



esPOCH

Facultad de Ciencias Pecuarias

RECIENA

Revista Científica Agropecuaria



VOL. 4
Núm. 03
 MAYO - OCTUBRE 2024
 ISSN 2773-7608



Líneas de investigación:

- Ciencias agrícolas y agroindustriales
- Ciencias zootécnicas y biológicas
- Ciencia e ingeniería de Alimentos
- Ciencia e ingeniería de biomateriales
- Medicina animal
- Procesos agropecuarios y agroindustriales
- Economía, gerencia y negocios agropecuarios
- Aplicaciones de otras ciencias a estas áreas.





ISSN: 2773-7608
RECIENA.

Esta obra está bajo una licencia
internacional Creative Commons
Atribución-NoComercial 4.0.



Publicada por la Facultad de Ciencias Pecuarias
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Volumen 4 / Número 3, Mayo – Octubre 2024

Contenido

1	ENDOCRINOLOGÍA REPRODUCTIVA EN YEGUAS, UNA REVISIÓN Suqui Mocha Saydi Génesis, Yaguarshungo Inga Edwin Geovanny, Mancheno Herrera Carlos Andrés.	6 - 11
2	CARACTERIZACIÓN AGROECOLÓGICA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE OVINOS DE PELO AMAZÓNICO DEL CANTÓN PASTAZA - ECUADOR Moscoso Jairo, Reyes Fabián.	12 - 23
3	EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA INCLUSIÓN ALIMENTICIA DE HIERRO Y MANGANESO SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y REPRODUCTIVO EN PORCINOS Lucía Loachamín Guallichico, Eduardo Aragón Vásquez, Renán Mena-Pérez, Jimmy Quisirumbay-Gaibor.	24 - 32
4	PRESENCIA DE CARACOLES LYMNAEIDAE (MOLLUSCA: GASTROPODA), INFECTADOS CON ESTADIOS LARVARIOS DE FASCIOLA HEPÁTICA (LINNAEUS, 1758) EN ZONAS GANADERAS DE LA PROVINCIA DE CARCHI. Wilson Santiago Chugá Bastidas, Rubén Darío Martínez Chugá.	33 - 39
5	REVITALIZACIÓN DE SABERES ANCESTRALES Y EMPODERAMIENTO FEMENINO EN LA AGRICULTURA DE LOS PASTOS Guerrero Portillo Silvio Ernesto, Meneses Quelal Orlando.	40 - 51
6	EVALUACIÓN RETROSPECTIVA DE ÍNDICES REPRODUCTIVOS ENTRE VACAS HOLSTEIN FRIESIAN PURAS Y MESTIZAS F1 CRIADAS A 3200 m.s.n.m. Moisés Gerardo Guevara Fierro, Antonio Vinicio Murillo Ríos.	52 - 62
7	EFECTO DEL NEUTRO EN LA ELABORACIÓN DE HELADOS A BASE DE AGUA Y LECHE Alexis Andrés Ramos Romero, Lorena Michelle Quintana López, Steven Stalin Ramos Romero, Estalín Fabian Mejía Hidalgo.	63 - 70
8	LA ECONOMÍA AGRÍCOLA Y LA TEORÍA GENERAL DE KEYNES Álvaro Andrés Auquilla Ordóñez, María José Chávez Villacrés, Luis Armijo Auquilla Belema, César Fernando Padilla Palacios.	71 - 75



CORRESPONDENCIA Y SUSCRIPCIONES

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

Equipo editorial

DIRECTORA GENERAL:

Ing. María Belén Bravo Avalos. PhD (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador).

EDITOR JEFE:

Ing. Luis Arboleda PhD. (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador).

COMITÉ EDITORIAL:

Miembros Comité Editorial:

- **Luis Eduardo Hidalgo Almeida** (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador).
- **Wilian Marcelo Bravo Morocho** (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador).
- **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).
- **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).
- **Sungey Sánchez Llaguno** (Universidad de las Fuerza Armadas, ESPE, Ecuador).
- **Santiago Eduardo Valle Baldeon** (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador).

