaciones acordes con

las tendencias organizacionales y de mercadeo actuales, en las que sus procesos se hallen claramente definidos. (Rodríguez & Bonilla, 2014)

Las fuerzas de Porter planteadas por Michael Eugene Porter reconocen que cada una de las empresas son únicas y las características (Encalada *et al.*, 2021), basándose en la percepción de que una estrategia organizacional que debe encontrar las oportunidades y amenazas en el entorno externo de la organización, permitiendo determinar el entorno competitivo de la sociedad, el cual afecta a la utilidad. Este análisis debe incluir cinco elementos clave que se observan en la Gráfica 1. (la amenaza de entrantes potenciales, productos sustitutos, el poder de los oferentes y compradores, todo esto con la exploración del grado de competencia rival (Velásquez, 2017).

La amenaza de entrantes potenciales a una industria depende, principalmente de dos elementos. Las barreras de entrada que existen en el mercado y la reacción esperada de las firmas ya establecidas (Lanuque, 2014).

- La amenaza de productos sustitutos puede alterar el ambiente competitivo en el que opera una firma (Pérez, 2011).
- El poder de negociación permite que los oferentes puedan explotar las ganancias de una industria al aumentar sus precios o al reducir la calidad de los productos (Amezquita, 2011).
- El poder de negociación de los compradores puede reducir el nivel de beneficio esperado en una industria.
- El grado de competencia rival entre firmas puede influenciar el ambiente competitivo en el que operan (Michaux, 2017). La rivalidad depende de las fuerzas antes mencionadas, pero también depende de la concentración de las firmas en el mercado, de su participación relativa en el mercado, ratio de crecimiento del mercado y del grado de diferenciación del producto (Gonzales & Narvárez, 2017).

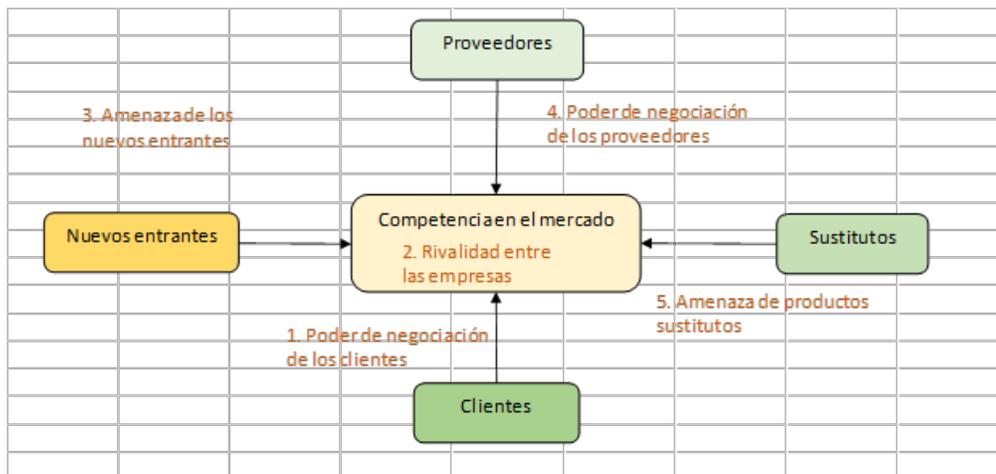


Figura 1: Análisis de las cinco fuerzas de Porter

Las 5 fuerzas de Porter es una herramienta estratégica que ayuda a evaluar y analizar el nivel de competencia entre las empresas de un mismo sector (Rivadeneira, 2016), por lo mencionado el objetivo de esta investigación bibliográfica es analizar las fuerzas de Porter aplicadas por las distintas empresas en el Ecuador para mantenerse en el mercado.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación es de carácter descriptivo que consiste en la recopilación y análisis de información primaria, la recolección de la información in situ se realizó a las 5 principales empresas en el Ecuador a través de una selección aleatoria.

Para esta investigación se analizó, estudió e identificó la realidad de las cinco fuerzas de Porter, para su posterior aplicación.

## 3. RESULTADOS

### PRONACA

#### *Amenaza de nuevos competidores*

Ingreso de nuevos participantes como Supermaxi y Megamaxi que introducirá al mercado de productos culinarios caldos concentrados de pollo marca Supermaxi, donde la principal barrera será la diferenciación. (Embed, 2007)

#### *Poder negociador de los clientes*

Las grandes cadenas de supermercados (Mi Comisariato, Supermaxi, Megamaxi, T.I.A, entre otras) son sus principales clientes, representan con las ventas de marca propia el 67% y constituyen su principal canal de comercialización de los productos. (Veliz, 2018)

#### *Amenaza de productos sustitutos*

Se puede considerar como sustituto de los caldos concentrados de pollo marca Mr. Pollo a todos los condimentos, sopas y caldos (deshidratados, naturales y precocinados) que se encuentran disponibles en el mercado.

#### *Poder negociador de los proveedores*

Para la producción de los caldos concentrados de pollo marca Mr. Pollo, la empresa PRONACA S.A. tiene gran parte de la infraestructura y materias primas necesarias para este proceso.

#### *Competidores en el sector industrial*

Las tácticas más comunes son, la competencia en precios, guerras publicitarias e introducción de nuevos productos. Entre los principales competidores tenemos caldos MAGGI y DOÑA CRIOLLITA (35,5% y 18,7% respectivamente) de la empresa NESTLE s.a., DOÑA GALLINA (13,3%) de Quala s.a., KNORR (8,2%) de UNILEVER s.a. y caldos RANCHERO

(24,3%) de Sumesa s.a. (Chacón, 2007)

### Tonicorp

#### *Amenaza de nuevos competidores*

Dados los requerimientos que actualmente se deben cumplir y la inversión que genera instaurar toda una empresa enfocada a producir productos lácteos, también limita el interés de dichos emprendedores o accionistas tanto por la fuerte inversión que se requiere para levantar una planta productora de este tipo de productos, como por los requerimientos técnicos y sanitarios que se requieren. (Barrera, 2020)

#### *Poder de negociación de clientes*

A pesar de que Toni está en toda la ciudad dada la alta demanda de los diversos productos, la empresa busca generar relaciones comerciales redituables con los distribuidores, donde otorga facilidades y políticas importantes de pago, así como con los clientes finales, desarrolla estrategias que los invitan a participar en ciertos eventos, lo que garantizará a largo plazo mayor rentabilidad. (Voelo, 2015)

En cuanto a los clientes minoristas como las tiendas, Toni a pesar de la ventaja que tiene frente a los competidores, desarrolla eficientes políticas de pago y promociones para este tipo de clientes, dado a que le representa igualmente rentabilidad manteniendo lazos comerciales importantes con los minoristas. En cuanto a las grandes empresas como los supermercados, la negociación busca beneficios para ambos, especialmente porque las grandes corporaciones compran al por mayor lo que le significa a Toni un mayor margen de rentabilidad. (García & Haro, 2017)

#### *Productos sustitutos*

La amenaza que se evidencia en esta fuerza es media, debido a que los competidores establecidos en el mercado han logrado desarrollar productos similares a los que ha lanzado al mercado inicialmente por Toni, sin embargo, gracias al peso que tiene el nombre de esta empresa en el mercado, fácilmente se genera la preferencia de parte de los consumidores por los productos de esta marca antes que otros, esto principalmente por el tiempo que tienen en el mercado. A pesar de que otros competidores también ofertan una línea de queso crema, Toni destaca debido a que el producto es innovador y su experiencia en la industria. (García & Haro, 2017)

#### *Poder de negociación de proveedores*

Esta fuerza para TONICORP y su marca Toni, tiene una ponderación baja, dado a que esta empresa cuenta con sus propias plantas de producción de lácteos y varios derivados, extraídos de las fincas igualmente de su propiedad, así como cuenta con toda una planta encargada de producir los envases empleados para los productos.

#### *Rivalidad entre competidores*

A pesar de que TONICORP con su marca Toni S.A. tienen mayormente ganado el mercado ecuatoriano, y particularmente el mercado guayaquileño debido a todos los años establecidos y la calidad de los productos, otras

empresas dentro de la misma industria constituidas hace menos tiempo han desarrollado estrategias comerciales y publicitarias, lo que les ha permitido ser importantes contrincantes para TONICORP. Es importante mencionar, según un análisis efectuado por la Revista Vistazo (2015), de las 100 más importantes, que Toni se encuentra en el puesto 21 del top of mind (lugar en la mente del consumidor) en el mercado ecuatoriano. (García & Haro, 2017)

### **Supermaxi**

#### *Amenazas de nuevos competidores*

Debido a gran posicionamiento que esta tiene en la industria, es muy difícil que nuevas empresas incursionen en este mercado y más sabiendo la fidelidad que tienen los clientes con este negocio, gracias a la labor realizada todos estos años en donde alcanzo a consolidar su estrategia con sus innovaciones. Debido al tiempo que este negocio lleva comprando ha generado un gran posicionamiento como comprador lo que hace difícil que una nueva empresa pueda obtener las condiciones que ésta ya tiene. Gracias a la estructura de activos líquidos que le facilita la posibilidad de hacer negocios y transacciones, SUPERMAXI ha establecido una gran barrera de entrada por el gran requerimiento de capital.

#### *Poder negociador de los clientes*

SUPERMAXI sabe que cuales son las necesidades de sus clientes y estas las ha aprovechado para poder evolucionar con mecanismos tecnológicos que le han ayudado a brindar una mejor calidad en su servicio que se traduce en tener buenos precios en sus productos y ahorro en tiempo, todo esto gracias a la eficiencia y la eficacia en sus procesos; sin embargo, la clientela tiene un cierto poder sobre ellos ya que podrán elegir entre otros supermercados donde pueden conseguir lo que están buscando, por tanto, los compradores pueden seguir presionando, para continuar consiguiendo calidad a un buen precio (Jaraba, 2018).

#### *Amenaza de productos sustitutos*

Su éxito se debe a la gestión empresarial y prestación de servicios, trayectoria ética y seria, arduo trabajo, esfuerzo económico unidos a un plan de perfeccionamiento sistémico ofreciendo la calidad total en el servicio y complaciendo al público.

#### *Poder negociador de los proveedores*

Debido al posicionamiento que tiene SUPERMAXI se le hace muy difícil a los proveedores establecer condiciones de precio y cantidad en las mercancías ya que junto a Mi comisariato son las dos principales cadenas en el Ecuador, y son ellos los que terminan estableciendo sus propias reglas de abastecimiento, además se ha integrado verticalmente hacia atrás de sus competidores, pues se abastecen de verduras y carne de animales de sus propias granjas, además se ha convertido en accionista de muchos de sus proveedores, con lo que no depende de proveedores externos, esto les permite

mejorar los precios, rentabilidad y sobre todo la alta calidad de sus productos.

#### *Rivalidad entre competidores*

Actualmente sus competidores más fuertes son Mi comisariato, EconoMarket, El conquistador y Santa Isabel. En el mercado ecuatoriano sin duda los dos supermercados más importantes son SUPERMAXI y MI COMISARIATO ya que entre las dos cadenas manejan líneas entre el 50% y 60% del mercado. (Jaraba, 2018)

### **Ibérica**

#### *Amenaza de nuevos competidores*

Principales barreras de entrada: falta de experiencia, lealtad del cliente, capital requerido, falta de canales de distribución, falta de acceso a insumos, saturación del mercado etc. Existe la facilidad de acceso si cuentan con productos de calidad superior; a pesar de ello la empresa cuenta con 108 años en el mercado y se mantiene como una empresa que mantiene su receta tradicional. (Mirella, 2018)

#### *Poder negociador de los clientes*

Los clientes buscan productos que satisfagan una necesidad específica, en el caso del chocolate buscan calidad, novedades, precio, exclusividad, etc.

#### *Amenaza de productos sustitutos*

La amenaza es alta debido a que hay empresas que ofrecen productos similares al chocolate milk que puede satisfacer las mismas necesidades en calidad y precio; otras posibles situaciones son los bombones, trufas, caramelos.

#### *Poder de los proveedores*

Esta fuerza la consideramos baja ya que el principal insumo para la elaboración de chocolates es el cacao, de este modo al ser una empresa ya constituida cuenta con proveedores fidelizados que proporcionarán insumos de excelente calidad.

#### *Rivalidad entre competidores*

Existen varias empresas dedicadas a la elaboración de chocolates finos 7 artesanales que ofrecen productos de alta diferenciación del chocolate industrial ya sea en calidad de presentación o exclusividad. Las empresas competidoras son Chocolates Helena, Q'uma chocolate, Amaz, Mishky cacao, orientados al mercado nacional como internacional. (Mirella, 2018)

### **Gran Aki**

#### *Amenazas de nuevos competidores*

La entrada de nuevos competidores dentro del sector de supermercados para Gran Aki es mínima, debido al tamaño y a los volúmenes de compras que tiene con su proveedor además del poder de negociación que se tiene. Gran Aki de obtiene una ventaja con los proveedores, y su nicho de mercado es diferente

ofreciendo productos de calidad, pero a menores precios. (Quezada, 2019)

#### *Poder negociador de los clientes*

Gran Akí al ser supermercados e hipermercados en donde los clientes son los consumidores finales, no existen intermediarios donde se pueda exigir una negociación entre sí, en cuanto a los consumidores de manera que son en gran cantidad es difícil poder organizar con cada uno de ellos.

#### *Amenazas de productos sustitutos*

Los supermercados al ofrecer variedad de productos los consumidores puedan elegir entre comprar en el supermercado, una tienda o un minimercado en su barrio, a pesar de que los precios no sean mejores, pero por comodidad y tiempo prefieren ciertos productos adquirirlos en estos lugares. La relación de pérdida de estas ventas por elección del consumidor es mínima a comparación a las ventas totales.

#### *Poder negociador de los proveedores*

Gran Akí, el poder de negociación por parte de los proveedores es bajo. Existen en el 2017 el número de 2969

proveedores en los cuales están medianas empresas, grandes empresas, pero con mayor porcentaje los artesanos y microempresas. Además de contar con producto de marca propia lo cual permite ofertar diferentes mercancías, de esta manera los productos podrían ser reemplazados. Es importante mencionar los beneficios que se tienen al ser proveedores como: Perchado y exhibición de productos sin costos adicionales y plazo de pagos a proveedores más cortos.

#### *Rivalidad entre competidores*

Dentro del país el principal rival es Corporación el Rosado con su supermercado Mi Comisariato, por su tamaño y su presencia en todo el Ecuador siendo con mayor volumen en la Costa, y Corporación Favorita liderando en la Sierra. Para la ciudad de Cuenca los principales rivales están TIA SA, un supermercado que igual tiene un volumen considerado de tiendas en todo el país, pero directamente como competencia la tiene con Coral Hipermercados. Una tienda de gran tamaño que tiene gran acogida en la ciudad, pero teniendo ciertas diferencias en productos y precios. (Quezada, 2019)

Tabla 1. Aplicación de las Fuerzas de Porter en el Estudio de Mercado de 5 Empresas del Ecuador

<i>Fuerza Competitiva</i>	<i>Amenaza de nuevos competidores</i>	<i>Poder negociador de los clientes</i>	<i>Amenaza de productos sustitutos</i>	<i>Poder negociador de los proveedores</i>	<i>Rivalidad entre competidores</i>
<i>PRONACA</i>	Caldos de pollo marca Supermaxi	Supermaxi Megamaxi Mi comisariato	Sopas y caldos condimentos	Posee su propia materia prima	Maggy Knor Ranchero Doña Criollita Doña Gallina
<i>TONICORP</i>	Imitación de los productos	Relaciones comerciales Políticas de pago y promociones	Queso crema Yogurt	Propias plantas de producción	Es baja ésta fuerza. Empresas dedicadas a lo mismo
<i>SUPERMAXI</i>	Difícil la incursión de nuevas empresas.	Podrán elegir entre otros supermercados donde pueden conseguir lo que están buscando	Los principales competidores buscan los productos que oferta SuperMaxi	Costo de productos en relación con el coste del producto final disminuye	Mi comisariato EconoMarket, El conquistador Santa Isabel
<i>Ibérica</i>	Facilidad de acceso al mercado, si se cuenta con productos de calidad	Clientes más exigentes cada vez	chocolate milk bombones trufas caramelos	Proveedores fidelizados	Chocolates Helena Q´uma chocolate Amaz Mishky cacao
<i>Gran Akí</i>	Entrada de nuevos competidores dentro del sector es mínima	no existen intermediarios	La pérdida de ventas por preferencia es mínima.	Proveedores fidelizados	Mi Comisariato Corporación Favorita TIA SA

Fuente: (Chacón, 2007); (García & Haro, 2017); (Jaraba, 2018); (Mirella, 2018); (Quezada, 2019)

#### 4. DISCUSIÓN

Con la aplicación de las Fuerzas de Porter sobre las estrategias de mercado que cada empresa ha tomado en cuenta para obtener rentabilidad se denota que intensidad de la competencia entre organizaciones varía mucho de una industria a otra por cual permite a las empresas, analizar fuerzas competitivas y aprovechar las oportunidades presentes del mercado y a su vez disminuir las posibles amenazas, permitiendo aceptar la hipótesis propuesta.

##### *Rivalidad entre competidores*

Esta fuerza para de la empresa Pronaca al querer introducir y comercializar concentrados de carne de pollo marca Mr. Pollo lo vio como uno de los más importantes ya que sus principales competidores en ese entonces era caldos Maggi con un 35,5% y Doña criollita con un 18,7% estos pertenecientes a la empresa Nestlé S.A. además de Doña Gallina con 13,3% perteneciente a Quala S.A., Knorr con 8,2% de Unilever S.A. y por último de caldos Ranchero con 24,3% de Sumesa S.A. Mientras que para la empresa Tonicorp con su marca Toni S.A. al realizar el respectivo análisis de dieron una puntuación media debido a que su marca tiene mayoritariamente ganado al mercado ecuatoriano en particular al mercado guayaquileño debido a todos los años que lleva ahí establecidos y a la calidad de sus productos, innovación de la fórmula, imagen, precio, publicidad, diversidad por lo que la empresa trabaja en la innovación para marcar la diferencia de restos de la competencia.

En el caso de la empresa de embutidos La Ibérica esta si tiene una considerable rivalidad de las cuales las representativas y amenazantes son Don Diego, Plumrose, Pigg y Juris quienes han combinado estrategias de precios, innovación, lanzamiento de nuevos productos, degustaciones, promociones que al momento de la investigación las empresas carecen de estos o son aspectos muy débiles que hay que reforzar. Los supermercados Supermaxi y Gran Aki solo han identificado a un competidor que es la corporación el Rosado con su supermercado Mi Comisariato debido a su tamaño y presencia en todo el Ecuador mayormente en la Costa mientras que la corporación Favorita con sus supermercados lidera en la Sierra, existe un caso particular en la ciudad de Cuenca donde los principales rivales están Tía S.A. que igual tiene un volumen considerable de tiendas en el país, pero directamente compite con Coral Hipermercados ya que tiene gran acogida en la ciudad solo resalta la diferencia de productos y precios, se puede analizar que pocas son las diferencias entre competidores como productos de calidad, precios bajos, locales ordenados y limpios también la calidad en el servicio. Transbuen no analiza esta fuerza como importante ya que los clientes son leales a las diferentes marcas siendo Pilsener la cerveza que no tiene rivales que iguallen a sus productos.

##### *Amenazas de nuevos competidores*

Las posibles amenazas que tenía Pronaca en el momento que se realizó la investigación fueron Supermaxi y Megamaxi ya que iba a introducir al mercado productos culinarios caldos

concentrados de pollos marca Supermaxi y los comercializaría solo en la cadena de supermercados La Favorita S.A. para lo cual la principal barrera sería la diferenciación para de esta manera persuadir a los consumidores de que los productos ofrecidos son los mejores a los que ofrece la competencia mismo que solo se logra con campañas publicitarias. Al igual que la fuerza de la rivalidad de los competidores Toni S.A. le dio una ponderación media a esta fuerza de Porter dado que los requerimientos que deben cumplir y la inversión que genera instalar toda una empresa enfoca en producir lácteos limita el interés de los emprendedores, además cabe destacar que Tonicorp ha establecido alianzas internacionales como ARCA continental de México lo que ha permitido sus ventas y la presencia en el mercado nacional.

Para ser una amenaza competitiva para Transbuen S.A. cualquier empresa debe de contar con la infraestructura, logística, capacidad tecnológica, financiera, especialización del personal entre otras cosas para poder ingresar en el mercado además de un desembolso de capital para toda la inversión que requiere. Pero existe una gran barrera de entrada de nuevos distribuidores puesto que DINADEC S.A. la cual busca la distribución de las marcas Pilsener, Club, Pony Malta, Manantial y Conquer, pero se requiere de experiencia en la administración de empresas. En el caso de Supermaxi y Gran Aki sus rivales son mínimos dado el tamaño y los volúmenes de compras que tiene sus proveedores a la par el poder de negociación que tienen el poder que tiene Supermaxi es la confianza que brinda a los consumidores. La Ibérica al momento del análisis recomienda invertir en infraestructura, maquinaria, tecnología que reduzca los desperdicios para de esta manera puedan competir exitosamente en el mercado ya que compiten en calidad, precio, la falta de regulación en temas de salubridad que permiten el ingreso de nuevos competidores con productos de dudosa procedencia.

##### *Amenaza de productos sustitutos*

Pronaca consideró como productos sustitutos de los caldos concentrados que ofrecen a todos los condimentos, sopas, caldos (deshidratados, naturales y precocinados) que se encuentran disponibles en el mercado. Mientras que en el análisis que realizó Tonicorp S.A. a esta fuerza le dio una ponderación media ya que los competidores han logrado elaborar productos similares pero debido al peso que tiene el nombre de la empresa se ha generado fácilmente la preferencia por parte de los consumidores, un claro ejemplo es que a pesar que otros competidores ofertan queso crema tradicional Toni se caracteriza por innovar su producto y posicionarlo mediante estrategias tal cual lo ha hecho con otros productos de la misma marca.

En esta fuerza los productos de La Ibérica son fáciles de sustituir ya que existe una gran variedad de productos como queso, mantequilla, huevos, mermelada mismos que pueden ser remplazados en distintos momentos como por ejemplo en el desayuno, almuerzo, fiestas por ser más baratos y esto provoca una reducción de ventas asimismo la participación en el mercado. En cuanto a los supermercados no se puede hacer

un análisis de un producto en específico debido a la variedad de productos que ofrecen, por lo que se realizó una comparación al momento de que los consumidores puedan elegir entre comprar en un supermercado, tienda o minimercado en su barrio. En la distribución de cervezas la empresa Transbuen S.A. abarca todas las marcas conocidas no se ha encontrado productos sustitutos que den la misma satisfacción que los productos que distribuye esta empresa.

#### **Poder de negociación de los proveedores**

Con respecto a esta fuerza Pronaca no debe de hacer mucho esfuerzo en cuanto a negociar con los proveedores ya que tiene gran parte de la infraestructura y materias necesarias para el proceso. Lo mismo sucede con Tonicorp y su marca Toni ya que la empresa también cuenta con planta de producción de lácteos y derivados que vienen de las fincas de su propiedad además de contar con una planta que se encarga de producir los envases utilizados para los productos, en el caso de requerir un ingrediente diferente piden a los proveedores nacionales con los cuales se han establecido acuerdos comerciales justos para contribuir al crecimiento de los sectores comerciales del país. Transbuen mantiene relaciones permanentes con proveedores reconocidos posicionados en el mercado local, nacional e internacional por lo que el poder de negociación es bajo ya que dispone de una línea de productos de acuerdo con los requerimientos del pedido. Al igual que la empresa antes mencionada los supermercados igualmente tiene un poder de negociación bajo ya que tiene proveedores de medianas, grandes y en mayor porcentaje los artesanos y microempresas. Con respecto a La Ibérica el nivel de negociación es bajo al igual que las demás empresas puesto que productos como pimienta, comino, nuez, canela, jengibre son importados de países como Brasil, Alemania, E.E.U.U y Colombia lo cual no es favorable para la empresa debido a los nuevos aranceles e impuestos establecidos por el gobierno mismo que no son negociables.

#### **Poder de negociación de los clientes**

El poder de negociación de los clientes de la empresa Pronaca están las grandes cadenas de supermercados como Mi comisariato, Supermaxi, Megamaxi, Tía entre otras representado así ventas con un 67% constituyendo su principal canal de comercialización. En esta fuerza Tonicorp S.A. tiene una ponderación media ya que a pesar de que Toni tiene una demanda alta de sus productos otorgando facilidades de pago para los clientes. De la misma forma La Ibérica tiene un poder de negociación bajo, porque la empresa no posee políticas crediticias para mayoristas y minoristas, adicional a esto tienen pocos puntos de ventas por lo que deben desarrollar estrategias desarrolladas del marketing mix. A diferencia de Transbuen que tiene un alto poder de negociación de los consumidores por lo cual puede cambiar fácilmente sino satisfacen las exigencias de este.

En los supermercados Supermaxi y Gran Aki no existen intermediarios para que pueda exigirse una negociación entre sí por esto Corporación Favorita busca innovarse ofertando servicios de calidad y dar beneficios a los clientes, por lo que ha abierto Contact Center para atención al cliente.

## **4. CONCLUSIONES**

Al finalizar el análisis sobre las fuerzas de Porter aplicadas en las cinco empresas del Ecuador se determinó que existen empresas con mayor competencia que otras, como principal respuesta se aduce a la falta de innovación, después de la investigación se ejemplifica al caso de La Ibérica, al saber que con las empresas vivimos en un mercado altamente competitivo tanto del interior como del exterior, adicional a ello su constante y creciente cambio.

Se identificó que la fuerza de Porter sobre la cual las empresas no tienen acertada influencia es el poder de negociación, fenómeno que se investigó y se concluye que obedece a que la mayoría de las empresas cuentan con infraestructura adecuada para poder obtener sus propias materias primas.

## **5. BIBLIOGRAFÍA**

- Aguilar, C. (2006). 5 FUERZAS DE PORTER. Universidad Autónoma Del Occidente, 1, 6. <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/cinco-fuerzas-porter/cinco-fuerzas-porter.pdf>
- Amezquita, J. (2011). Competitividad agroindustrial en El Carmen de Bolívar. <https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/4030>
- Bada, L., Ramírez, Z., & López, M. (2013). Competitividad de las pequeñas y medianas empresas (pymes) agroindustriales en cítricos de álamo, veracruz. *Investigación Administrativa*, 1, 16. <http://www.scielo.org.mx/pdf/ia/v42n111/2448-7678-ia-42-111-66.pdf>
- Barrera, G. (2020). Plan De Marketing Para El Distribuidor De Productos De Consumo Masivo "Comercial Barrera" En La Ciudad De Santo Domingo De Los Tsáchilas. *Pontificia Universidad Católica Del Ecuador*, 1(1), 26-27. [http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/18830/TESIS\\_GABRIELA\\_BARRERA.2020.pdf?Sequence=1&isallowed=y](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/18830/TESIS_GABRIELA_BARRERA.2020.pdf?Sequence=1&isallowed=y)
- Chacón, A. (2007). Desarrollo de un plan de marketing para la introducción y comercialización de concentrados de carne de pollo marca mr. Pollo". (235), 245. [http://digilib.unila.ac.id/4949/15/BAB II.pdf](http://digilib.unila.ac.id/4949/15/BAB%II.pdf)
- Embed, S. (2007, October 1). Análisis de las fuerzas de porter pronaca. Text of análisis de las fuerzas de porter pronaca. <https://dokumen.tips/documents/analisis-de-las-fuerzas-de-porter-pronaca.html>
- Encalada, R., Peñaherrera, D., & González, M. (2021). Los superalimentos como tendencia del mercado: Un análisis de las oportunidades para las empresas exportadoras. *INNOVA Research Journal*, 6(2), 157-179. <https://doi.org/10.33890/innova.v6.n2.2021.1627>
- Estolano, D., Calderón, M., Castillo, I., & Mendoza, J. (2013). El escenario de competencia de la industria gastronómica de Cancún basado en las cinco fuerzas de Porter. *El Periplo Sustentable*, 1(24), 67-97. <https://www.redalyc.org/pdf/1934/193424835004.pdf>
- García, A., & Haro, B. (2017). Plan de negocio para la introducción y comercialización en el año 2017, del queso

- crema con mermelada de frutilla tamaño 50g marca Toni de la empresa Tonicorp en la ciudad de Guayaquil. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 1, 160. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/6263/1/T-UCSG-PRE-ESP-IAV-229.pdf>
- Goicoechea, C., & Souto, J. (2018). Una aplicación del marco de las Cinco Fuerzas de Porter al grupo BMW. *Tecnología\_ Glosas de Innovación Aplicadas a La Pyme*, 7(2), 10–27. <https://doi.org/10.17993/3ctecno.2018.v7n2e26.10-27/>
- Gonzales, A., & Narváez, J. (2017). Diseño de un Plan estratégico para la expansión de la compañía Toni en el Mercado de la ciudad de Guayaquil. *Universidad de Guayaquil*, 1, 56. [https://issuu.com/adrianamaria270/docs/proyecto\\_integrador\\_de\\_saberes\\_mod](https://issuu.com/adrianamaria270/docs/proyecto_integrador_de_saberes_mod)
- Imbaquingo, J., & Muñoz, A. (2006). Diseño de un plan estratégico de mercadeo para una empresa distribuidora de alimentos caso. 1, 1–204 <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/372>
- Jaraba, E. (2018). Análisis SuperMaxi -La Favorita. *Academia.Edu*. [https://www.academia.edu/37490740/Analisis\\_SuperMaxi\\_-La\\_Favorita](https://www.academia.edu/37490740/Analisis_SuperMaxi_-La_Favorita)
- Lanuque, A. (2014). Las 5 fuerzas de Porter. *Academia*, 1, 31. [http://repositorio.ub.edu.ar:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3305/3541-marketing del audiovisual - las 5 fuerzas de porter - lanuque.pdf?sequence=1](http://repositorio.ub.edu.ar:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3305/3541-marketing_del_audiovisual_-_las_5_fuerzas_de_porter_-_lanuque.pdf?sequence=1)
- Leal, J. (2015). Modelo de competitividad para las empresas agroindustriales del municipio de Villavicencio “una mirada desde las fuerzas de Porter.” *Universidad Nacional de Colombia*, 1, 115. <http://bdigital.unal.edu.co/50771/>
- Leiva, R. (2015). Modelo de las cinco fuerzas de Porter. *Udgvirtual*, 1, 13. [http://148.202.167.116:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3043/Modelo\\_cinco\\_fuerzas s\\_Porter %281%29.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://148.202.167.116:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3043/Modelo_cinco_fuerzas_s_Porter_%281%29.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Michaux, S. (2017). *Las cinco fuerzas de Porter: Cómo distanciarse de la competencia con éxito - Stéphanie Michaux, Anne-Christine Cadiat - Google Libros. Economía y Empresa.*
- Mirella, A. (2018). Contenido 5 fuerzas de Porter la iberica. Free Download. <https://qdoc.tips/contenido5-fuerzas-de-porter-la-iberica-pdf-free.html>
- Pérez, J. (2011). Modelo de competitividad de las cinco fuerzas de Porter. *Academia*, 8, 7–10.
- Quezada, Á. (2019). Análisis de la cadena de valor en el sector de supermercados e hipermercados del cantón Cuenca y generación de estrategias competitivas caso Supermaxi y Gran Akí. *Universidad de Azuay*, 1, 136. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/8871/1/14519.pdf>
- Rivadeneira, G. (2016). Las estrategias de comercialización como eje de los procesos de concentración: Análisis del sector retail del Ecuador 2004-2014. *Pontificia Universidad Católica Del Ecuador Facultad de Economía*, 1, 86. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/8871/1/14519.pdf>
- Rodriguez, J., & Bonilla, Z. (2014). Caso Supermaxi. *Gestión General*. <https://fdocuments.ec/document/caso-supermaxi-respuesta.html>
- Velásquez. (2017). Plan de emprendimiento para la creación de una pyme distribuidora de productos de consumo masivo en la ciudad de machala. *Revista machala*, 1, 1–25. [Http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12901/1/ecuace-2018-mkt-de00137.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12901/1/ecuace-2018-mkt-de00137.pdf)
- Veliz, K. (2018). Diseño De Estrategias Para Asegurar El Posicionamiento Competitivo Del Supermercado Super Aki En La Ciudad De Machala. *Unidad Académica de Ciencias Empresariales*, 1, 27. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12097/1/ECUACE-2018-EC-CD00081.pdf>
- Voelo, M. (2015, October 6). Cinco fuerzas de porter - análisis del entorno. <https://1library.co/article/cinco-fuerzas-de-porter-analisis-del-entorno.z3dk17dy>

# VALORACIÓN DEL CONTENIDO SEMINAL DE DOS RAZAS OVINAS TROPICALES Y DOS TIPOS DE DILUYENTES PARA SU CRIOCONSERVACIÓN

Artículo Original

ASSESSMENT OF THE SEMINAL CONTENT OF TWO TROPICAL SHEEP BREEDS AND TWO TYPES OF EXTENDERS FOR CRYOCONSERVATION

Chunata, Shyrley Vanessa <sup>1</sup>\*; Díaz, Hermenegildo <sup>2</sup>; Hernández, Edgar Washington <sup>2</sup>

Recibido: 16/02/2022 · Aceptado: 22/03/2022

## RESUMEN

En la EE Pastaza de la ESPOCH se valoró el contenido seminal de dos razas ovinas tropicales y dos tipos de diluyentes para su crioconservación. Se utilizaron dos machos adultos con una edad promedio de 31 meses y un peso aproximado de 73 kg. Las características seminales se evaluaron en dos momentos, antes y después de la crioconservación. En el primer momento se utilizó estadística descriptiva en las variables cualitativas y la prueba t de student para variables cuantitativas. En el segundo momento se aplicó un DCA con arreglo combinatorio, en donde el Factor A corresponde a la raza (A1: Pelibuey y A2: Black Belly) y el Factor B a los diluyentes (B1: Andromed y B2: One step). En el primer momento los resultados mostraron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ) en el volumen. En el segundo momento se presentaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en la motilidad individual. Se concluyó que las características macroscópicas y microscópicas en semen fresco son las apropiadas, además que el contenido seminal del macho A2 es más resistente a la crioconservación. Se recomienda establecer protocolos y métodos de congelación adecuados para la especie.

*Palabras clave:* Semen, ovino, tropical, crioconservación.

## RESUMEN

In ESPOCH's EE Pastaza the seminal content of two tropical sheep breeds and two types of diluents was evaluated for cryopreservation. Two adult males with an average age of 31 months and an approximate weight of 73 kg were used. The seminal characteristics were evaluated at two moments, before and after cryopreservation. In the first moment, descriptive statistics were used in the qualitative variables and the student's t test for quantitative variables. In the second moment, a DCA with a combinatorial arrangement was applied, where Factor A corresponds to the breed (A1: Pelibuey and A2: Black Belly) and Factor B to the diluents (B1: Andromed and B2: One step). At the first moment, the results showed significant statistical differences ( $P > 0.05$ ) in volume. In the second moment there were significant differences ( $P < 0.05$ ) in individual motility. It was concluded that the macroscopic and microscopic characteristics in fresh semen are appropriate, in addition that the seminal content of the A2 male is more resistant to cryopreservation. It is recommended to establish protocols and freezing methods suitable for the species.

*Palabras clave:* Semen, sheep, tropical, cryoconservation.

<sup>1</sup> Investigadora independiente.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba EC060150, Ecuador  
Correspondencia: shirley-95-vanne@outlook.com  
ORCID: 0000-0003-0671-1463

## 1. INTRODUCCIÓN

La población nacional de ovinos es aproximadamente de 356,000 cabezas (INEC, 2018) compuesto por el 95,78% en la región Sierra, 3,73% en la región Costa y el 0,45% en región Amazónica, cabe destacar el descenso que está sufriendo la producción ovina en la región Amazónica, según Censo Nacional Agropecuario en el año 2000 existía 8,334 cabezas, en la actualidad según (INEC, 2018) se registran datos de 1,598 cabezas. Como alternativa los ovinos por sus características innatas como la adaptabilidad, rusticidad y sobriedad son capaces de producir a pesar de estar expuestos a condiciones deplorables, por lo cual, la producción ovina podría ser una de las soluciones al incremento de la demanda de productos y subproductos producidos por esta especie.

En los últimos años la producción ovina ha venido dando un giro de desarrollo en el ámbito nutritivo y sanitario obviándose de uno de los pilares fundamentales que es la reproducción animal, ya sea esto por la poca o nula introducción de técnicas reproductivas aplicadas en esta especie que dificultan el incrementar y potencializar esta producción ganadera. Existe un desconocimiento del uso y aplicación de biotecnologías reproductivas en esta especie, la cual ha decrecido circunstancialmente debido al bajo aporte genético, trayendo como consecuencia la pérdida de recursos zoo genéticos, es por ello que los productores se ven obligados a diseñar estrategias de manejo destinadas a su mejoramiento genético.

Por tal razón, la aplicación de nuevas biotecnologías reproductivas como son la Inseminación Artificial (IA), favorece de sobremana el accionar diario del pequeño productor, más aún cuando se trata de incrementar la productividad, la aplicación de esta biotecnología tiene como propósito el ayudar a reducir costos de producción con la finalidad de obtener productos de calidad, incrementar el valor genético de los animales y así incrementar los ingresos económicos en los hogares para mejorar la calidad de vida de la población.

Con relación a lo expuesto, es necesario el aporte constante de investigaciones en el ámbito reproductivo de la especie, ya que las mismas no presentan mayor desarrollo en comparación con otras especies de abasto, por lo que la inclusión de técnicas como conservación del material genético, tiene como finalidad mantener en congelación el contenido seminal de los mejores reproductores de cada raza o propósito zootécnico, por uno, dos o muchos años, dándole así un gran paso al desarrollo genético ovino en el Ecuador.

El presente estudio buscó valorar el contenido seminal de dos razas de ovinos tropicales, así como evaluar dos tipos de diluyentes comerciales para su crioconservación. Además, se planteó determinar si la raza influye en la calidad seminal y es más propensa a resistir la congelación, para ello se realizaron evaluaciones pre y post congelación con la finalidad de identificar y comparar las variables planteadas para el estudio.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se desarrolló en la Estación Experimental Pastaza perteneciente a la Escuela Superior

Politécnica de Chimborazo- Facultad de Ciencias Pecuarias; ubicada en el kilómetro 32 vía al Puyo- Macas, Parroquia Simón Bolívar. Las evaluaciones post congelación se realizaron en el Laboratorio de Reproducción Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH; este duró 90 días.