COMISIÓN DE SOPORTE

Soporte editorial y logístico:

- **Eduardo Andrés Yambay Hernández** (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador).
- **Katherinne Sthefanny Díaz Sanchez** (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador).

Diseño portada, contraportada y diagramación:

- **José Luis Heredia Hermida** (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador).

ENDOCRINOLOGÍA REPRODUCTIVA EN YEGUAS, UNA REVISIÓN

Reproductive endocrinology in mares, a review

	¹ Suqui – Mocha, Saydi Génesis	saydisuqui2@gmail.com
	² Yaguarshungo – Inga - Edwin Geovanny	edwinyagu2000@gmail.com
	³ Mancheno – Herrera - Carlos Andrés *	andres.mancheno@esPOCH.edu.ec

¹ Investigadora Independiente.

² Investigador Independiente.

³ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Ciencias Pecuarias.

E-mail: * andres.mancheno@esPOCH.edu.ec

RESUMEN

La reproducción equina es un proceso complejo que involucra múltiples sistemas endocrinos. En las yeguas, el ciclo estral, que dura aproximadamente 21 días, se divide en fases folicular y luteal. La interacción entre el endometrio, la hipófisis, las gónadas y el hipotálamo regula este ciclo, pero la ovulación, que ocurre al final del estro, puede ser difícil de predecir. El fotoperíodo, influenciado por la duración de la luz, afecta la actividad reproductiva, con una reproducción más eficiente en primavera y verano. La melatonina regula la percepción de la luz y modula la secreción de hormonas clave como GnRH, FSH y LH. Estas hormonas influyen en la foliculogénesis, que incluye dos ondas foliculares, una mayor y otra menor, guiando el desarrollo del folículo dominante. La ovulación se produce cuando el folículo maduro libera el ovocito. Tras la ovulación, se forma el cuerpo lúteo, que produce progesterona para preparar el útero para la gestación o provocar su regresión si no hay preñez.

Palabras clave: Reproducción, Equinos, Yeguas, Fisiología, Endocrinología.

ABSTRACT

Equine reproduction is a complex process that involves multiple endocrine systems. In mares, the estrous cycle, which lasts approximately 21 days, is divided into follicular and luteal phases. The interaction between the endometrium, pituitary, gonads, and hypothalamus regulates this cycle, but ovulation, which occurs at the end of estrus, can be difficult to predict. The photoperiod, influenced by the duration of light,

affects reproductive activity, with more efficient reproduction in spring and summer. Melatonin regulates the perception of light and modulates the secretion of key hormones such as GnRH, FSH, and LH. These hormones influence folliculogenesis, which includes two follicular waves, one major and one minor, guiding the development of the dominant follicle. Ovulation occurs when the mature follicle releases the oocyte.

After ovulation, the corpus luteum is formed, which produces progesterone to prepare the uterus for gestation or cause it to regress if there is no pregnancy.

Keywords: *Reproduction, Equines, Mares, Physiology, Endocrinology.*

1. INTRODUCCIÓN

La reproducción equina requiere una extensa comprensión de los eventos endocrinológicos de la yegua. De esta manera se permite conocer las posibles limitantes de su capacidad reproductiva y en los casos necesarios aplicar correctivos para mejorar y aumentar la eficiencia reproductiva de cada animal fomentando así la conservación y mejoramiento de esta especie (1).

Las complejas interacciones entre el endometrio, la hipófisis, las gónadas y el hipotálamo regulan el ciclo estral en los mamíferos. La fase folicular de la especie equina es muy inconsistente y variable, a diferencia de otros animales domésticos como la vaca (1).

En la yegua la ovulación ocurre más cerca del final del

estro que al inicio, lo que dificulta la predicción precisa del momento de la ovulación, el control y la manipulación del ciclo estral. Las concentraciones plasmáticas de la hormona luteinizante (LH), la cual es responsable de la ovulación, aumentan lentamente; alcanzando así sus máximos niveles 24 horas después de la ovulación (3).