Las características del semen se evaluaron en dos momentos, antes y después del proceso de crioconservación. Las técnicas estadísticas usadas en semen fresco fueron las de estadística descriptiva para las variables cualitativas y t de student para las variables cuantitativas. En las variables del semen post congelación se aplicó un diseño completamente al azar con arreglo combinatorio, en donde el Factor A es la raza (A1: Pelibuey y A2: Black Belly) y el Factor B los diluyentes (B1: Andromed y B2: One step) y la interacción (A1B1: Pelibuey - Andromed; A1B2: Pelibuey - One step; A2B1: Black Belly - Andromed y A2B2: Black Belly - One step), donde el tamaño de la Unidad Experimental fue de una extracción, es decir, se trabajó con 4 repeticiones por tratamiento, dándonos un total de 16 unidades experimentales.

### *Mediciones experimentales*

En el presente estudio se realizaron las siguientes mediciones experimentales correspondientes a cada uno de los momentos (pre y post congelación):

- Semen fresco: Color, olor, pH, motilidad masal, (%), motilidad individual, (pts), concentración espermática, (spz/ml), células vivas-muertas, (%), morfología, (%)

- Semen post congelación: Motilidad masal (%), motilidad individual (puntos), viabilidad espermática (%).

### *Metodología*

#### *Selección de los reproductores*

Para la selección de los reproductores se realizó una evaluación de la condición corporal y circunferencia escrotal.

La condición corporal se evaluó de forma subjetiva, observando fenotípicamente, de pie: vista de frente, vista de perfil (columna vertebral, línea ventral), vista de atrás y vista de arriba; y observación sentado: revisión de la cabeza, revisión del aparato reproductor (Peña, 2018).

La circunferencia escrotal se midió utilizando una cinta métrica.

#### *Extracción de semen*

La extracción de semen se realizó utilizando un electroeyaculador de marca ElectroJac modelo ElectroJac III, el cual presenta una regulación de voltaje automática en pulsos que van desde los 8 hasta los 20 voltios.

#### *Evaluación del semen fresco*

Los parámetros de evaluación macroscópica del semen se evaluaron con las recomendaciones de (Gómez, 2013) en donde se sugiere:

*Volumen:* Se observa directamente sobre el tubo graduado. El volumen puede variar entre 1.5 y 3 ml.

**Color:** Se consideran normales los colores que van del blanco al amarillento al blanco crema, siendo patológicos los colores rosado, amarronado y verdoso.

**pH:** Se evalúa extrayendo una gota de semen del tubo y colocándola sobre una tira indicadora de pH. Se considera un pH normal, entre 6.2 y 6.8. No se deberá introducir la tira dentro del tubo para no alterar el semen con el reactivo de la misma.

**Olor:** El olor del semen se evalúa al momento de ser extraído, percibiéndolo directamente del tubo de recolección. Se estima un olor neutro (no desagradable) como un valor normal, y se descartan las muestras que presenten olores desagradables o a orina.

Los parámetros de evaluación microscópica del semen se evaluaron utilizando un microscopio binocular marca Boeco modelo BM-120 y una platina térmica para microscopio marca GredMed modelo 4503000 regulada a una temperatura de 37oC. Además, se usó una micropipeta marca Oxford Lab Products modelo A18195561.

**Motilidad masal, (%):** Se tomó 10 µl de muestra de semen fresco y se evaluó al microscopio (lente 10x), observando ondas de movimiento de los espermatozoides que aprecian el porcentaje de espermatozoides móviles bajo la referencia de la Tabla 1.

Tabla 1. Valoración de motilidad masal de semen fresco.

Calidad	Movimiento	Porcentaje
Muy Bueno	Movimiento masivo muy marcado y rápido.	70-100
Bueno	Movimiento aparente pero moderado	50-69
Suficiente	Ondas apenas apreciables	30-49
Pobre	No muestra ondas	Menor de 30

(Angelino, J. 2009 citado por Barragán, I. 2017).

**Motilidad individual, (pts):** Se tomó 10µl de muestra del semen fresco y se evaluó al microscopio (lente 40x), en esta evaluación se visualizó la velocidad progresiva de desplazamiento hacia delante de los espermatozoides vivos, teniendo una calificación como mínimo 0, y como máximo 5 puntos como se muestra en la Tabla 2.

**Concentración espermática, (spz/ml):** Se utilizó el método de conteo en la cámara de Neubauer en donde realizó una dilución 1:400 correspondiente a 2,5µl de semen en 2ml de agua bidestilada, posteriormente se enfocó en el microscopio con un aumento de 10x y se realizó el conteo de espermatozoides en 5 cuadros para posteriormente calcular la concentración espermática mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$CE = \text{Espermatozoides contados en 5 cuadros} \cdot 5 \cdot 10 \cdot 1000 \cdot 400 \quad [1]$$

En donde se considera a la suma de los espermatozoides contados en los 5 cuadros, multiplicados por 5 correspondiente al valor de cuadros contabilizados, multiplicado por 10 correspondiente a la altura que posee la cámara, multiplicado

Tabla 2. Escala de medición subjetiva de la motilidad individual progresiva.

Calificación	Característica
0	Los espermatozoides no se mueven
1	Los espermatozoides se mueven en el lugar, giran sobre sí mismos.
2	Los espermatozoides se trasladan brevemente, pero "se quedan"
2,5	Los espermatozoides se trasladan, puedo seguir su trayectoria con la vista.
3	Los espermatozoides se trasladan, es difícil seguir su trayectoria con la vista.
4	Los espermatozoides se trasladan a mucha velocidad, prácticamente no puedo seguir su trayectoria con la vista, "los veo pasar"
5	Los espermatozoides se trasladan a tanta velocidad que no puedo seguir su trayectoria con la vista, "no los veo pasar"

(Cueto *et al.*, 2016).

por 1000 correspondiente al factor de transformación de microlitros a mililitros y multiplicado por 400 correspondiente a la dilución utilizada para la preparación de la muestra.

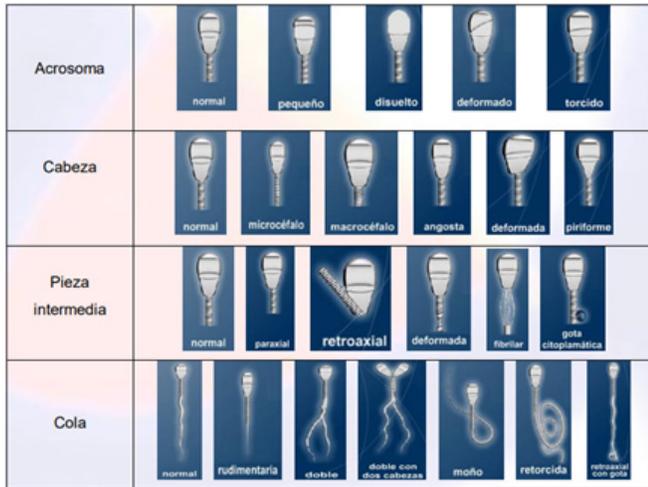
**Células vivas-muertas, (%):** Se preparó una placa con 5 µl de semen y 5µl del colorante eosina-nigrosina, se homogenizó la muestra y se procedió a realizar una extensión de la misma sobre toda la placa a manera de frotis. El principio de la técnica consiste en que el colorante ingresa a la célula espermática muerta debido al daño en su membrana lo que refleja una coloración rosa mientras que en células vivas el colorante no ingresa lo que refleja una coloración transparente al ser evaluada en el microscopio con un lente de 40x. Se evalúa el número de células vivas y muertas en 5 campos y para el cálculo del porcentaje se aplicaron las siguientes fórmulas:

$$\% \text{ C. vivas} = \frac{\text{Suma de los 5 campos (spm vivos)}}{\text{Número de spm totales en 5 campos}} \times 100 \quad [2]$$

$$\% \text{ C. muertas} = \frac{\text{Suma de los 5 campos (spm muertos)}}{\text{Número de spm totales en 5 campos}} \times 100 \quad [3]$$

**Morfología, (%):** Utilizando la misma placa preparada para la determinación de células vivas – muertas se procedió a evaluar morfología espermática, en donde se consideraron tanto anomalías primarias como secundarias según lo indicado en la Fig. 1.

Figura 1. Morfoanomalías del espermatozoide (Valdez, D. 2013)



Para el cálculo del porcentaje se usaron las siguientes fórmulas:

$$\% \text{ spm anormales} = \frac{\text{suma de los 5 campos (spm anormales)}}{\text{Número de spm totales en 5 campos}} \times 100 \quad [4]$$

$$\% \text{ spm normales} = 100\% - \% \text{ spm anormales} \quad [5]$$

#### Crioconservación de semen

Para el proceso de crioconservación se utilizaron dos tipos de diluyentes comerciales los cuales fueron preparados según las indicaciones de los fabricantes. Posterior a la extracción y evaluación de semen fresco se realizó una predilución 1:1 que consiste en añadir la misma cantidad de diluyente al eyaculado obtenido, para este caso el eyaculado se dividió en dos fracciones iguales para poder adicionar cada uno de los diluyentes. Se dejó reposar a temperatura ambiente (21°C) esta predilución durante minutos para que el diluyente pueda ingresar al interior de la célula espermática y reemplace al agua intracelular; transcurrido este tiempo se procedió a realizar el cálculo del número de dosis seminales a obtenerse con la aplicación de las siguientes fórmulas:

$$\text{Total de espermatozoides viables} = \frac{\text{Volumen de eyaculado} * \text{Concentración espermática} * \text{Morfología normal} * \text{Motilidad individual}}$$

$$\text{Total de dosis} = \frac{\text{Total de espermatozoides viables}}{30 \text{ millones} * } \quad [7]$$

\*Concentración deseada por cada dosis seminal

$$\text{Volumen final} = \frac{\text{Total de dosis}}{4 * } \quad [8]$$

\*Corresponde al factor usado para pajillas de 0,25 cc

$$\text{Volumen final de diluyente} = \frac{\text{Volumen final} * \text{Volumen eyaculado}}{\text{Volumen de diluyente en predilución}}$$

El semen fue envasado en pajillas de 0,25cc con una concentración de 30 millones de espermatozoides por dosis utilizando una jeringa adaptada para succionar el semen, el sellado se realizó con polvo polivinílico. Las pajillas envasadas se mantuvieron en refrigeración a 4°C durante 3 horas en un refrigerador marca Mabe modelo RMT35YBE1 para su estabilización. Posteriormente se realizó la congelación en la cual las pajillas se colocaron en un rack el cual es introducido en un cooler con 2 cm de nitrógeno líquido. El descenso de temperatura se realizó en relación a los siguientes valores y tiempos: primer descenso de 4 °C a -6 °C durante 10 minutos (velocidad -1 °C/min), esto se logró colocando el rack a 6 cm del nitrógeno líquido. Segundo descenso de -6 °C a -196 °C en 4 minutos (velocidad -47.50 °C/min), esto se logró colocando el rack a 2 cm del nitrógeno líquido. Realizado este descenso se sumergen las pajillas en el nitrógeno líquido del cooler para terminar con su congelación y colocarlas en el tanque de almacenamiento.

#### Evaluación de semen post congelación

La descongelación del semen se realizó en un termo de descongelación automático marca Cito Thaw modelo AI CT -12-36 a una temperatura de 37 °C durante 45 segundos.

**Motilidad masal, (%)**: Se tomó 10µl de cada uno de los tratamientos (A1B1; A1B2; A2B1; A2B2) y se evaluó al microscopio con un lente de 10x.

**Motilidad individual, (pts)**: Se tomó 10µl de muestra del semen, de cada uno de los tratamientos (A1B1; A1B2; A2B1; A2B2) y se evaluó al microscopio con un lente de 40x.

**Viabilidad espermática, (%)**: Se preparó una placa con 5 µl de semen y 5µl del colorante eosina-nigrosina, se homogenizó la muestra y se procedió a realizar una extensión de la misma sobre toda la placa a manera de frotis. El principio de la técnica consiste en que el colorante ingresa a la célula espermática muerta debido al daño en su membrana lo que refleja una coloración rosa mientras que en células vivas el colorante no ingresa lo que refleja una coloración transparente al ser evaluada en el microscopio con un lente de 40x. Se evalúa el número de células vivas y muertas en 5 campos y para el cálculo del porcentaje se aplicaron las siguientes fórmulas:

$$\% \text{ C. vivas} = \frac{\text{Suma de los 5 campos (spm vivos)}}{\text{Número de spm totales en 5 campos}} \times 100 \quad [10]$$

$$\% \text{ C. muertas} = \frac{\text{Suma de los 5 campos (spm muertos)}}{\text{Número de spm totales en 5 campos}} \times 100 \quad [11]$$

$$\text{Viabilidad espermática (\%)} = \% \text{ células vivas} - \% \text{ células muertas} \quad [12]$$

### 3. RESULTADO Y DISCUSIÓN

#### Evaluación del semen fresco

##### Volumen

Al realizar el análisis de la variable volumen, se registraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), entre las medias de los tratamientos, alcanzando el valor más alto de 1,83 ml para las muestras seminales del carnero Pelibuey; y el valor más bajo con 1,43 ml correspondientes al reproductor de la raza Black Belly, Tabla 3.

Tabla 3. Evaluación del volumen seminal obtenido de las eyaculaciones de ovinos Pelibuey y Black Belly.

Variable	Tratamientos		E.E.	C.V. (%)	Prob.	Sig.
	Black Belly	Pelibuey				
Volumen semen, ml	1,43 b	1,83 a	0,09	10,51	0,0162	*

E.E.: Error Estándar

C.V.: Coeficiente de Variación

aa: Letras iguales no existe diferencias significativas

ab: Letras distintas existe diferencias significativas ( $P < 0,05$ )

Con respecto a los resultados obtenidos en la presente investigación (Cueto, 2014) indican que en promedio el carnero tiende a eyacular una cantidad de semen que oscila entre 0,75 a 2 ml, además esto va a variar por factores como la edad del semental, condiciones climáticas, raza, la adaptación del semental, frecuencia de extracción del semen e incluso por la habilidad del técnico (López, 2014), en el estudio del efecto de la raza, edad y época sobre la capacidad reproductiva del carnero con machos Pelibuey en edad promedio de 34 meses, determinó volúmenes de eyaculados de  $0,48 \text{ ml} \pm 0,30$ , bajo condiciones del trópico, al igual que (Avilés, 2018), en ovinos Pelibuey reportó un volumen de  $1,51 \pm 0,37$  ml, siendo estos valores similares a los obtenidos en el presente estudio.

Los resultados expuestos anteriormente son superiores a los obtenidos por (Guerrero, 2012), quien al estudiar el uso de dilutores hipertónicos en la criopreservación del semen ovino de la raza Black Belly de 2 a 3,5 años de edad en el Valle de Lima, reportó valores promedios de  $1,1 \pm 0,1$  ml.

Además, (Orellana, 2009), quien al evaluar Características Seminales e Integridad de la Membrana Espermática Post Refrigeración en carneros Black Belly con una edad aproximada de 3,5 años estimados, presento un volumen de eyaculado de  $1,43 \text{ ml} \pm 0,58$ , siendo estos valores similares a los obtenidos en la Estación Experimental Pastaza.

##### Color

La coloración que presentaron los eyaculados del ovino de la raza Pelibuey en las cuatro extracciones seminales fue de un blanco lechoso (BL), (Tabla 4); el ovino de la raza Black Belly en las cuatro extracciones presentó una coloración

seminal blanco cremoso (BC) (Tabla 5). Estos resultados se evaluaron de forma subjetiva, es decir, directamente con la apreciación visual.

Tabla 4. Evaluación seminal macroscópica de ovinos de la raza Pelibuey

Característica	Promedio	DS
Número de eyaculados	4	-
Color	Blanco lechoso	-
Olor	Sui generis (neutro)	-
Ph	7	0,0

DS: Desviación standard

Tabla 5. Evaluación seminal macroscópica de ovinos de la raza Black Belly

Características	Promedio	DS
Número de eyaculados	4	-
Color	Blanco cremoso	-
Olor	sui generis	-
pH	7	0,0

DS: Desviación standard

Respecto a los resultados obtenidos (Cueto, 2016), manifiestan que el color del semen en los ovinos debe ser blanco-lechoso o cremoso pálido, aunque también puede tomar una coloración blanquecina-amarillenta, siendo las mismas predictoras de una muestra seminal de buena calidad teniendo y a su vez se tiene una relación directa entre la intensidad del color y la riqueza espermática.

Además, (Durán, 2008), menciona que el semen del carnero normalmente es de color blanco lechoso o crema pálido, pudiendo variar de unos eyaculados a otros, aún del mismo semental, siendo estas son características propias de cada especie.

Los resultados obtenidos son similares a los reportados por (Avilés, 2018), quien al realizar estudios sobre las características del semen en diferentes razas de Ovinos determinó que la coloración presente en las muestras seminales de las razas, Black Belly, Pelibuey, Charoláis, Kathadin y Dorper, presentaron una tonalidad del 100% blanco cremoso en todas las razas.

##### Olor

Las muestras seminales provenientes de los ovinos Pelibuey y Black Belly, presentaron un olor sui generis o proteico neutro característico de la especie, como se indica en las Tablas 4 y 5. Estos resultados son similares a los obtenidos por (Avilés, 2018), quien reportó un olor sui generis en las muestras seminales evaluadas para el estudio sobre las características del semen en diferentes razas de Ovinos.

De igual manera, (Escudero, 2015), quien, al realizar preservación de semen ovino mediante vitrificación y

congelamiento lento, utilizando diferentes diluyentes comerciales reporto un olor proteico neutro característico en el semen de esta especie, libre de olores desagradables que podrían ser provocados por contaminación bacteriana.

*pH*

El análisis del pH en el semen ovino de las muestras recolectadas, provenientes de las razas Pelibuey y Black Belly, reportaron promedios de  $7 \pm 0$ , siendo este un pH neutro, considerándose que no hubo diferencias significativas en los eyaculados de cada raza, Tablas 4 y 5.

El pH seminal de la especie ovina distintamente del propósito zootécnico de cada una de las líneas genéticas es por general neutro a levemente alcalino, que tiene el objetivo de neutralizar la acidez que se encuentra en el tracto reproductivo de la hembra, los valores pueden ser alterados por tiempo de almacenamiento y método de recolección del semen, además este es indicativo de un material seminal adecuado, ya que si se hubiera detectado valores mayores o inferiores (alcalino - ácido) se considera como semen de escasa fertilidad y baja concentración y motilidad, tal como lo reporta (Orellana, 2009).

Los resultados obtenidos son similares a los reportados por (Cabera, 2010), quien registró en su investigación un pH neutro, utilizando la misma metodología del presente estudio, para la valoración de este parámetro. Por otro lado (Tapia, 2014), al realizar la Valoración Seminal en Ovinos de Raza Corriedale y Mestizos registró para los dos valores de 7 en cuanto al pH de las muestras seminales.

*Motilidad masal*

La valoración microscópica de la motilidad masal, (Tapia, 2014) en las diferentes observaciones realizadas no registró diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ), entre las medias de los tratamientos, obteniendo el 91,25 %, para las muestras seminales del carnero Pelibuey, y 95,25 % para el carnero de la raza Black Belly, Tabla 6.

Tabla 6. Evaluación microscópica de los eyaculados obtenidos de ovinos Pelibuey y Belly antes de ser sometidos a dilución y crioconservación.

Variable	Tratamientos				C.V. (%)	Prob.	Sig.
	Black Belly	Pelibuey	E.E.				
Motilidad masal, %	95,25	a 91,25	a	2,16	4,62	0,2374	ns
Motilidad individual, %	4,75	a 4,50	a	0,27	11,68	0,5370	ns
Concentración, spz/ml	2540,50	a 2329,5	a	318,94	26,20	0,6564	ns
Células vivas/muertas, %	97,25	a 94,00	a	2,24	4,69	0,3451	ns
Morfología	95,35	a 94,90	a	0,60	1,25	0,6131	ns

E.E.: Error Estándar

C.V.: Coeficiente de Variación

aa: Letras iguales no existe diferencias significativas

ab: Letras distintas existe diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

Encontrándose estos resultados dentro de los rangos aptos para su conservación, pues, según (Cueto, 2016), recomienda que para proceder al congelamiento de un eyaculado su motilidad masal debe ser igual o mayor de 3,5 pts, es decir  $\geq 70\%$ , sabiendo que 5 pts equivale al 100%.

Los resultados obtenidos en la presente investigación son similares a los registrados por (López, 2014), quienes, en su investigación sobre el efecto de Factores Ambientales y Variación Individual en la Capacidad Reproductiva del carnero, determinaron el 92 % de motilidad masal para las muestras seminales frescas.

A diferencia de los resultados obtenidos por (Velasco, 2011), quien registró una motilidad masal de 85%, evaluada en semen fresco de Pelibuey, al realizar el estudio de la determinación de sub poblaciones espermáticas por motilidad en ovinos de pelo, siendo estos resultados inferiores a los de la presente investigación.

*Motilidad individual*

La valoración microscópica de la variable motilidad individual, observada en las muestras seminales de los ovinos no registro diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ), existiendo diferencias numéricas entre las medias de los tratamientos, reportando el mayor valor en la raza Black Belly con 4,75 puntos, mientras que en las muestras de semen del carnero Pelibuey se obtuvo medias de 4,5 puntos, siendo este el menor valor, Tabla 6.

Estos resultados se presentan superiores a los reportados por (7), quienes al evaluar el uso de diferentes dilutores en Crioconservación de Semen Ovino, en muestras de semen fresco del mes de abril y julio presentan valores  $3,5 \pm 0,1$  puntos en carneros Black Belly.

López *et al.*, (2016), obtuvo resultados de 4,31 puntos para las muestras seminales frescas pertenecientes al macho de la raza Pelibuey; a diferencia de (14), quien en el estudio Aplicación de Técnicas de Biotecnología Reproductiva en Ovejas Mestizas determino una motilidad individual en semen fresco de 5 puntos en la raza Rambouillet y Poll Dorset, siendo estos resultados similares al presente estudio.

*Concentración espermática*

La concentración espermática, promedio por unidad de volumen (ml), de las muestras obtenidas en los ovinos no registro diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ), entre las medias de los tratamientos, reportando en la raza Pelibuey una concentración espermática de  $2329,5 \times 10^6$  spz/ml, mientras que en el ovino Black Belly para la misma variable se obtuvo  $2540,5 \times 10^6$  spz/ml.

En relación a los resultados obtenidos Duran *et al.*, (2008), menciona que la determinación de la concentración

espermática es muy importante, ya que la relación en la dilución depende de ella, al mismo tiempo indica que el semen del carnero de buena calidad contiene entre 2,5 a 5,0 mil millones de espermatozoides/ml. Estos resultados son similares a los obtenidos por Orellana (2009), quien al valorar la concentración espermática reportó valores de  $2\,458,89 \times 10^6$  spz/ml  $\pm 903,65$  en ovinos de la raza Black Belly. Al igual que López *et al.*, (2014), quienes en muestras seminales frescas de los carneros Pelibuey obtuvieron una concentración espermática de  $2964 \pm 103 \times 10^6$  spz/ml, y en los carneros Black Belly se determinaron una concentración de  $3059 \pm 114 \times 10^6$ .

Por otro lado, según el estudio de Características del Semen en Diferentes Razas de Ovinos, realizado por Avilés (2018), manifiesta que la concentración espermática en las muestras seminales del ovino Pelibuey reportó un promedio de  $562,50 \pm 50 \times 10^6$  spz/ml, mientras que para el reproductor Black Belly, se registró una concentración espermática de  $826,67 \pm 323,02 \times 10^6$  spz/ml, siendo estos resultados inferiores a los reportados en la presente investigación.

#### Células vivas – muertas

Esta variable no registró diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ), existiendo solo diferencias numéricas entre las medias de los tratamientos, identificando el mayor valor de 97,5 % en las muestras seminales provenientes del ovino Black Belly, a diferencia del 94 %, obtenido en las muestras de semen del reproductor Pelibuey. Con respecto al porcentaje de células muertas este reportó el 2,5% y 6% respectivamente.

Respecto a los resultados obtenidos (Escudero, 2015), indican que al congelar el semen debe existir un buen porcentaje de células vivas en relación a las células muertas, ya que solo alrededor del 50% de los espermatozoides mantienen su viabilidad luego de la descongelación. (Guerrero, 2012), en la evaluación microscópica del semen en el cálculo del porcentaje de células vivas y muertas, reporta valores de  $90,2 \pm 3,8$  % de células vivas y 9,8 % de células muertas en carneros Black Belly, al igual (Avilés, 2018), quien determinó un porcentaje de células vivas y muertas de  $75,24 \pm 9,44$  en muestras seminales del macho Pelibuey, en cambio en el Black Belly arrojó resultados de  $92,45 \pm 2,35$ , valores que son inferiores a los reportados en la presente investigación.

En el estudio de (Orellana, 2009), se determinó que en la valoración microscópica del semen en fresco la variable células vivas-muertas reportó datos de 80,19% espermatozoides vivos y 19,81% de células muertas, en la raza Black Belly, los cuales son inferiores con los del estudio. Por otro lado, (Escudero, 2015), en la investigación Preservación de Semen Ovino mediante Vitricación y Congelamiento Lento, Utilizando Diferentes Diluyentes, encontró  $99,58 \pm 0,51$  en muestras seminales frescas de machos Corriedale, siendo estos superiores a los obtenidos en la investigación.

#### Morfología

Se presentaron promedios de 94,9% de espermatozoides normales y del 5,1% de espermatozoides anormales en

las muestras del semen del ovino de raza Pelibuey (Tabla 7), mientras que las muestras seminales de la raza Black Belly arrojaron resultados de 95,35% de espermatozoides con estructura normal, determinando que 4, 65% de los espermatozoides son anormales, (Tabla 7). No se registran diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ) entre las medias de los tratamientos, reportándose anomalías espermáticas como: microcefalia, colas de látigo, enrollada, doblada y sin cola.

Tabla 7. Morfología espermática de semen de ovinos Black Belly y Pelibuey

Anormalidades Espermáticas	Black Belly	Pelibuey
Microcefalia	0,05	-
<i>Cola</i>		
Cola de látigo	0,9	1,1
Cola enrollada	1,6	1,4
Cola doblada	1,9	2,5
Sin cola	0,05	-
Cola corta	0,1	0,1
<i>Total de anomalías (%)</i>	<i>4,6</i>	<i>5,1</i>

(Orellana, 2009), considera normal los eyaculados de 5 – 9 % de anormales, ya que el porcentaje de espermatozoides vivos se considera alto y guarda relación con el movimiento progresivo.

Estos valores son inferiores a los indicados por (Guerrero, 2009), en su investigación en cuanto a la morfología reportó valores 98,2% de espermatozoides normales en muestras seminales de machos Black Belly con  $1.8 \pm 0.7$  de anomalías. Siendo a su vez superiores a los (Viteri, 2015), quien en su estudio determinó 93,06% de espermatozoides normales y el 6,94% de espermatozoides con anomalías como macrocefalos, doble cola y cola látigo.

La determinación del porcentaje de la morfología y anomalías según (Castro, 2017), en su investigación de la Calidad del Semen Refrigerado de Carneros Assaf y Black Belly, determinó en muestras de semen fresco valores de  $6.94 \pm 1.57$  de espermatozoides anormales y 93,06 % espermatozoides normales en machos Black Belly de 3,5 años de edad, valores que son similares a los reportados en la presente investigación.

#### Evaluación del semen post congelación

##### Motilidad masal

De acuerdo a la raza (Factor A)

Al analizar la variable no se registran diferencias estadísticas entre las medias del factor A, reportando el mayor porcentaje para las pajuelas provenientes del carnero Black Belly con 13,75%, a diferencia del menor valor registrado por las dosis seminales del reproductor Pelibuey, con 11,67 %, como se indica en la Tabla 8.

Tabla 8. Evaluación microscópica del semen post congelación de ovinos Pelibuey y Black Belly

Variables	Raza				E.E.	Prob.	Sig.
	Factor A						
	Pelibuey	Black Belly					
M.m (%)	11,67	a	13,75	a	1,34	0,29	ns
M.i (pts)	1,17	b	1,38	a	0,07	0,045	*
V (%)	12,07	a	14,08	a	1,44	0,34	ns

M.m: Motilidad masal, (%)  
 M.i: Motilidad individual, (pts)  
 V: Viabilidad espermática (%).  
 E.E: Error estándar

Prob. >0,05: no existen diferencias estadísticas.  
 Prob. <0,05: existen diferencias estadísticas.  
 Prob. < 0,01: existen diferencias altamente significativas

*De acuerdo al diluyente (Factor B)*

El efecto de los diluyentes comerciales en la conservación seminal, no se reportó diferencias estadísticas (P>0,05), entre las medias del factor B, registrando para el diluyente Andromed valores de 12,29%, a comparación de diluyente seminal One Step para el que se obtuvo el 13,13 % de motilidad masal (Tabla 9).

Tabla 9. Evaluación microscópica del semen post congelación de ovinos Pelibuey y Black Belly

Variables	Diluyente				E.E.	Prob.	Sig.
	Factor B						
	Andromed	One Step					
M.m (%)	12,29	a	13,13	a	1,34	0,67	ns
M.i (pts)	1,21	a	1,33	a	0,07	0,20	ns
V (%)	12,34	a	13,81	a	1,44	0,48	ns

M.m: Motilidad masal, (%)  
 M.i: Motilidad individual, (pts)  
 V: Viabilidad espermática (%).  
 E.E: Error estándar

Prob. >0,05: no existen diferencias estadísticas.  
 Prob. <0,05: existen diferencias estadísticas.  
 Prob. < 0,01: existen diferencias altamente significativas

*De acuerdo a la interacción (Factor Ax B)*

De acuerdo a la interacción factores A x B (razas ovinas y tipos de diluyentes comerciales) no se presentaron diferencias estadísticas (P>0,05), entre los tratamientos, pero si existieron diferencias numéricas, reportando el mayor porcentaje de motilidad masal del 15 % para el tratamiento A2B2, a diferencia del menor valor que se obtuvo en el tratamiento A1B2, con 11,25 %, como se indica en la Tabla 10. Lo que nos lleva a deducir que no existió en el proceso de conservación seminal una relación directa entre las razas ovinas y los componentes que constituyen los diluyentes comerciales utilizados en la presente investigación.

Tabla 10. Evaluación microscópica del semen post congelación de ovinos Pelibuey y Black Belly

Variables	Pelibuey				Black Belly				E.E.	Prob.
	Interacción (A x B)				Interacción (A x B)					
	Andromed	One Step	Andromed	One Step	Andromed	One Step	Andromed	One Step		
M.m (%)	12,08	a	11,25	a	12,50	a	15,00	a	1,90	0,40
M.i (pts)	1,17	a	1,17	a	1,25	a	1,50	a	0,09	0,20
V (%)	12,08	a	12,06	a	12,60	a	15,56	a	2,03	0,48

M.m: Motilidad masal, (%)  
 M.i: Motilidad individual, (pts)  
 V: Viabilidad espermática (%).  
 E.E: Error estándar

Prob. >0,05: no existen diferencias estadísticas.  
 Prob. <0,05: existen diferencias estadísticas.  
 Prob. < 0,01: existen diferencias altamente significativas

Con respecto a los resultados obtenidos estos son superiores a los reportados por (Escudero, 2015), quien al realizar preservación de semen ovino mediante vitrificación y congelamiento lento, utilizando diferentes diluyentes comerciales, obtuvo 8,50 % de motilidad masal post descongelamiento al emplear el diluyente seminal Ovixcell y ejecutar un congelamiento lento en el procesamiento seminal.

Los resultados obtenidos son inferiores a los reportados por (Gómez, 2018), quienes al investigar la Categorización de Criopreservación del Semen Ovino de Acuerdo a la Cinética Espermática a la descongelación, en ovinos Pelibuey y Black Belly, reportaron un 51,68 % de motilidad masal post-descongelación en las dosis seminales.

*Motilidad individual*

*De acuerdo a la raza (Factor A)*

En el análisis de la varianza correspondiente a la motilidad individual post congelación, se identificaron diferencias significativas (P<0,05), entre las dosis seminales de las razas evaluadas, registrando la mejor valoración en las pajuelas derivadas del carnero Black Belly con 1,38 puntos, a comparación del valor obtenido en las dosis seminales de reproductor Pelibuey en el cual se registró 1,17 puntos Tabla 8.

*De acuerdo al diluyente (Factor B)*

Al analizar el factor B (diluyentes comerciales), no se registraron diferencias estadísticas con respecto a la motilidad individual, presentando la mayor valoración al utilizar el diluyente seminal One step con 1,33 puntos, a diferencia del 1, 21 puntos reportado por el diluyente comercial Andromed.

*De acuerdo a la interacción (Factor Ax B)*

Al realizar el análisis de la interacción Factores A x B, perteneciente a la motilidad individual no se presentaron diferencias estadísticas significativas (P>0,05), obteniendo el rango más alto en el tratamiento A2B2 con 1,50 puntos a comparación de los tratamientos A1B1 y A1B2 con 1,17 puntos en los dos tratamientos Tabla 10.

Los valores registrados en la presente investigación son similares a los obtenidos por (Cervera, 2013), quienes en su estudio del Efecto de la adición de un surfactante (Orvus Es Paste®) en el diluyente de congelación en ovinos Katahdin, reportaron una motilidad individual para el tratamiento TO (Triladyl® 20%, agua destilada 60%, yema de huevo 20%, con 0,5% de OEP), de 1,8 a la post- descongelación y para TT (sin OEP) 1 punto.

Por otro lado, (ICabrera, 2010), en su investigación Efecto del dilutor tris y citrato con yema de huevo de codorniz sobre la viabilidad espermática en semen ovino congelado, en ovinos Black Belly registra una motilidad individual en el tratamiento 1 (TRIS), de  $63,7\% \pm 2,7$  correspondiendo esta calificación de 3,18 puntos y para tratamiento 2 (CITRATO), de  $58,1\% \pm 5,1$ ; equivalente a 2,9 puntos, siendo estos valores superiores a los reportados en la presente investigación.

En el mismo estudio se evaluó a la raza Assaf que presenta para el T1 (TRIS), una motilidad individual post-descongelación de  $61,7\% \pm 6,5$ ; corresponde a 3 puntos y para el T2 (CITRATO) presento una motilidad individual de  $55,7\% \pm 8,5$  que equivale a 2,7 puntos, por tal estos valores son superiores a los obtenidos en la investigación, las mismas que pueden diferir por utilizar diferente protocolo de congelación y diferente diluyente.

(Rodríguez, 2008) quienes en su estudio Capacitación espermática inducida por la conservación de semen de carnero diluido, refrigerado o congelado, en carneros Pelibuey y Black Belly, presento una motilidad individual promedio de 2,6 puntos.

#### *Viabilidad espermática*

##### *De acuerdo a la raza (Factor A)*

Al analizar esta variable no se registraron diferencias estadísticas entre las razas ovinas al post congelación, reportándose el mayor valor de este parámetro en las dosis seminales del carnero Black Belly con 14,08 % de viabilidad espermática a comparación de los valores registrados por el semoviente de la raza Pelibuey, con 12,07%, en el análisis Tabla 8.

##### *De acuerdo al diluyente (Factor B)*

En el análisis del factor B (diluyentes comerciales), no se reportaron diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ), obteniendo el mayor valor para el diluyente One Step con 13,81 % de viabilidad espermática post congelación, en comparación al menor valor el cual se registró con el diluyente Andromed con 12,34% Tabla 9.

##### *De acuerdo a la interacción (Factor Ax B)*

La viabilidad espermática post congelación en relación a la interacción de las razas y diluyentes, no mostró diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), registrándose la mayor viabilidad espermática en el tratamiento A2B2 con 15,56%, y difiriendo numéricamente con A1B2 con 12,06% Tabla 10.

Los resultados obtenidos en la presente investigación son inferiores a los de (Gómez, 2018), quienes en su investigación categorización de la crío preservación del semen ovino de acuerdo a la cinética espermática a la descongelación, en carneros (Black Belly y Pelibuey) crío preservados con Triladyl y yema de huevo, determino a las 24 horas de su conservación una viabilidad de  $41,77\% \pm 5,34$  post- descongelamiento.

De la misma manera (Cervera, 2013), quienes al adicionar un Surfactante (Orvus Es Paste) en el diluyente comercial de congelación Triladyl®, en ovinos Katahdin obtuvo una viabilidad espermática a los 17 días post congelación en el TO (20% Triladyl, agua destilada (60%), yema de huevo (20%), con 0,5% de OEP) una viabilidad de  $37,31 \pm 1,27$  y para el TT sin OEP, obtuvieron una viabilidad de  $21,98\% \pm 1,27$ .

Los datos obtenidos por Guerrero *et al.*, (Guerrero, 2012), en su investigación de Uso de Dilutores Hipertónicos en la Criopreservación de Semen Ovino, en ovinos Black Belly con una edad de 2-3.5 años, reportan una viabilidad espermática post congelación con el tratamiento 1 Dilutor Tris-Trehalosa datos promedio de  $34,4\% \pm 6,6$ ; mientras que en el tratamiento 2 Dilutor Tris-Lactosa obtuvo  $24,3\% \pm 5,0$

## **4. CONCLUSIONES**

Las características macroscópicas y microscópicas en semen fresco son apropiadas para cada raza, es importante destacar que el volumen del eyaculado que obtuvo el rango más alto fue del ovino Pelibuey con 1,83 ml en relación al volumen de Black Belly 1,43 ml, obteniendo un mayor número de dosis seminales con una concentración de 30 millones de espermatozoides por pajuelas de 0,5 ml.

Al evaluar las variables microscópicas en semen fresco la mejor calidad seminal fue la del carnero Black Belly con una motilidad masal de 95,25%, concentración espermática de  $2540,50 \times 10^6$  spz/ml y un porcentaje de células vivas-muertas de 97,25%, las características del carnero Pelibuey difirieron con una motilidad masal de 91,25%, concentración espermática de  $2329,50 \times 10^6$  spz/ml y células vivas-muertas de 94%.

Se comprobó que en la motilidad individual al momento de la post congelación no fue afectada por los dos diluyentes, pero si existió diferencias significativas entre las razas obteniéndose un mayor valor para el carnero Black Belly con 1,83 pts, por lo que, es más eficiente para congelar en relación al Pelibuey con 1,17 pts. Cabe recalcar que si existe diferencias numéricas entre los tratamientos teniéndose al tratamiento A2B2 con el rango más alto permitiéndose obtener una mejor calidad del semen congelado.

Se recomienda establecer o adecuar un cuarto frio que permita el control de los factores externos como la temperatura ambiental y la humedad que impiden que se lleve un control preciso de las temperaturas en las etapas de equilibramiento, refrigeración y congelación donde pueden existir fluctuaciones de temperatura que afectarán al espermatozoide en el proceso post congelación.