El siguiente artículo tiene como objetivo realizar una revisión bibliográfica de la endocrinología reproductiva en yeguas, mediante la búsqueda de artículos científicos para facilitar la comprensión del funcionamiento endocrinológico reproductivo en yeguas

2. METODOLOGÍA

Para la recopilación de información se realizó una búsqueda sistemática de información acerca del tema, se analizaron y seleccionaron artículos científicos e investigaciones de bases de datos indexadas en Scopus, WOS, Scielo así como de bases regionales, tratando de seleccionar la información más relevante y actualizada para su análisis y discusión. Posteriormente se organizó la información procurando darle un esquema de fácil comprensión y entendimiento.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ciclo estral

El ciclo estral (CE), es el período de tiempo que transcurre entre una ovulación y otra (1). En la yegua el ciclo estral, tiene una duración de aproximadamente 21 días y consta de dos fases: la folicular y la luteal (4).

En la fase folicular de la yegua ocurre el crecimiento folicular, la selección, maduración y por último la ovulación (5). Se caracteriza por la receptividad al macho, esto en consecuencia de la producción de estrógenos (E) y de progesterona (P4). En este intervalo las concentraciones de progesterona son bajas midiendo así <1ng/ml (6).

La cópula y el ascenso de los espermatozoides a través del tracto genital de la hembra son posibles en esta etapa. El estro generalmente dura de 5 a 7 días, pero puede extenderse de 2 a 12 días (6). El comportamiento y los días de duración del estro depende de la yegua y del período estacional (4).

Por otro lado, la fase luteal inicia con la ovulación, también se forma el cuerpo lúteo (7). El cuerpo lúteo (CL) produce altos niveles de progesterona (>1ng/ml), tiene

una duración de 14 a 16 días. En el diestro la yegua no tiene receptividad hacia el macho y la progesterona (P4) altera el tracto reproductivo, aumentando el tono uterino y cerrando el cérvix (8).

El balance de hormonas de la glándula pineal, el hipotálamo, la hipófisis, los ovarios y el endometrio determina la regularidad del ciclo estral (7). El hipotálamo es un punto clave ya que regula la liberación de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) mediante señales que provienen de la glándula pineal y de los centros cerebrales. Esto hace que la información sea susceptible al entorno y a la luz del día (8).

Las yeguas son conocidas por ser animales poliéstricos estacionales, los factores externos, como la temperatura ambiental, el fotoperiodo y la condición corporal y nutricional de los animales, influyen en su ritmo reproductivo. (5).

Fotoperiodo

La longitud del día es conocida como fotoperíodo. Las yeguas hacen uso del fotoperiodo para programar su actividad reproductiva, su actividad ovulatoria o la ciclicidad estral en los días con más cantidad de horas luz y anestro con la disminución del fotoperiodo (9).

Las yeguas requieren una longitud media de luz de 16 horas para pasar de anestro a estro, y luego pasan por una fase de transición que dura entre 30 y 45 días antes de su primer ciclo real. Hasta la preñez o anestro, cada ciclo dura entre 19 y 22 días (10). Los criadores utilizan con frecuencia la iluminación artificial para llevar a sus yeguas al estro antes de la estación reproductiva porque sus cuerpos no pueden distinguir entre la luz natural y artificial (11).

Las yeguas presentan sus nacimientos en el momento más adecuado para la supervivencia de su descendencia debido a su reproducción estacional con un fotoperiodo alto (muchas horas de luz por día o primavera-verano) (10).

Las yeguas tienen más de un ciclo anual, los cuales tienen lugar en una época determinada y en ciertas estaciones. Sin embargo, muchas yeguas, dependiendo de la latitud, muestran actividad ovárica más intensa durante el período de primavera - verano (8).

Por ejemplo, en la primavera y el verano, que son conocidos como la época reproductiva, el estro tiende a ser más amplio y se presenta folículos ovulatorios más grandes, esto se ha registrado en los países del hemisferio norte. Hasta el período de anestro, que es en el

invierno, los folículos ovulatorios tienden a ser más pequeños. Las yeguas mayores también suelen tener una duración más extensa: las razas más grandes tienen 4,3 días más largo y las más pequeñas 2,6 días más largo. El aumento podría ser el resultado de una fase folicular más prolongada, la cual probablemente se debe a la menor longitud de los folículos (11).