## 5. REFERENCIAS

- Avilés, F., Características del Semen en Diferentes Razas de Ovinos, a Principios de Otoño. [Trabajo de titulación]. Universidad Autónoma de Baja California Sur; Área de Conocimiento de Ciencias Agropecuarias; Departamento Académico de Ciencia Animal y Conservación del Hábitat. La Paz-Baja California Sur. 2018.
- Cabrera, P., Orellana, J., Pantoja, C. Efecto de dos dilutores sobre la motilidad e integridad de la membrana espermática en semen congelado de ovinos. *Revista de Investigación Veterinaria Perú* [Internet]. 2010. Vol. 21. N°2. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172010000200002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172010000200002&script=sci_arttext)
- Castro, J., Chirinos, D., Orellana, J. Calidad del semen refrigerado de carneros Assaf y Blackbelly. *Revista de Investigación Veterinaria Perú* [Internet]. 2017. Vol. 28. N°3. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172017000300032&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172017000300032&script=sci_arttext)
- Cervera, P., Cob, L., Rivera, Juan., Domínguez, A., Baeza, J., Ramón, J. Efecto de la adición de un surfactante (Orvus es Paste®) en el diluyente de congelación sobre la calidad y la capacidad fecundante del semen ovino de pelo (Ovis aries) congelado. *Revista Científica FCV* [Internet]. 2013. Vol 23. N° 1. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/959/95925465002.pdf>.
- Cueto, M., Gibbons, A., Bruno, M., Fernández, J., Manual de Obtención, Procesamiento y Conservación del Semen Ovino. 2ª. Edición. INTA Ediciones. Buenos Aires – Argentina. 2016.
- Durán, F., Hernández, H., Latorre, D. Manual de explotación y reproducción en ovejas y borregos. 1ª edición. Grupo Latino Editores Ltda. Bogotá- Colombia., 2008.
- Escudero, J. Preservación de Semen Ovino Mediante Vitricación y Congelamiento Lento, Utilizando Diferentes Diluyentes Comerciales. [Trabajo de Titulación]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; Facultad de Ciencias Pecuarias; Carrera de Ingeniería Zootécnica. Riobamba-Ecuador. 2015.
- Gómez, C. Evaluación de la Efectividad de un Electroeyaculador Experimental Comparado a Uno de Marca Comercial en Ovinos. [Trabajo de titulación]. Universidad Central del Ecuador; Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Quito-Ecuador. 2013.
- Gómez, J., Estrada, E., Cuicas, R., Ávila, B. Seguna, J. Categorización de la Crio preservación del Semen Ovino de Acuerdo a La Cinética Espermática A la Descongelación. *Avances de la Investigación Sobre Producción Animal y Seguridad Alimentaria en México*. Ciudad de México - México, 2018.
- Guerrero, H., Huanca, W., Raymundo, F., Huerta, S., Ramos, D. Uso De Dilutores Hipertónicos en la Criopreservación de Semen Ovino. *Revista de Investigación Veterinaria Perú* [Internet]. 2012. Vol. 20. N°1, pp. 41-46. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v20n1/a07v20n1.pdf>
- INEC – ECUADOR. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Quito- Ecuador. 2018. [Actualizada en 2018]. [aprox. 6 pantallas]. Disponible en [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/?fbclid=IwAR2KUWTTA2WdURPv\\_kgefV-Hr2xvi3GOMHZvnJpwW0Gjk\\_NIRRF RuihsDjc](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/?fbclid=IwAR2KUWTTA2WdURPv_kgefV-Hr2xvi3GOMHZvnJpwW0Gjk_NIRRF RuihsDjc).
- López, J., Villanueva, N., Villanueva J., Avances de la investigación sobre producción de ovinos de pelo en México. *Efecto de la Raza, Edad y Época Sobre la Capacidad Reproductiva del Carnero*. Tecnológico Nacional de México - Ciudad de México – México. 2014.
- Orellana J., Características Seminales E Integridad de la Membrana Espermática Post Refrigeración en Carneros Black Belly y Assaf del Banco Nacional de Semen [Trabajo de titulación]. Universidad Nacional del Centro del Perú; Facultad de Zootecnia. Huancayo - Perú. 2009.
- Peña, L. Manual de Producción Ovina. Primera edición. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; Facultad de Ciencias Pecuarias; Carrera de Zootecnia; Riobamba - Ecuador. 2018.
- Rodríguez, F., Ávila, C., Anchondo, A., Sánchez, B., Jiménez, J. Capacitación espermática inducida por la conservación de semen de carnero diluido, refrigerado o congelado. *Revista Científica Agrociencia*. [Internet]. 2008. Vol. 42. N°4. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952008000400002](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952008000400002)
- Tapia, L. Valoración seminal en ovinos de raza Corriedale y mestizos en la parroquia Cochapamba del cantón Saquisilí. [Trabajo de Titulación]. Universidad Técnica de Cotopaxi; Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; Carrera de Medicina Veterinaria. Latacunga- Ecuador. 2014.
- Velasco, L., Determinación de sub poblaciones espermáticas por motilidad en ovinos de pelo. [Trabajo de Titulación]. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”; Unidad Saltillo; División Ciencia Animal; Departamento de Producción Animal. Coahuila- México. 2011.
- Viteri, W. Aplicación de Técnicas de Biotecnología Reproductiva en la Sincronización de Estro e Inseminación Artificial en Ovinas Mestizas. [Trabajo de Titulación]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; Facultad de Ciencias Pecuarias; Carrera de Ingeniería Zootécnica. Riobamba- Ecuador. 2015.



**RECIENA**

Revista Científica Agropecuaria

# MASTITIS Y CALIDAD DE LA LECHE EN VACAS LECHERAS

MASTITIS AND MILK QUALITY OF DAIRY COWS

Valle-Sánchez, Karla <sup>1</sup>

Artículo de Revisión

Recibido: 10/02/2022 · Aceptado: 22/03/2022

## RESUMEN

El objetivo del estudio bibliográfico fue describir las alteraciones provocadas por la mastitis en la leche, la recopilación de la información se realizó utilizando criterios de selección con un límite mínimo de 5 años atrás, recopilando bibliografía científica de sitios como Scielo, Academia edu, Scopus, E-libro, Dspace, Google académico, etc. Se determinó que las mayores alteraciones que se reportaron fueron presencia de bacterias por contaminación microbiana para los indicadores evaluados, donde se obtuvo un incremento estadísticamente significativo con respecto al eslabón primario ya que la media fue  $> 1 \times 10^6$  ufc/ml, para los microorganismos totales cultivados a  $30^\circ\text{C}$ ,  $1 \times 10^5$  ufc/ml y de  $1 \times 10^3$  ufc/ml para coliformes totales y *Staphylococcus coagulasa* positivo, respectivamente. En la leche con mastitis las principales alteraciones están relacionadas con la presencia de *Staphylococcus aureus*, (311, 333 UFC/ml) y se ha relacionado como agente causal de brotes de enfermedades de transmisión alimentaria. En cuanto a la anatomía de la ubre se aprecia que los resultados de las investigaciones indican medidas de ancho de  $18,79 \pm 0,15$  y  $19,64 \pm 0,15\text{cm}$ , y que al comprarlas con autores que han estudiado esta variable afirman que la mastitis produce inflamación de los cuartos mamarios, algunas vacas presentan dolor al tacto y la leche se encuentra visiblemente alterada por coágulos, descamaciones y a veces sangre. Con lo que se concluye, que las alteraciones que sufre la leche cuando la vaca presenta mastitis, existe descenso del contenido nutricional, de proteína (3,12%) materia grasa (3.77%) contenido de lactosa (4,14%), inclusive puede perderse la producción cuando se entrega a empresas que tienen mayores exigencias de calidad.

**Palabras clave:** Anatomía, fisiología, bovinos lecheros, mastitis, leche, alteraciones, composición química, ubre.

## ABSTRACT

The objective of the bibliographic study was to describe the alterations caused by mastitis in milk, the collection of information was carried out using selection criteria with a minimum limit of 5 years ago, compiling scientific bibliography from sites such as Scielo, Academia edu, Scopus, E-libro, Dspace, Google academic, etc. It was determined that the greatest alterations that were reported were the presence of bacteria due to microbial contamination for the evaluated indicators, where a statistically significant increase was obtained with respect to the primary link since the mean was  $> 1 \times 10^6$  ufc/ml, for the total microorganisms cultured at  $30^\circ\text{C}$ ,  $1 \times 10^5$  ufc/ml and  $1 \times 10^3$  ufc/ml for total coliforms and staphylococcus coagulase positive, respectively. In milk with mastitis, the main alterations are related to the presence of *Staphylococcus aureus*, (311, 333 CFU/ml) and has been related as a causative agent of outbreaks of foodborne diseases. As for the anatomy of the udder, the results of the investigations indicate width measurements of  $18.79 \pm 0.15$  and  $19.64 \pm 0.15\text{cm}$ , and that when buying them with authors who have studied this variable, they affirm that mastitis produces inflammation of the breast rooms, some cows have pain to the touch and the milk is visibly altered by clots, flaking and sometimes blood. With what is concluded that the alterations suffered by the milk when the cow presents mastitis, there is a decrease in the nutritional content, protein (3.12%) fat (3.77%) lactose content (4.14%), even production can be lost when delivered to companies that have higher quality requirements.

**Keywords:** Anatomy, physiology, dairy cattle, mastitis, milk, alterations, chemical composition, udder.

<sup>1</sup> Investigadora Independiente  
Correspondencia: karla.valle@epoch.edu.ec  
ORCID: 0000-0002-3445-8592

## 1. INTRODUCCION

La leche se ha establecido como el alimento universal tanto para humanos como animales y es el producto básico de la industria lechera; la secreción de grandes cantidades de leche de alta calidad es el objetivo primordial de la vaca lechera moderna. Las características nutricionales, tecnológicas y sensoriales de la leche y el queso están principalmente ligadas a su composición (grasa, proteína, lactosa), con especial influencia del tipo de ácidos grasos (AG) y de la presencia de minerales y vitaminas. (Fuentes, 2016, pág. 63).

La mastitis se considera una enfermedad común del ganado y es una de las enfermedades más importantes que afectan a la industria láctea en el mundo; porque causa enormes pérdidas económicas a todos los hatos lecheros. El efecto más habitual para una muerte temprana de las vacas lecheras constituye en un porcentaje alto a los problemas de salud en la glándula mamaria. (Rodríguez, 2016, pág. 25).

El efecto más habitual para una muerte temprana de las vacas lecheras constituye en un porcentaje alto a los problemas de salud en la glándula mamaria, así como también de fertilidad, es necesario acotar que el tratamiento de la mastitis en vacas con antibióticos creará residuos en la leche, que van a afectar directamente sobre la calidad de los subproductos lácteos que se suministrarán a la población. Es necesario considerar que en nuestro país existe gran frecuencia de mastitis en los hatos lecheros, razón por la cual en la presente investigación se requiere dar a conocer cuáles son las alteraciones físicas y químicas que causan las bacterias en la leche, que es un alimento que se consume a diario en los hogares por lo tanto la prioridad del producto radica en ofrecer productos de calidad que aseguren la inocuidad de estos. (Armenteros, 2017, p. 54).

Por lo expuesto anteriormente los objetivos fueron: Estudiar la anatomía de la ubre de hembras bovinas y su efecto en la presencia de mastitis. Realizar una comparación de la composición química de la leche con mastitis con la leche sin mastitis, de acuerdo con la literatura investigada, Identificar los agentes causantes de los diferentes tipos de mastitis.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### *Búsqueda de la información bibliográfica*

Se utilizó para la búsqueda bibliográfica diferentes instrumentos para recopilar información que se utilizaron según el propósito, el diseño adecuado de estos instrumentos fue esencial para llegar a conclusiones fiables y válidas, la forma fue sistemática es decir tomando en cuenta los parámetros que requiere una investigación como son año de publicación, sitio confiable, seguro y de alto valor científico, artículos de relevancia, disponibilidad de resultados

confiables y que estén acordes al tema de la investigación, entre otros.

### *Sistematización de la información*

El concepto de sistematización no es nuevo; su aparición y desarrollo ha estado ligado al desarrollo del método científico y, en los últimos años, sus usos más frecuentes han estado asociados, básicamente, a dos campos:

- La sistematización de información o sistematización de datos; y,
- La sistematización de experiencias, la sistematización de información se refiere al ordenamiento y clasificación de todo tipo de datos e información, bajo determinados criterios, categorías, relaciones, etc. Su materialización más extendida es la creación de las bases de datos

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Estudio de la Anatomía y fisiología de la ubre de las vacas*

#### *Evaluación de la ubre*

En el estudio de (Bedolla, 2017, pág. 25), se reportó que un 10 % de hato registró inflamación de la ubre que se caracterizó por cambios en el tejido glandular y la leche, estos cambios fueron detectables mediante inspección y/o palpación, por lo tanto, se habló de una mastitis clínica. Además (Armenteros, 2017, pág. 51) en su investigación determinó que la inflamación de la glándula mamaria (mastitis), fue originada por organismos microscópicos que penetraron en la ubre a través del canal de los pezones. La penetración ocurrió por diversos factores como fueron, la duplicación de microorganismos, movimiento mecánico, impulso durante el ordeño o por una combinación de estos factores. A continuación, se describe la anatomía de la ubre donde directamente se produce la mastitis:

#### *Ancho, cm*

Para el estudio del ancho de la ubre trasera de las vacas se tomó como referencia la investigación realizada por diferentes autores, entre las cuales se puede mencionar que de acuerdo con (Macas, 2019, pág. 25), quien menciona que el ancho de la ubre de las vacas estudiadas presentó diferencias altamente significativas ( $P \geq 0,0001$ ) entre el segundo y tercer parto, con medidas de  $18,79 \pm 0,15$  y  $19,64 \pm 0,15$  cm.

El promedio del ancho de las ubres que es independiente del número de partos resultó similar al reportado por (Muñoz, 2017, pág. 63), quien registró un promedio de 19,19 cm, medición que la encontró en vacas Holstein mestizas. Por su parte en el estudio de (Estrella, 2015), en la valoración porcentual de la calificación de las de la ubre delantera del hato lechero de la estación experimental Tunshi, reportó 20,35 cm, como se indica en la tabla 1.

Tabla 1: Evaluación del ancho de la ubre de los bovinos lecheros y el efecto de la mastitis sobre la calidad de la leche

Autor	Ancho de la Ubre
(Macas, 2019, pág. 58)	18,79 ± 0,15 segundo parto y 19,64 ± 0,15cm. tercer parto
(Muñoz, 2017, pág. 65),	19,19
(Estrella, 2015, pág. 62)	20,35 cm
(Peñañiel, 2017, pág. 59),	4,83 ± 0,24

Elaborado por: Valle, Karla 2021.

Finamente se cita la investigación realizada por (Peñañiel, 2017, pág. 59), en la evaluación de la característica zoométrica de ancho posterior de la ubre en el hato lechero de Burgay se reportaron valores medios de 4,83 ± 0,24 puntos y que indica que el error es muy bajo, con una D.E. de 1,17; estableciéndose, las respuestas con mayor frecuencia de vacas de 4 puntos (10 vacas), en 41,7 % del hato.

*Altura (puntos)*

Con referencia a la variable altura de la ubre no existe mayores referencias bibliográficas que indiquen la influencia directa de la altura de la ubre de las vacas con mastitis sin embargo se citan los registros de (Estrella, 2015, pág. 85), quien para la altura de la ubre trasera determinó una media general de 5,74 puntos ± 1,17 puntos, con un error típico de 0,14, y que corresponde a una altura de la ubre trasera optima y que es evidencia de la calidad genética del animal. Mientras que para (Peñañiel, 2017, pág. 25), la valoración de la característica altura posterior de la ubre de las vacas del hato Burgay, reportó valores medios de 5,70 puntos, como se indica en la tabla 2.

Tabla 2: Evaluación de la altura de la ubre de los bovinos lecheros y el efecto de la mastitis sobre la calidad de la leche

Autor	Altura de la Ubre
(Estrella, 2015)	5,74 puntos ± 1,17
(Peñañiel, 2017)	5,70 puntos.
(Muñoz, 2017)	34,73 ± 0,99 cm

Elaborado por: Valle, Karla 2021.

Asimismo, se observa que para (Muñoz, 2017, pág. 41), la altura de la ubre posterior de las vacas Holstein Mestizas en la Estación Experimental Tunshi fue en promedio de 34,73 ± 0,99 cm valores que varían entre 33,74 y 35,73 cm.

*Profundidad*

La profundidad de la ubre es la distancia existente entre los corvejones y la parte más baja del piso, una ubre alta es sinónimo de poca producción y lo contrario una ubre caída es susceptible a lesiones y mastitis, a continuación se puede observar los valores obtenidos por (Estrella, 2015, pág. 52), quien al evaluar la profundidad de la ubre determinó una

media general de 5,50 puntos ± 1.11 puntos, y que corresponde a una profundidad óptima, como se indica en la tabla 3.

Tabla 3: Evaluación de la profundidad de la ubre de los bovinos lecheros y el efecto de la mastitis sobre la calidad de la leche

Condición	Contenido de proteína %	Autor
Sin mastitis	3,1	(Abril, 2013)
Con mastitis	2.8	
Sin mastitis	2.98	(Calderón, 2019)
Con mastitis subclínica	2.90	
Sin mastitis	3.21	(Mera, 2017)
Con mastitis	3,19	
Sin mastitis	3.28	(Fuentes, 2016)
Con mastitis	3.21	
Sin mastitis	3.20	(Farinango, 2014)
Con mastitis	3.19	
NTE INEN 16	2.9	(INEN, 2016)

Elaborado por: Valle, Karla 2021

A su vez, (Peñañiel, 2017, pág. 52), al realizar el juzgamiento ganadero afirma que es necesario considerar cada una de las características lineales que presentan las vacas, por lo tanto, al valorar la profundidad de la ubre del hato lechero de Burgay, reportó valores medios de 5,58 ± 0,28 puntos. En comparación con los datos registrados por (Macas, 2019, pág. 63), cuya profundidad de las ubres presentó diferencias estadísticas altamente significativas (P≥0.0001), en vacas Holstein mestizas de segundo parto fueron de 35,32± 0,14 cm. Por último, se encuentran los resultados obtenidos por (Casanovas, 2019, pág. 23), que al realizar las mediciones de la ubre obtuvo un valor para la profundidad de 18.4 cm.

*Alteraciones en la composición química de la leche con mastitis versus sin mastitis*

*Contenido de Proteína, %*

En la evaluación del comportamiento del contenido de proteína de la leche cruda se utilizó como referencia los datos determinados en la investigación de (Abril, 2013, pág. 52), quien al valorar la condición fisicoquímica en la leche cruda que ingresa a la ciudad de Cuenca, para su comercialización reportó valores de 3,1 % en la leche de vacas sanas y de 2.8 % en vacas mastíticas, como se indica en la tabla 4.

Tabla 4: Evaluación de contenido de proteína de la leche y el efecto de la mastitis sobre la calidad de la leche en bovinos lecheros

Autor	Profundidad de la Ubre
(Estrella, 2015, pág. 52)	5,50 puntos ± 1,11
(Peñañiel, 2017, pág. 59),	5,58 ± 0,28 puntos
(Macas, 2019, pág. 63)	35,32± 0,14 cm
(Casanovas, 2019, pág. 15)	18.4 cm.

Elaborado por: Valle, Karla 2021.

Respuestas que son superiores de acuerdo a lo establecido según la NTE INEN 16, que señala que el valor de proteína requerido para la leche cruda es de 2,9 % (fracción de masa), según el (INEN, 2016)

Por su parte (Calderón, 2019, pág. 23), al evaluar las consecuencias de la mastitis subclínica y sus efectos en el rendimiento de la fabricación del queso costeño realizó una evaluación de la calidad de la leche y reportó que los mayores niveles de proteína se presentaron en la leche que no fue producida por vacas que no presentaron mastitis con medias de 2.98%, en comparación con leche que registró mastitis subclínica; donde se reducen el nivel de caseína, pero aumenta los niveles de albúmina y globulina, por lo que el contenido proteico puede permanecer constante, pero la calidad de la leche es diferente, pese a esto los resultados fueron de 2.90 %.

De acuerdo con la evaluación de (Mera, 2017, pág. 63), el contenido de proteína de la leche alcanza medias de 3,21% en leche de vacas que dieron negativo a mastitis en comparación de los valores del análisis de la leche con mastitis que registraron medias 3.19 %, rango considerado como elevado de acuerdo a lo establecido por la norma, es decir, que los cambios en la composición de la leche se ven afectados por la mastitis, y al ser una leche de vacas sin esta afección el contenido proteico de la leche aumenta y por tanto, se tendrá mayor rendimiento, sin sufrir afectaciones en los parámetros organoléptico de otras producciones.

Finalmente (Fuentes, 2016, pág. 62), reportó que los contenidos de proteína en leche de vacas con resultados negativos, a mastitis subclínica utilizando el método de California Mastitis Test de seis ganaderías en estudio obtuvieron valores promedio de proteína que variaron desde 3.21 % en leche de vacas sanas y de 3.19 % en leche de vacas mastíticas es decir que tienden a disminuir con la reacción a leche a la que se realizó las pruebas de California Mastitis Test CMT, sin embargo esta diferencias no fueron significativas.

#### *Contenido de materia grasa, %*

El porcentaje de grasa es uno de los parámetros considerados de una elevada variabilidad entre todos los que se emplean para evaluar la calidad de la leche, por esta razón se hace necesario citar la investigación realizada por (Calderón, 2019, pág. 52), quien, al evaluar el porcentaje de la grasa en leches, pudo observar que las leches sin mastitis subclínica obtuvieron un resultado superior siendo el valor de 3.77%. Mientras que, (Mera, 2017, pág. 42), observó una disminución en el contenido de grasa de la leche de los bovinos que presentaron mastitis, reportando un valor de 2,75%, mientras que en leches de vacas sin mastitis los resultados fueron de 3.77 %. Valor que se considera bajo de acuerdo con la NTE INEN 12, que establece como contenido mínimo de materia grasa 3,0%.

#### *Contenido de Lactosa, %*

De acuerdo con (Abril, 2013, pág. 52), al cotejar el porcentaje de lactosa entre las leches que están o no afectadas por mastitis subclínica, se determinaron diferencias significativas (0.05 %),

entre medias registrándose que para el porcentaje de lactosa existió una disminución en leches con mastitis subclínica puesto que los promedios fueron de 4.14%, en comparación con leches sin mastitis subclínica que alcanzaron resultados de 4.79% por tanto se determinó que la mastitis redujo la concentración de lactosa entre un 10%.

De igual manera es importante señalar los resultados obtenidos en la investigación de (Fuentes, 2016, pág. 60), ya que el resultado del análisis de lactosa realizado a leches crudas en las ganaderías, clasificadas según la prueba de California para mastitis, se encontraron valores de lactosa que variaron de 4,7% a 5,26%, ya que para las vacas a las que se realizó la prueba de CMT negativo se obtuvo un 4.98%, y las de resultados positivos a mastitis un 4.72%, sin embargo estas diferencias no fueron significativas.

#### ***Agentes causantes de los diferentes tipos de mastitis y la calidad de la leche en bovinos lecheros***

La mastitis en las vacas se presenta como una reacción inflamatoria de la glándula mamaria, y produce alteraciones físicas y químicas en la leche, aumento del número de células somáticas por la presencia de microorganismos patógenos y finalmente cambios como es la pérdida de la funcionalidad, a continuación se describen investigaciones de autores sobre algunos microorganismos causantes de la mastitis.

#### *Recuento de Bacterias Aerobias Mesófilas, UFC/ml*

En el recuento del conteo de bacterias aerobias mesófilas realizado por (Fuentes, 2016, pág. 29), se presentaron una amplia variación entre las ganaderías y el estatus de mastitis utilizando la prueba California Mastitis Test (CMT), se observó un incremento en los valores de recuento de bacterias aerobias mesófilas, encontrándose promedios de 250,194 UFC/ml, en leche de vacas negativas, 311, 333 UFC/ml, en la leche de las vacas detectadas con mastitis subclínica y 594,583 UFC/ml en la leche que registró positivo a mastitis.

#### *Recuento de Células Somáticas*

Para el análisis de la variable recuento de células somáticas se toma como referencia la evaluación de distintos autores entre los cuales se encuentra (Villegas, 2016, pág. 63), quien al realizar la evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda que se expende en el cantón Bolívar Provincia del Carchi, determino medias de 566 x 1000/ml.

De igual manera se presentan los resultados obtenidos por (Rodríguez, 2016, pág. 26), explica la correlación de 0.962609 entre los resultados para células somáticas (CCS) y las unidades formadoras de colonias (UFC) de todos los tratamientos. Donde se observa que la disminución de células somáticas y unidades formadoras de colonias alcanzaron un promedio de 175,80 CCS x 1000/ml. Finalmente se aprecian las respuestas de (Fuentes, 2016, pág. 71), quien para las células somáticas reportaron valores de 172.23 UFC/100ml, en vacas Holstein que con mastitis

#### 4. DISCUSION

Los resultados expuestos tienen su fundamento según (Wolter, 2018, p. 42) que al evaluar una vaca generalmente se valora la disposición de la ubre tomando en cuenta la base de la ubre y el corvejón. La altura de la ubre de la vaca, tiene relación directa con el ancho de los cuartos traseros alojados entre las extremidades traseras, se considera un buen indicador de la capacidad de la vaca para producir leche, el cálculo puede efectuarse a dos distancias, en el nacimiento del tejido glandular o en la mitad de toda la longitud en dirección vertical, esta medición debe ser evaluada momentos antes del ordeño, la escala de calificación va desde 1 = estrecha; 5 = intermedio; 9 = ancha

Las vacas que tienen una ubre más alta que los corvejones tendrán menos cantidad de lesiones en la ubre y pezones y generalmente se espera que sean más longevas. Manifestando que mientras mejor disposición de ubres presenta las vacas mejor será la producción de leche además al reproducirse se alcanzará crías más productivas, con mejores rasgos genéticos propios de la raza Holstein. En promedio, se ha estimado que sólo el 1 % de los cuartos mamarios de un hato ganadero tienen infecciones por bacterias Gram -, comparado con una tasa del 35-50 % por bacterias Gram +, en un mismo lapso.

Una ubre ideal es aquella donde la implantación está a 4 dedos de la vulva. Las ubres traseras más altas permiten mayor capacidad de producción, además indica que tan arriba se sujeta la ubre, es la distancia entre la parte inferior de la vulva y la inserción de la ubre, una inserción alta nos da mayor longevidad. Los valores más altos son los más deseables.

En promedio, se ha estimado que sólo el 1 % de los cuartos mamarios de un hato ganadero tienen infecciones por bacterias Gram -, comparado con una tasa del 35-50 % por bacterias Gram +, en un mismo lapso de tiempo. Así, se ha apreciado que se requieren 2000- 4000 ordeños para observar una infección mamaria por bacterias Gram -, mientras que la frecuencia de infecciones por bacterias Gram + es de 1 por cada 600-800 ordeños

Las alteraciones en la calidad de la leche están directamente relacionadas con la salud de los bovinos lecheros lo que es corroborado con las apreciaciones de (Arango, 2017, pág. 25) quien menciona que el contenido de proteínas en la leche es la cantidad de nitrógeno total de la leche expresada convencionalmente como contenido de proteínas y determinada mediante procedimientos normalizados. Se considera que la presencia de mastitis en las vacas reduce la producción de leche y altera su composición, sobre todo la caseína, la cual es la proteína principal de la leche, la cual disminuye y otras proteínas de menor valor nutricional se incrementan, por lo tanto, afecta la calidad de los productos lácteos como el queso, yogurt, requesón entre otros, (Bedolla, 2017, pág. 45).

De acuerdo a la mayoría de los trabajos, se aprecia que la composición de la grasa disminuye al menos del 10 %, sin embargo, sí cambia ampliamente, disminuyendo la calidad de los productos lácteos elaborados. Si bien la cantidad total de

ácidos grasos no cambia, aumenta la cantidad de ácidos grasos libres, así como disminuye la cantidad de fosfolípidos, debido a una reducción en el tamaño del glóbulo de grasa. La composición de la membrana del glóbulo de grasa también cambia y es, en promedio, un 10 % menor que la de leches no mastíticas.

Al respecto (Acuña, 2018, pág. 14), manifiesta que la lactosa, es el componente que más abunda entre los sólidos presentes en la leche y es el principal componente que influye en la presión osmótica en las glándulas mamarias; varía entre 4.2 y 5 % respecto al volumen total de la leche; siendo más baja su concentración al final de la lactancia y en leches provenientes de cuartos con mastitis.

Esta variabilidad de la prevalencia de mastitis subclínica en los diferentes hatos es el resultado de los disímiles tipos de manejo que se llevan a cabo en cada establo lechero. La disminución de la lactosa en la leche de vacas con mastitis subclínica puede deberse a un proceso de reducción enzimática de este disacárido en la glándula infectada, además de la reducción de la capacidad de síntesis por parte de la misma, al respecto (Mera, 2017, pág. 52), menciona que en la glándula inflamada existe una alta concentración de cloruro de sodio, lo que trae como consecuencia una disminución en la síntesis de lactosa como mecanismo de compensación osmótica

Al producirse una alteración en la salud de la vaca producida por mastitis existe una variación en el contenido de bacterias y que es corroborado con lo que indica (Calderón, 2019, pág. 25), quien menciona que la cantidad de bacterias en el interior de la ubre de la vaca depende del nivel de higiene que se realice durante el ordeño. Se ha descrito que la prueba CMT es una medición del grado de infección bacteriana en la ubre, ya que el reactivo CMT reacciona con el ADN, de las células blancas que salen a combatir la infección (y que son proporcionales al grado de la infección). Los *Staphylococcus aureus* son uno de los agentes causales principales de mastitis bovina.

Según (Wolter, 2018, pág. 25), el recuento de células somáticas se utiliza corrientemente como una medida de calidad de la leche cruda, altos niveles de estas células en la leche son indicativos de una leche anormal, de calidad disminuida, causada por una infección bacteriana intramamaria. La leche que presente una cantidad elevada de células somáticas producto de la mastitis contiene un valor reducido para la industria de manufactura del queso, yogurt y otros derivados con las consecuentes pérdidas económicas. Las células somáticas están constituidas por leucocitos (indicadores de mastitis o infección de las glándulas mamarias), se introducen en la leche debido a una inflamación o lesión. La presencia de mastitis disminuye el rendimiento en la fabricación de quesos, inhibiendo la actividad de los fermentos lácteos.

La heredabilidad de la mastitis clínica fue baja sólo un 6% de la variabilidad observada por la enfermedad se debe a la genética ya que el resto viene determinado por factores ambientales como el manejo la edad de la vaca el número de lactancia entre otras. la heredabilidad estimada para que el recuento de células somáticas puede ser de 0,18 y la de los caracteres morfológicos y de la ubre tuvieron un rango entre cero 0,16 y 0,40 el carácter

más correlacionado con la mastitis clínica fue el recuento de células somáticas lo que era de esperar ya que la presencia de patógenos en la glándula mamarias es contrarrestada por el organismo con un incremento de las células somáticas como medio de defensa.

## 5. CONCLUSIONES

- Las alteraciones que sufre la leche cuando la vaca presenta mastitis se reflejan en el descenso del contenido nutricional, puesto que se verificó que el contenido de proteína (3,12%) materia grasa (3,77 %) contenido de lactosa (4,14% ), se ve alterado, inclusive puede perderse la producción cuando se la entrega a empresas que tienen mayores exigencias de calidad.

- Las mayores alteraciones que se reportaron por la presencia de mastitis fueron la presencia de bacterias en la leche debido a que se pudo observar que se presentó una contaminación microbiana para los indicadores evaluados, donde se obtuvo un incremento estadísticamente significativo con respecto al eslabón primario ya que la media de los conteos fue superior a  $1 \times 10^6$  ufc/ml para el caso de microorganismos totales cultivados a  $30^\circ\text{C}$ ,  $1 \times 10^5$  ufc/ml y  $1 \times 10^3$  ufc/ml para coliformes totales y *Staphylococcus coagulans* positivo, respectivamente.

- En la leche que se detectó mastitis las principales alteraciones estuvieron relacionadas con la presencia de *Staphylococcus aureus*, que son uno de los agentes causales principales de mastitis bovina, el cual puede contaminar la leche (311, 333 UFC/ml) y se ha relacionado como agente causal de brotes de enfermedades de transmisión alimentaria.

- En cuanto a la anatomía de la ubre se aprecia que los resultados de las investigaciones indican medidas de ancho de la ubre de  $18,79 \pm 0,15$  y  $19,64 \pm 0,15$  cm, y que al comprarlas con autores que han estudiado esta variable afirman que la mastitis produce inflamación de los cuartos mamarios, algunas vacas presentan dolor al tacto y la leche se presenta alterada visiblemente con presencia de coágulos, descamaciones, suero descolorido y a veces sangre

## 6. AGRADECIMIENTOS

Los autores no consideran agradecimientos en el presente trabajo

## 7. DECLARACIÓN DE INTERÉS

Declaraciones de interés: ninguna

## 8. CONTRIBUCIONES DE AUTOR

Todos los autores contribuyeron por igual en el presente trabajo

## 9. BIBLIOGRAFÍA

ABRIL, Andrea & PILCO, Viviana. Calidad fisicoquímica de la leche cruda que ingresa a la ciudad de Cuenca, para su comercialización”. Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador : UDC, 2013. Disponible en

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/4825>  
ARMENTEROS, Marieta; et al. Caracterización de la situación de la mastitis bovina en rebaños de lechería especializada en Cuba,. La Habana, Cuba : Revista de Salud Animal, 2017. Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/pdf/636/63625154001.pdf>  
CALDERÓN, Alfonso. Efecto de la mastitis subclínica sobre el rendimiento en la fabricación del queso costeño. Universidad de Córdoba, Cordova, Espana : UDC, 2019. Disponible:  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1657-95502011000200003](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-95502011000200003)  
CASANOVAS, Enrique. Evaluación zootécnica de la aptitud de la ubre para el ordeño mecánico en vacas lecheras. Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”, Buenos Aires , Argentina : Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”, 2019.  
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/31455>  
ESTRELLA, Fabián. “Evaluación Del Hato Lechero De La Estación Experimental Tunshi, Utilizando El Programa De Cruzamiento Ganadero Select Mating Service (SMS)”. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba - Ecuador : 2015. Disponible en:  
<http://dspace.esepoch.edu.ec/handle/123456789/5270>  
FARINANGO, Angel. Prevalencia De Mastitis Bovina Mediante La Prueba De California Mastitis Test Con Identificación Del Agente Etiológico, En El Centro De Acopio De Leche De La Comunidad De Pulisa. Universidad Politécnica Salesiana, Cayambe, Ecuador : Universidad Politécnica Salesiana, 2014. Disponible en:  
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/9826>  
MERA, Andrade. Mastitis bovina y su repercusión en la calidad de la leche. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador : 2017. Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/pdf/636/63653574004.pdf>  
MUÑOZ, Gorqui. “Evaluación Bovinométrica Y Productiva Del Rejo En El Programa Bovinos De Leche Tunshi”. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba – Ecuador : 2017. disponible en:  
<http://dspace.esepoch.edu.ec/handle/123456789/7755>  
PEÑAFIEL, Lidia “Evaluación Del Hato Lechero Del Centro De Excelencia Agropecuario De Burgay, Utilizando El Programa De Cruzamiento Ganadero Select Mating Service (Sms)”. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba - Ecuador : 2017. Disponible en:  
<http://dspace.esepoch.edu.ec/handle/123456789/7096>  
RODRÍGUEZ, Angel. “Evaluación del uso de flameado de ubres en la población de mesófilos aerobios, *E. coli*, Coliformes y Mastitis Subclínica en leche cruda de bovino”. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador : 2016. Disponible en:  
<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/1632>  
WOLTER, Simmon. La mastitis bovina. [En línea] 12 de Agosto de 2018. Disponible en: <http://infolactea.com/wp-content/uploads/2015/03/608.pdf>.

## TINTURADO DE LA FIBRA DE ALPACA UTILIZANDO DIFERENTES PARTES DE LA PLANTA DEL NOGAL (CORTEZA, HOJAS Y FRUTO)

ALPACA FIBER DYEING USING DIFFERENT PARTS OF THE  
WALNUT PLANT (BARK, LEAVES AND FRUIT)

Artículo de Revisión

Guerra-Buenaño; Wilmo <sup>1</sup>; Vaca-Cárdenas; Maritza <sup>1</sup>;  
Almeida-Guzmán, Manuel <sup>1</sup>; Llerena-Zambrano; Julio <sup>1</sup>

Recibido: 15/03/2022 · Aceptado: 23/03/2022

### RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo tinturar la fibra de alpaca (*Vicugna pacos*) con diferentes partes del nogal (*Junglans neotropica*), la misma que se realizó en el laboratorio de fibras agroindustriales de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Las unidades experimentales fueron de 3 tratamientos T1= Tinturado a base de corteza de nogal + piedra alumbre, T2= Tinturado a base de hojas del nogal + piedra alumbre, T3= Tinturado a base de fruto de nogal + piedra alumbre, con 5 repeticiones por cada muestra, estuvo conformado por ovillos de 50 gramos, dando un total de 750 gramos de fibra de alpaca y se utilizó un diseño completamente al azar. Las variables evaluadas fueron índice de refracción mediante grados BRIX, pH (método potenciómetro), resistencia a la tensión mediante Newton por centímetro cuadrado (N/cm<sup>2</sup>), porcentaje de elongación, solidez a la luz (escala de grises). Los resultados obtenidos reportan los valores más altos en refracción con 3,00 grados BRIX, un pH 4,40, resistencia a la tensión 20036,32 N/cm<sup>2</sup>, porcentaje de elongación 33,08% y solidez a luz no existió decoloración. La respuesta económica más alta se aprecia al tinturar fibra de alpaca con hojas de nogal la relación beneficio costo fue de 1,73 dólares americanos indicando un margen de utilidad del 73%. Finalmente, se establece que el nogal posee propiedades tintóreas, de la cual se obtuvo 3 tonalidades diferentes. Se recomienda tinturar la fibra de alpaca utilizando extractos vegetales del nogal, como solución para reducir la contaminación ambiental.

*Palabras clave:* Fibra de alpaca, nogal (*Junglans neotropica*), solidez a la Luz, porcentaje de elongación, tinturado natural.

### ABSTRACT

The objective of this research was to dye alpaca fiber (*Vicugna pacos*) with different parts of the walnut tree (*Junglans neotropica*), which was carried out in the laboratory of agro-industrial fibers of the Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. The experimental units were 3 treatments T1= Dyed based on walnut bark + alum stone, T2= Dyed based on walnut leaves + alum stone, T3= Dyed based on walnut fruit + alum stone, with 5 replicates for each sample, was made up of 50 grams balls, giving a total of 750 grams of alpaca fiber and a completely randomized design was used. The variables evaluated were refractive index by BRIX degrees, pH (potentiometer method), tensile strength by Newton per square centimeter (N/cm<sup>2</sup>), elongation percentage, light fastness (gray scale). The results obtained report the highest values in refraction with 3.00 degrees BRIX, a pH of 4.40, tensile strength 20036.32 N/cm<sup>2</sup>, elongation percentage 33.08% and light fastness with no discoloration. The highest economic response was seen when dyeing alpaca fiber with walnut leaves. The benefit-cost ratio was 1.73 US dollars, indicating a profit margin of 73%. Finally, it was established that walnut has dyeing properties, with 3 different shades. It is recommended to dye alpaca fiber using vegetable extracts of walnut as a solution to reduce environmental pollution.