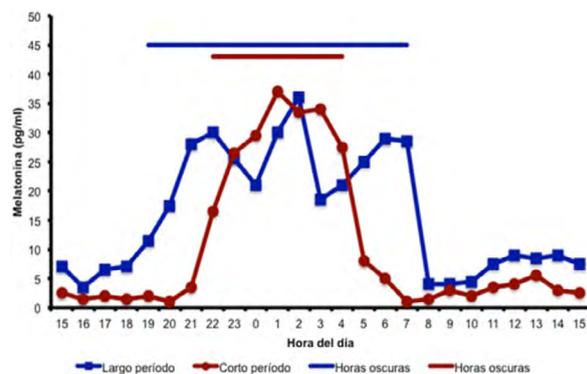
Melatonina en el fotoperiodo

El neurotransmisor que media las informaciones diarias del ciclo que comprende de luz-oscuridad es la melatonina. Este neurotransmisor le indica al cuerpo la duración de la noche y del año correspondiente (12).

El aumento de la producción de GnRH en el hipotálamo permite el desarrollo folicular en los ovarios; por otro lado, los días de otoño-invierno están asociados con una disminución de la secreción de GnRH, lo que resulta en una disminución de la actividad ovárica (13).

Siendo así que, con el aumento del fotoperiodo y las concentraciones de melatonina generan un impacto en la actividad ovárica de la yegua.

Figura 1. Concentración de melatonina en yeguas con largo y corto periodo de horas oscuras durante el día (3).



Foliculogénesis

La unidad funcional y estructural de los ovarios en hembras es el folículo. Se define a la foliculogénesis como el proceso donde se van a formar, crecer y diferenciar los folículos, este proceso empieza desde el estadio de un folículo primordial y llega a finalizar cuando exista un folículo preovulatorio (14).

Endocrinológicamente, la interacción de mecanismos endocrinos sistémicos y factores locales como paracrinos y autocrinos regulan la actividad en los ovarios. Dentro del hipotálamo, se libera gonadotropinas GnRH que sintetiza en mecanismos moleculares que liberan hormona foliculoestimulante FSH y la hormona lutei-

nizante LH de la hipófisis (14).

En la yegua los folículos llegan a crecer 2 mm sin la presencia de la hormona FSH, debido a que los folículos pueden desarrollarse hasta un estadio antral sin la necesidad de las hormonas GnRH (15).

Dinámica folicular.

Se denomina al crecimiento continuo y de regresión que sufre el folículo antral, de esta manera guía al desarrollo del folículo preovulatorio, el crecimiento de las estructuras se produce en forma de ondas y grupos (16).

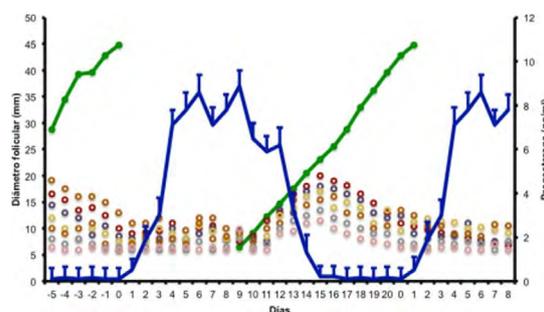
Durante el ciclo estral en las yeguas se caracteriza por presentar dos patrones de ondas foliculares. La primera onda llamada "onda folicular mayor", y presenta folículos dominantes y recesivos, empieza en la segunda mitad del ciclo estral y termina al finalizar la ovulación (17). La segunda onda denominada "onda menor", cuando el folículo mayor no alcanza el diámetro adecuado para empezar una divergencia entre los futuros folículos recesivos, esta onda empieza al final del estro y se extiende hasta el inicio del diestro (17).

Crecimiento folicular

Dentro del crecimiento folicular se desarrolla la proliferación, diferenciación y síntesis de células foliculares, la finalidad es otorgar un ambiente adecuado para que el ovocito pueda fertilizar (15).