*Keywords:* Alpaca fiber, walnut tree (*Junglans neotropica*), light solidity, elongation percentage, natural dyeing

## 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la demanda de productos naturales ha ido en aumento debido a la conciencia por el cuidado del medio ambiente, y los tintes naturales se han convertido en una importante opción para teñir fibras como la de alpaca, que se caracteriza por su calidad. También se ha señalado que los tintes naturales tienen la función de absorber los rayos ultravioletas cuando forman parte de las plantas, y esta función se mantiene en el sector textil, sino que también tiene un efecto positivo en la salud humana porque se evita la irritación o alergias (Palacios & Ulluari, 2020).

Entre los camélidos sudamericanos encontramos a la especie *alpaca*, la cual es criada en granjas de países sudamericanos, para aprovechar su fibra se toman en cuenta ciertos parámetros, por ejemplo: la fibra debe medir de 23 a 30 micras, la longitud en la variedad Huacaya es de 7 a 9 cm mientras que en la variedad Suri es de 17 a 19 cm. La crianza de estos animales y los productos derivados de ellos es una de las principales fuentes de ingresos económicos para quienes se dedican a esta actividad (Sánchez, 2020).

Hoy en día, en el contexto del cuidado y la preservación, muchas veces se buscan tecnologías limpias que ayuden a reducir el impacto ambiental, donde el uso de productos naturales ha crecido a gran escala. A nivel rural, la corteza, las hojas y el fruto del nogal se usan para teñir la lana de las ovejas, y en algunos casos en el cabello de las personas canosas, el color resultante es el castaño (Luna, 2013).

Gracias a este trabajo se han determinado las propiedades del teñido de la fibra de alpaca utilizando diferentes partes del nogal (corteza, hojas y fruto), gracias a sus propiedades se han obtenido extractos de tinte. La aplicación del teñido de la fibra de alpaca con los extractos obtenidos y el estudio de productos naturales es cada vez más interesante para los investigadores, dada la necesidad de reemplazar los productos sintéticos por productos naturales, beneficiosos e inoocuos tanto para la salud humana como para el medio ambiente.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Industrias Pecuarias en el Laboratorio de Fibras Agroindustriales ubicada en la Av. Panamericana Sur km 11/2. La duración de la investigación fue de 60 días, evaluando las diferentes variables establecidas para la presente investigación, se realizaron pruebas físicas como: índice de refracción ( $^{\circ}$ BRIX), pH (método potenciómetro), resistencia a la tensión (N/cm<sup>2</sup>), porcentaje de elongación (%), solidez a la luz (escala de grises) y beneficio costo.

*Materiales:* Machete, fundas ziploc, mandil, mascarilla, botas de caucho, guantes de hule, tinas, ollas, tijeras, mesas, termómetro, cronómetro, cilindro de gas, cordeles de secado, calibrador.

*Equipos:* cocina industrial, elastómetro, medidor de solidez a la luz, pHmetro, cámara fotográfica, balanza.

*Productos químicos:* Agua, piedra alumbre, nogal (corteza, hojas y fruto).

*Instalaciones:* Laboratorio de Fibras Agroindustriales (Facultad de Ciencias Pecuarias).

Las unidades experimentales fueron distribuidas bajo un diseño completamente al azar, donde se midió el efecto del tinte obtenido de las diferentes partes de la planta (corteza, hojas y fruto), por lo que se utilizó 3 tratamientos experimentales, cada uno con 5 repeticiones.

T1= Tinturado a base de corteza de nogal + piedra alumbre

T2= Tinturado a base de hojas de nogal + piedra alumbre

T3= Tinturado a base de fruto de nogal + piedra alumbre

### *Metodología experimental*

#### *Teñido*

El teñido natural es un arte que utiliza hierbas y diferentes insumos. Sus orígenes se remontan a la antigüedad. Textos históricos universales nos cuentan que dentro de las pirámides se han encontrado faraones (reyes egipcios) envueltos en textiles teñidos con colores naturales y cerámica pintada con pigmentos naturales. (Villanueva, 2012)

### *Metodología de evaluación*

#### *Refracción*

Cuando la luz viaja de un medio a otro (en términos de composición química o densidad), cambia de dirección, velocidad y longitud de onda, pero mantiene la misma frecuencia. Existe un concepto llamado índice de refracción, que ayuda a explicar tales cambios. El índice de refracción es un valor adimensional al dividir la velocidad de la luz en el vacío por la velocidad de la luz en un medio dado. El índice de refracción siempre es superior a 0,4 porque la velocidad de la luz es más rápida en el vacío. (Gutiérrez, 2016).

#### *Solidez a la luz*

La resistencia a la luz es la capacidad de una tela para resistir el cambio de color debido a la exposición a la luz solar o fuentes de luz artificial. Esta prueba registra la decoloración de los tejidos cuando se exponen a la luz. Para realizar esta prueba, se utiliza un dispositivo de envejecimiento acelerado que utiliza una lámpara fluorescente con radiación UV o una lámpara de arco de xenón donde se puede simular el daño causado por la luz solar. (Valdeperas, 2019).

#### *Porcentaje de elongación*

El ensayo del cálculo del porcentaje de elongación a la rotura se utilizó para evaluar la capacidad de las muestras de vellón de alpaca para resistir las tensiones multidireccionales a las que se encuentran sometidas en sus usos prácticos. La característica esencial del ensayo es que a diferencia del ensayo de tracción la fuerza aplicada a la muestra de hilo de alpaca se reparte por entramado fibroso a las zonas

adyacentes y en la practica la probeta se comporta como si sufriera simultáneamente tracciones en todas las direcciones (Sepúlveda, 2011).

*Resistencia a la tensión*

Es la fuerza que ofrece la fibra al ser estirada sin que ésta se rompa. Es una característica importante para tomar en cuenta en los procesos siguientes (cardado, peinado, tejido, etc.). Para la realización de la prueba de la resistencia tensilar de la fibra de alpaca se basó en los límites que infiere la Norma ASTM1553 (2003), del Comité Europeo de Normalización (CEN) (Aucancela, 2015).

**3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Comparación del tinturado obtenido y codificación de cada uno de los tratamientos.

Del tinturado a base de partes vegetales del Nogal se obtuvo las siguientes tonalidades codificadas de colores:

Del tratamiento 1, producto del tinturado a base de corteza más piedra alumbre se obtuvo el color codificado 7.5 YR 5/6; para el tratamiento 2, producto del tinturado a base de hojas de nogal más piedra alumbre se obtuvo el color codificado 5 YR 5/6; mientras que para el tratamiento 3, producto del tinturado a base de fruto de nogal más piedra alumbre se obtuvo el color codificado 7.5 YR 8/2; según la tabla de Munsell. De esta manera se logró clasificar los colores obtenidos del tinturado a base de nogal, los cuales se encuentran detallados en la tabla 1.

**Evaluación del índice de refracción y pH.**

Tabla 2: Evaluación del Índice de refracción y pH del tinte de las diferentes partes de nogal

TINTURADO DE FIBRA DE ALPACA						
Variables	T1	T2	T3	EE	Prob.	Sign
Refracción sin piedra alumbre	0,50 A	2,50 C	1,50 B	0,20	0,0001	**
Refracción con piedra alumbre	1,00 A	3,00 B	1,80 A	0,22	0,0001	**
pH sin piedra alumbre	7,57 C	6,84 B	6,36 A	0,13	0,0001	**
pH con piedra alumbre	3,66 A	4,40 B	3,78 A	0,15	0,0105	**

(Masias, 2007), menciona que los resultados de extracción entre hojas, frutos y corteza no se pudieron comparar ya que no se realizaron a las mismas concentraciones, estos resultados se realizaron únicamente para el control del proceso. Con el índice de refracción, es posible determinar la concentración y el porcentaje de sólidos más rápidamente. Al respecto, los valores de extracción de extractos de hojas, frutos y corteza muestran una relación directa con los resultados obtenidos en rendimiento.

*Solidez a la luz*

Los valores medios obtenidos a la solidez a la luz, reportaron que no existe diferencia significativa (P< 0,05), por efecto del tinturado de fibra de alpaca con nogal + piedra alumbre como se detalla en la tabla 3.

Tabla 1: codificación de colores

Tratamiento	Color obtenido	Código	Color fuente	Componente
T1 (Tinturado a base de corteza de nogal + piedra alumbre)		7.5YR 5/6 Código hexadecimal (#9f6d3e)		Este color está compuesto por un 62,35 % de rojo, un 42,75 % de verde y un 24,31 % de azul. Tiene 44% de saturación y 43% de brillo
T2 (Tinturado a base de hojas de nogal + piedra alumbre)		5YR 5/6 Código hexadecimal (#a86957)		Este color está compuesto por un 65,88 % de rojo, un 41,18 % de verde y un 27,84 % de azul. Tiene 41% de saturación y 47% de brillo.
T3 (Tinturado a base de fruto de nogal + piedra alumbre)		7.5 YR 8/2 Código hexadecimal (#d7bfad)		Este color está compuesto por un 84,31 % de rojo, un 74,9 % de verde y un 67,84 % de azul. Tiene una saturación del 34% y una luminancia del 76%.

Tabla 3 solidez a la luz

Separación de medias según Tukey (0,05)				
Tratamiento	Media	Grupo	E.E	
T1	5,00	+/-	0,00	A
T2	5,00	+/-	0,00	A
T3	5,00	+/-	0,00	A

### Solidez a la luz

Según (Vele, 2017) el resultado de esta prueba de exposición a luces ultravioletas fue satisfactorio, puesto que no se presentó ningún cambio de color cuando se realizó la comparación con la escala de colores, por lo tanto, la composición es la misma, es decir, que no hay variación en el porcentaje de composición, esto significa que de acuerdo a la evaluación la resistencia de color es aceptable dentro de los estándares de calidad.

### Resistencia a la tensión

Tabla 4 Evaluación de las resistencias físicas de la fibra de alpaca utilizando diferentes partes de la planta de nogal como tinte natural (corteza, hojas y fruto).

Variables	TINTURADO DE FIBRA DE ALPACA					Prob.	Sign
	T1	T2	T3	EE			
Resistencia a la Tensión N/cm <sup>3</sup>	20036,32 B	9316,70 A	7311,90 A	2389,26	0,0057	**	
Porcentaje de elongación %	33,08 B	31,45 AB	27,72 B	1,20	0,0236	*	

Los datos obtenidos en la resistencia al tinturado de fibra de alpaca con nogal son similares a los obtenidos por (Rea & Huebla, 2019) quienes en su estudio cumplen con las exigencias establecidas por la norma IUP6.

### Porcentaje de elongación

Los datos obtenidos (Rea & Huebla, 2019) por mencionan que la fibra de alpaca por su característica higroscópica; su capacidad de resistencia a la radiación solar, las fibras entrecruzadas hacen que sean más resistentes y logren una mejor confección con prendas duraderas y de cuidado fácil.

### Beneficio Costo

Tabla 5 Beneficio Costo

Concepto	T1	T2	T3
Fibra de alpaca 250 gramos	15	15	15
Nogal corteza 200 gramos	3	-	-
Nogal hojas 200 gramos	-	2	-
Nogal fruto 200 gramos	-	-	4
Piedra alumbre	0,75	0,75	0,75
Gas	1	1	1
Fundas plásticas	0,65	0,65	0,65
Termómetro	1,55	1,55	1,55
Balanza	1,55	1,55	1,55
Marcador permanente	1	1	1
Servicios básicos	2,5	2,5	2,5
Total, Egresos	27	26	28
Ingresos			
Fibra de alpaca	45	45	45
Relación Beneficio Costo	1,66	1,73	1,61

## 5. CONCLUSIONES

- Los colores obtenidos por la tinción de fibra de alpaca, utilizando corteza de nogal fue (7,5 YR 5/6), hoja de nogal (5 YR 5/6), fruto de nogal (7,5 YR 8/2).

- Para el índice de refracción el tratamiento con mejor resultado fue T2=tinturado con hojas + piedra alumbre (3,00 °BRIX); mientras que el valor más bajo fue determinado por el T1= tinturado de corteza + piedra alumbre (1,00 °BRIX). Para el pH el valor más alto esta expresado por T2=tinturado con hojas+ piedra alumbre (4,40); mientras que el pH más bajo esta expresado por el T3= tinturado de fruto + piedra alumbre (3,78).

- En las características físicas de la fibra de alpaca, con respecto a la solidez a la luz no existió decoloración de ningún tratamiento, en cuanto a la resistencia el mayor fue el T2= tinturado de hoja+ piedra alumbre y en relación a la tensión el mayor fue el T1= tinturado de corteza + piedra alumbre

- La respuesta económica más alta se aprecia al tinturar la fibra de alpaca con las hojas de nogal puesto que la relación beneficio costo fue de 1,73 que indica márgenes de utilidad del 73% que resulta muy alto sobre todo al ser comparadas con otras actividades similares y efectuada con un poco de capacitación de manera que se hace accesible a todos los estratos socio económicos de nuestro país.

## 6. AGRADECIMIENTO

Se agradece a la Facultad de Ciencias Pecuarias por haber compartido sus conocimientos en todo el proceso y las enseñanzas brindadas para crecer como profesionales.

## 7. REFERENCIAS

- AGUILAR CALLA, M. Esquila y categorización de fibra de alpaca. [en línea]. Número de edición Primera. Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo León de la Fuente Lima - Perú: Desco 2012. [Consultado: 23 de Marzo de 2021]. Disponible en: <http://www.descosur.org.pe/wp-content/uploads/2014/12/Manual007.pdf>.
- ALBERCA JARAMILLO, Nathalia Verónica. Análisis de la efectividad de cinco microsátélites para detectar la diversidad genética de *Junglans neotropica*. [en línea] (Trabajo de Titulación) (Bioquímico Farmacéutico) Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador 2011 pp. 6-7. [Consultado: 2021-04-10] Disponible en: <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/9093/1/Alberca%20Jarramillo%20Nathalia%20Veronica.pdf>.
- AUCANCELA QUISHPI, Byron Adrián. Caracterización de la fibra de *Vicugna pacos* (Alpaca) de la parroquia San Juan, provincia de Chimborazo. [En línea] ( Trabajo de titulación) (Ingeniero Zootecnista) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Zootecnia, Riobamba, Ecuador 2015. pp. 23-24 [Consultado: 2021-04-02] Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5197/1/17T1282%20.pdf>.
- CABASCANGO CABASCANGO, Marco Vinicio. Evaluación de cuatro tipos de sustratos y tres niveles de humus en la obtención de plántulas de nogal (*Juglans neotropica*) en la zona de Otavalo, Provincia de Imbabura. [En línea] (Trabajo de Titulación) (Ingeniero Agrónomo) Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Ingeniería Agronómica 2011 pp. 4-5 [Consultado: 2021-04-02] Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/128/T-UTB-FACIAG-AGR-000034.pdf?sequence=6&isAllowed=y>.
- CORRADINE MORA Maria Gabriela. Guía para tintura con tintes naturales en lana para los artesanos de los municipios de Sutatausa, Tausa, Ubaté, Fúquene, Sesquilé y Villapinzón. [En línea] Número de edición Primera. Laboratorio de Diseño e Innovación para Cundinamarca, Cundinamarca, Colombia: UT NEXUS GESTANDO 2014. [Consultado: 12 de Abril de 2021.] Disponible en: <https://repositorio.artesaniaSdecolombia.com.co/bitstream/001/3742/1/INST-D%202014.%20304.pdf>.
- ESTRADA, W. Manual Para la Producción de Nogal. [En línea] Número de edición Primera Cormadera Ibarra-Ecuador: EDI-U 1997. [Consultado: 3 de Diciembre de 2021.] Disponible en: <http://www.itto.int/files/user/pdf/publications/Other%20Publications/op-14%20s%20nogal.pdf>.
- FAO. Ecología y enseñanza rural. [En línea] 1998. [Consultado: 16 de Abril de 2021.] Disponible en: <https://www.fao.org/3/w1309s/w1309s07.htm>.
- GUITIÉRREZ RIVERA, Fernando Alonso. Módulos Didácticos Basados en la Fenomenología de la luz y la Óptica, para estudiantes de 1° medio. [En línea] (Seminario Para Optar Al Grado De Licenciado en Educación) (Licenciado en Educación) Universidad de la Concepción, Santiago, Chile 2016. [Consultado: 2021-07-13.] Disponible en: [repositorio.udec.cl/bitstream/11594/3076/4/tesis\\_Modulos\\_Didacticos\\_basados\\_en\\_la\\_fenomenologia.Image.Marked.pdf](http://repositorio.udec.cl/bitstream/11594/3076/4/tesis_Modulos_Didacticos_basados_en_la_fenomenologia.Image.Marked.pdf).
- HEIFER, INTERNATIONAL. Comercialización de fibra de alpaca de comunidades de los páramos andinos. [Blog] 2020. [Consultado: 2 de Abril de 2021.] Disponible en: <https://www.heifer-ecuador.org/proyecto/comercializacion-de-fibra-de-alpaca-de-comunidades-de-los-paramos-andinos/>.
- INEN 2852 NTE INEN 2852- Fibra de alpaca en vellón. Requisitos.
- LANNAMICO, Luis. El cultivo del nogal en climas templado-frios. [En línea] Número de edición primera Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle Argentina: INTA 2009. [Consultado: 3 de Abril de 2021 .] Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_el-cultivo-del-nogal-en-climas-templado-frios.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_el-cultivo-del-nogal-en-climas-templado-frios.pdf).
- LUNA CHAVEZ, Carmen Mabel. Teñido de Fibras Proteínicas con Hoja de Nogal en Frio. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería Química) Universidad Nacional de Callao, Callao, Perú 2013. p. 3. [Consultado: 2021-03-2021.] Disponible en: [http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/2023/Luna\\_Informefinal\\_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/2023/Luna_Informefinal_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- MASIAS BROCKER, Katia. Caracterización de las propiedades tintóreas del extracto de nogal (*Juglans neotropica* Diels) proveniente de la cuenca alta del riom Zaña. [En línea] (Trabajo de Titulación) (Ingeniero Forestal) Universidad Nacional Agraria La Molina , La Molina, Perú 2007. pp. 48-53 [Consultado: 2021-12-06] Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/421/K50.M385-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- MUNSELL. Munsell Plant Tissue Color Book. Número de edición Primera. Colombia : Munsell 2012.
- OYAGÜE, Javier Mateo. Características de la carne de alpaca y procesamiento de Charqui en los departamentos de Puno y Cusco. [en línea]. Número de edición Primera. Santiago de Surco-Lima, Perú: Gráficas Celarayn S.A. 2010. [Consultado: 23 de Marzo de 2021]. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books?id=WnXL78pKPjoC&printsec=frontcover&dq=alpaca&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKewjq8eq\\_7aX0AhUxtjEKHQM4DoMQ6AF6BAGJEAI#v=onepage&q&f=true, 2010](https://books.google.com.ec/books?id=WnXL78pKPjoC&printsec=frontcover&dq=alpaca&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKewjq8eq_7aX0AhUxtjEKHQM4DoMQ6AF6BAGJEAI#v=onepage&q&f=true, 2010).
- PALACIOS, Cecilia Y ULLUARI, Narcisa. "Revalorización de métodos ancestrales de tinturado natural en las provincias de Loja y Azuay del sur de Ecuador." *Siembra* [en línea] 2020, (Ecuador), volumen (7), pp 50-59. [Consultado: 20 de Marzo de 2021.] DOI: 10.29166 / siembra.v7i1.1914. Disponible en: <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/1914/2144>. DOI: 10.29166 / siembra.v7i1.1914.
- PAZOS, Shirley. Teñido en base a tintes naturales Conocimiento y técnicas ancestrales de artistas textiles de Perú y Bolivia. [En línea] Número de edición Primera Fuente: Soluciones Prácticas 2017. [Consultado: 16 de Abril de 2021.]. Disponible en: <http://artesaniatextil.com/wp-content/uploads/2017/05/tenido-naturales.pdf>.

- QUISPE, Edgar. "Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaca en Sudamérica." [en línea] 2009. (México) Volumen 59 p. 25-38 [Consultado: 24 de Abril de 2021.] Disponible en: <https://www.fao.org/3/i1102t/i1102t02.pdf>. doi:10.1017/S1014233909990277.
- QUISPE, Edgar. POMA, Adolfo Y PURROY, Antonio. "CARACTERISTICAS PRODUCTIVAS Y TEXTILES DE LA FIBRA DE ALPACAS." [en línea] 2013. (España) 29,2 pp 1-29. [Consultado: 15 de Abril de 2021.] disponible en: [file:///C:/Users/compu/Downloads/41413-Texto%20del%20art%C3%ADculo-56786-2-10-20130219%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/compu/Downloads/41413-Texto%20del%20art%C3%ADculo-56786-2-10-20130219%20(1).pdf).
- REA, Jesica Y HUEBLA, Wendy. Industrialización, Diseño y Elaboración de Artículos Terminados con Fibra de Alpaca. [en línea] (Trabajo de Titulación) (Ingeniera en Industria Pecuarias) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador 2019 pp 33-40. [Consultado: 2021-12-03.] Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/13503/1/27T0423.pdf>. 27T0423.pdf.
- SÁNCHEZ LLANOS, Maura Lisseth. Obtención de Tonalidades azules a partir de la experimentación en el tinturado natural de lana de oveja y fibra de alpaca . [En línea] (Trabajo de Titulación) (Escuela de Diseño Textil y Moda) Universidades del Azuay, Azuay, Ecuador 2020. pp. 35-40.[Consultado: 2021-03-24.] Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/10015/1/15645.pdf>. 81508.
- SEPÚLVEDA, Noemi. Manual para el Manejo de Camélidos Sudamericanos Domésticos. [en línea]. Número de edición Primera Fundación para la Innovación Agraria.Santiago de Chile- Chile: INCAS 2011. [Consultado: 23 de Marzo de 2021]. Disponible en: Fundación para la innovación Agraria ISBN N° 978-956-328-089-0, 2011.
- TERRAZAS MATA, Eduardo. Teñidos de Textiles con Tintes Naturales . [en línea] Número de edición Primera 2012. [Consultado: 15 de Marzo de 2021.] Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/read/13279429/recetario-de-tintes-naturales-descarga-pdf-materia-pendiente>.
- TRILLO, Cecilia. Tintes Naturales. [En línea] Número de edición Primera 2007. [Consultado: 16 de Abril de 2021.] Disponible en : <http://telaresdelsurcba.blogspot.com/2008/09/libro-sobre-tintes-naturales-de-cecilia.html>.
- VALLDEPERAS, Jose. Evolución y fundamentos de los ensayos de solidez a la luz. [En línea] Número de edición Primera 2019. [Consultado: 17 de Abril de 2021.] Disponible en: [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/13133/EVOLUCI%C3%93N%20Y%20FUNDAMENTOS%20DE%20LOS%20ENSAYOS%20DE%20SOLIDEZ%2C%20LUZ%20E\\_.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/13133/EVOLUCI%C3%93N%20Y%20FUNDAMENTOS%20DE%20LOS%20ENSAYOS%20DE%20SOLIDEZ%2C%20LUZ%20E_.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- VALVERDE UQUILLAS, Anais. Estudio y análisis del fruto seco Tocte (Juglansneotrópica) y su aplicación en la pastelería. [En línea] (Trabajon de Titulación) (Licenciatura en gastronomía) Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador 2016 pp 45-47. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/14184/1/TESIS%20Gs.%20111%20-%20tesis%20final%20tocte.pdf>.
- VELE CAYMAYO, Marithza Angelica. Determinación de Colorantes Naturales Textiles de la Parroquia Tarqui . [en línea] ( Trabajo de Titulación) (Escuela de Diseño Textil) Universidad del Azuay, Azuay, Ecuador 2017 pp 34-37. [Consultado: 2021-12-06.] Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/7083/1/13029.pdf>.
- VILLANUEVA CHAVEZ, Alicia. Conocimiento sobre la fibra de Alpaca y Teñidos Naturales . [En línea] Servicios Gráficos JMD, Lima, Perú: 2012. [Consultado: 24 de abril del 2021.] Disponible en: [http://www.ecosfron.org/sumamanuela/wp-content/uploads/Manual\\_tenido.pdf](http://www.ecosfron.org/sumamanuela/wp-content/uploads/Manual_tenido.pdf)



# RECIENA

Revista Científica Agropecuaria

## INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

### DESCRIPCIÓN

La revista RECIENA provee un espacio de presentación de artículos para investigadores, académicos y profesionales de las áreas afines a las ciencias pecuarias. Esta revista publica artículos sobre un amplio rango de temas referentes a la agroindustria, zootecnia y medicina veterinaria, entre los cuales constan: ciencia de alimentos, ciencias animales, biotecnología, procesos agroindustriales, desarrollo de nuevos productos, producción, gestión y negocios agropecuarios.

### AUDIENCIA

Personas involucradas en todas las áreas de las ciencias agropecuarias.

### INDEXACIÓN

Con ISSN 2773-7608 (con futura indexación en Latindex).

### CONSEJO EDITORIAL

#### *Editor en jefe:*

- Luis Fernando Arboleda Álvarez, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

#### *Editores asociados:*

- Cira, Duate, Universidad de la Habana, la habana, Cuba.
- Yayoi, Velasco, Universidad Autónoma Metropolitana, México DF, México
- Luis, Cartuche, Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador

### OBJETIVOS Y ALCANCE

RECIENA es una revista nacional revisada por pares que publica artículos relacionados con el estudio de la agroindustria, zootecnia y medicina veterinaria. RECIENA publica solo material que nunca se ha publicado anteriormente y que actualmente no se está considerando para publicación en otra revista; con la excepción de la divulgación limitada (por ejemplo, la publicación de un resumen o en las actas de una conferencia científica, con circulación limitada).

### TIPOS DE ARTÍCULOS

- Artículos de investigación originales deben informar los resultados de una investigación original. El material no debe haber sido publicado anteriormente en otro lugar, excepto en forma preliminar.
- Artículos de revisión deben cubrir temas dentro del alcance de la revista y deben ser de interés actual. Por lo general, se los realiza bajo invitación a los autores, sin embargo, los posibles autores pueden comunicarse con los editores sobre propuestas.
- Cartas al editor que ofrecen comentarios o críticas útiles sobre el material publicado en la revista son bienvenidos. La decisión de publicar las cartas enviadas recae exclusivamente en los editores. Se espera que la publicación de tales cartas permitirá un intercambio de opiniones que será beneficioso tanto para la revista como para sus lectores.

### COSTOS POR PUBLICACIÓN

Esta revista publica de manera gratuita los artículos aceptados tras el proceso de revisión por pares ciegos.

### USO DE LENGUAJE NEUTRO

El lenguaje utilizado debe reconocer la diversidad, transmitir respeto y promover la igualdad de oportunidades. El contenido no debe hacer suposiciones sobre las creencias o compromisos de cualquier lector; no debe contener nada que pueda implicar que un individuo es superior a otro por motivos de edad, género, raza, etnia, cultura, orientación sexual, discapacidad o condición de salud; y se debe utilizar un lenguaje inclusivo en todo momento. Los autores deben asegurarse de que la escritura esté libre de sesgos, estereotipos, jerga, referencia a la cultura dominante y / o supuestos culturales. Aconsejamos buscar neutralidad de género mediante el uso de sustantivos en plural ("médicos, pacientes / clientes") por defecto / siempre que sea posible para evitar usar "él, ella" o "él / ella". Recomendamos evitar el uso de descriptores que se refieran a atributos personales como edad, género, raza, etnia, cultura, orientación sexual, discapacidad o condición de salud a menos que sean relevantes y válidos. Estas pautas están destinadas

a ser un punto de referencia para ayudar a identificar el lenguaje apropiado, pero de ninguna manera son exhaustivos ni definitivos.

## PREPARACIÓN DEL ARTICULO

### *Uso de software de procesamiento de textos*

Es importante que el archivo se guarde en el formato nativo del procesador de texto utilizado. El texto debe estar en formato de una sola columna. Mantenga el diseño del texto lo más simple posible. Puede utilizar negrita, cursiva, subíndices, superíndices, etc. Para evitar errores innecesarios, se recomienda encarecidamente que utilice el "corrector ortográfico" y el "corrector gramatical" en las funciones de su procesador de textos. Las páginas y líneas de su artículo deben estar numeradas.

## ESTRUCTURA DEL ARTÍCULO

Los manuscritos deben organizarse de la siguiente manera:

### *Sección inicial*

- Título del artículo
- Autores y las afiliaciones
- Autor correspondiente
- Resumen
- Palabras clave
- Abstract
- Keywords

### *Sección del medio (con sus respectivas subsecciones con numeración lógica y consecutiva)*

1. Introducción
2. Material y métodos
3. Resultados
4. Discusión
5. Conclusiones

### *Sección final*

- Agradecimientos
- Declaración de interés
- Contribuciones de autor
- Referencias bibliográficas

### **Título**

Debe ser específico, descriptivo, conciso y comprensible para lectores fuera del campo, con un máximo de hasta 250 caracteres.

## **Nombres y afiliaciones de los autores**

Ingrese los nombres de los autores en la página de título del manuscrito en el siguiente orden:

- Nombre (o iniciales, si se usan)
- Segundo nombre (o iniciales, si se usan)
- Apellido (o apellidos, si se usan)
- Cada autor de la lista debe tener una afiliación. La afiliación incluye la afiliación al departamento, la universidad o la organización y su ubicación, incluida la ciudad, el estado / provincia (si corresponde) y el país. Los autores tienen la opción de incluir una dirección actual además de la dirección de su afiliación en el momento del estudio. La dirección actual debe aparecer en la línea de autor y claramente etiquetada como "dirección actual". Como mínimo, la dirección debe incluir la institución, la ciudad y el país actuales del autor. Si un autor tiene varias afiliaciones, ingrese todas las afiliaciones en la página del título.

### **Autor correspondiente**

El autor que envía el estudio se designa automáticamente como el autor correspondiente en el sistema de envío. El autor correspondiente es el contacto principal para la oficina de la revista y el único autor que puede ver o cambiar el manuscrito mientras se encuentra bajo consideración editorial.

Solo se puede designar un autor correspondiente en el sistema de envío. Quien sea designado como autor correspondiente en la página del título del archivo del manuscrito se incluirá como tal en el momento de la publicación. Incluya una dirección de correo electrónico para el autor correspondiente en la página del título del manuscrito.

### **Resumen**

El Resumen viene después de la página del título en el archivo del manuscrito.

El resumen debe:

- Describir el (los) objetivo (s) principal (s) del estudio
- Explicar cómo se realizó el estudio, incluidos los organismos modelo utilizados, sin detalles metodológicos.
- Resumir los resultados más importantes y su relevancia.
- No exceder las 300 palabras

El resumen no debe incluir:

- Citas
- Abreviaturas, si es posible Palabras clave

Inmediatamente después del resumen, proporcione un máximo de 6 palabras clave, utilizando ortografía en español y evitando términos generales y plurales y conceptos múltiples (evite, por ejemplo, 'y', 'de'). Evite abreviaturas: solo pueden ser

elegibles las abreviaturas firmemente establecidas en el campo de estudio. Las palabras clave descritas se utilizarán con fines de indexación.

### **Introducción**

La introducción debe:

- Proporcionar antecedentes que pongan el manuscrito en contexto y permitan a los lectores ajenos al campo comprender el propósito y la importancia del estudio.
- Definir el problema abordado y por qué es importante.
- Incluir una breve revisión de la literatura esencial para el estudio realizado.
- Anotar cualquier controversia o desacuerdo relevante en el campo de estudio.
- Concluir con una breve declaración de la hipótesis de investigación y el(los) objetivo(s) del trabajo.

### **Material y métodos**

La sección material y métodos debe proporcionar suficientes detalles para permitir que los investigadores con la habilidad adecuada puedan replicar completamente su estudio. Debería incluirse en detalle información y/o protocolos específicos para nuevos métodos. Si los materiales, métodos y protocolos están bien establecidos, los autores pueden citar artículos en los que esos protocolos se describen en detalle, pero el envío debe incluir información suficiente para ser entendido independientemente de estas referencias.

### **Resultados, Discusión, Conclusiones**

Estas secciones deben estar todas separadas y pueden dividirse en subsecciones, cada una con un subtítulo conciso, según corresponda. Estas secciones no tienen límite de palabras, pero el lenguaje debe ser claro y conciso. Estas secciones deben describir los resultados de los experimentos, la interpretación de estos resultados y las conclusiones que pueden extraerse. Los autores deben explicar cómo los resultados se relacionan con la hipótesis presentada como base del estudio y proporcionar una explicación sucinta de las implicaciones de los hallazgos, particularmente en relación con estudios previos relacionados y posibles direcciones futuras de la investigación.

### **Agradecimientos**

Aquellos que contribuyeron al trabajo pero que no cumplen con nuestros criterios de autoría deben aparecer en los agradecimientos con una descripción de la contribución. Los autores son responsables de asegurarse de que cualquier persona nombrada en los agradecimientos acepte ser nombrada. En caso de no existir agradecimientos escribir textualmente "Los autores no consideran agradecimientos en el presente trabajo".

### **Declaración de interés**

Todos los autores deben revelar cualquier relación financiera y personal con otras personas u organizaciones que podrían influir (sesgar) inapropiadamente en su trabajo. Ejemplos de posibles intereses en la investigación pueden ser: empleo, consultorías, propiedad de acciones, honorarios, testimonio de peritos pagado, patentes solicitudes / registros y subvenciones u otros fondos. Si no hay intereses que declarar, indique lo siguiente: 'Declaraciones de interés: ninguna'.

### **Contribuciones de autor**

Con el objetivo de promover la transparencia, recomendamos a los autores que describan sus contribuciones al artículo enviado utilizando los roles relevantes: Conceptualización; Curación de datos; Análisis formal; Adquisición de fondos; Investigación; Metodología; Administración de proyecto; Recursos; Software; Supervisión; Validación; Visualización; Roles / Escritura - borrador original; Escritura - revisión y edición. Las declaraciones de autoría deben estar formateadas con los nombres de los autores primero y el (los) rol (s) después. En caso de existir equidad absoluta en las contribuciones de autor escribir textualmente "Todos los autores contribuyeron por igual en el presente trabajo".

### **Referencias bibliográficas**

#### *Cita en el texto*

Asegúrese de que todas las referencias citadas en el texto también estén presentes en la lista de referencias (y viceversa). La cita de una referencia como 'en prensa' implica que el artículo ha sido aceptado para publicación.

#### *Estilo de referencia*

RECIENA utiliza el estilo de las normas APA, 7ma edición, de la siguiente manera:

**Texto:** Indique las referencias por apellido, inicial del primer nombre y año entre paréntesis en línea con el texto (Pérez J., 2021). En caso de existir dos autores escribir los dos apellidos e iniciales de los nombres seguidos por el año de publicación (Pérez J. & Logroño D., 2021). En caso de existir más de dos autores, escribir el apellido del primer autor, la inicial del primer nombre seguido de "et al" y el año de publicación (Pérez J, *et al.*, 2021).

**Lista:** Ordene alfabéticamente las referencias de la A a la Z. Tenga en cuenta que, para más de 6 autores, los primeros 6 deben aparecer obligatoriamente, los demás autores en caso de haberlos se incluirá '*et al.*'

**Tablas:** Cite las tablas en orden numérico ascendente al aparecer por primera vez en el archivo del manuscrito. Coloque cada tabla en el manuscrito directamente después del párrafo en el que se cita por primera vez (orden de lectura). No envíe sus tablas en archivos separados. Las tablas requieren una etiqueta (por ejemplo, "Tabla 1") y un breve título descriptivo

que se colocará encima de la tabla. Coloque leyendas, notas al pie y otro texto debajo de la tabla.

## FIGURAS E ILUSTRACIONES

Puntos generales:

- Asegúrese de utilizar letras y tamaños uniformes en sus figuras y/o ilustraciones originales.
- Trate de usar las siguientes fuentes en sus ilustraciones: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol o use fuentes similares.
- Numere las figuras y/o ilustraciones según su secuencia en el texto.
- Utilice una convención de nomenclatura lógica para sus archivos de ilustraciones.
- Proporcione leyendas a cada una de las figuras y/o ilustraciones debajo de la imagen.
- Dimensione las ilustraciones cerca de las dimensiones deseadas para la versión publicada.
- Envíe cada figura y/o ilustración como un archivo separado del manuscrito.
- Asegúrese de que las imágenes en color sean accesibles para todos, incluidos aquellos con problemas de visión de los colores.

### Formatos

Si figuras y/o ilustraciones se crean en una aplicación de Microsoft Office (Word, PowerPoint, Excel), proporciónelas "tal cual" en el formato de documento nativo. Independientemente de la aplicación utilizada, cuando se finalicen las figuras y/o ilustraciones, "Guardar como" o convertir las imágenes a uno de los siguientes formatos:

- EPS (o PDF): dibujos vectoriales, incrustar todas las fuentes utilizadas.

- TIFF (o JPEG): fotografías en color o en escala de grises (medios tonos), mantenga un mínimo de 300 ppp.
- TIFF (o JPEG): dibujos de líneas en mapa de bits (píxeles puros en blanco y negro), mantenga un mínimo de 1000 ppp.
- TIFF (o JPEG): Combinaciones de línea de mapa de bits / medio tono (color o escala de grises), manténgase en un mínimo de 500 ppp.

Por favor tenga en cuenta:

- No suministrar archivos optimizados para su uso en pantalla (por ejemplo, GIF, BMP, PICT, WPG); estos suelen tener un número reducido de píxeles y un conjunto de colores limitado;
- No suministrar archivos que tengan una resolución demasiado baja;
- No enviar gráficos que sean desproporcionadamente grandes para el contenido. Nomenclatura y unidades

Siga las reglas y convenciones aceptadas internacionalmente: utilice el sistema internacional de unidades (SI). Si se mencionan otras cantidades, dé su equivalente en SI.

### Fórmulas matemáticas

Envíe las ecuaciones matemáticas como texto editable y no como imágenes. Presente fórmulas simples en línea con el texto normal cuando sea posible y use el sólido (/) en lugar de una línea horizontal para términos fraccionarios pequeños, por ejemplo,  $X / Y$ . En principio, las variables se presentarán en cursiva. Las potencias de "e" suelen indicarse más convenientemente mediante "exp". Numere consecutivamente cualquier ecuación que deba mostrarse por separado del texto (si se menciona explícitamente en el texto).



Revista Científica Agropecuaria, RECIENA  
Número 3, Año 2, Volumen 1

Publicación arbitrada internacional de publicación semestral.  
Facultad de Ciencias Pecuarias  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo  
ISSN 2773-7608

Distribución libre