Estudios realizados han demostrado que presentan dos olas foliculares anovulatorias que continúan por una onda ovulatoria (Fig. 1). Para la fase de crecimiento que toma 6 días, surgen entre 7 a 11 folículos por cada onda de un diámetro de 5 a 6 mm, estos folículos crecen con la capacidad de dominancia sobre otro (18).

Figura 2. Crecimiento folicular durante el ciclo estral de la yegua (16).



La hipófisis con su síntesis de LH y FSH, desencadena en los folículos ováricos un desarrollo donde alcanza

los 30 mm. Además, el folículo genera estrógenos que forman las llamadas células de teca interna y externa, causando que la célula de la granulosa forme múltiples capas que se denomina “cummulus oóphorus”(17).

Hormonas que participan en el desarrollo folicular.

- **Hormona de liberación de gonadotrofinas.**

Cuando existe estímulos externos e internos, el hipotálamo es el encargado de convertirlos en descargas hormonales. Dentro de estas hormonas tenemos la GnRH, influida por la hormona melatonina que influye en la secreción de esta hormona. Los equinos caracterizados por tener gestaciones prolongadas, la melatonina inhibe el eje hipotálamo, hipofisiario y gonadal, esto logra determinar la temporada reproductiva de los equinos (18).

- **Hormona folículo estimulante.**

Para el reclutamiento de los folículos antrales es necesario la hormona FSH, por estímulo de esta hormona, las células de teca interna producirán andrógenos, que a su vez estimulan la actividad de la enzima llamada “aromatasa”, en el interior de las células de la granulosa, que con su acción modifica los andrógenos en estradiol (19).

La FSH, influye en gran cantidad en la vascularidad del folículo dominante. Los beneficios de un incremento en la irrigación es que ayuda a obtener mayor cantidad de nutrientes. El estradiol junto la FSH estimulan la formación de la cavidad antral, además de los receptores para LH (20).

El plasminógeno, es estimulado por la FSH cumpliendo un rol importante en la fase ovulatoria. La yegua puede presentar una secreción de FSH unimodal o bimodal, es decir el patrón bimodal se puede observar en un periodo de transición de primavera al inicio de la temporada reproductiva. Durante el patrón bimodal, sucede un aumento en el pico de concentración de plasma, estos picos se dividen en periodos finales del estro y mitad del diestro (21).

- **Hormona luteinizante.**

La hormona LH es responsable de reiniciar la meiosis en el folículo preovulatorio, provocar la ovulación y supervisar el crecimiento y nutrir del cuerpo lúteo. (17). Se conecta a los receptores de membrana en las células granulosa y teca del folículo preovulatorio para ejercer su efecto. Esto produce un aumento de AMPc que estimula la conversión de colesterol en pregnenolona

desarrollando los procesos de ovulación (20).

En la yegua existe una alta centralización de ácido siálico y carbohidratos en LH que otras especies. Al medir la hormona periféricamente, no se ven pulsos de liberación debido a la mayor vida media de la hormona y a la producción de una liberación tónica. Durante la mitad de la fase lútea, la concentración de LH es baja; luego aumenta pocos días antes del estro y generalmente alcanza su nivel más alto en plasma un día después de producida la ovulación (21).

Dominancia folicular

Esta dominancia folicular generalmente ocurre en especies monovulatorias, la yegua presenta esta característica, es decir un folículo adquiere la característica de dominante sobre otras y se desarrolla rápidamente, logrando alcanzar el tamaño ideal para lograr ovular (15).

Ondas foliculares.

La secreción del hipotálamo de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) inicia la onda folicular, lo que impulsa la liberación de FSH. Esto conduce al crecimiento folicular y, por lo tanto, a la desviación folicular, donde los dos folículos más grandes alcanzan alrededor de 23 y 20 mm (22).

El crecimiento simultaneo de estos folículos, implica varios días y termina en el comienzo de la desviación del diámetro, uno de los folículos crece convirtiéndose en folículo dominante mientras otros folículos secundarios se atresia y reducen su crecimiento (22).

Ovulación.

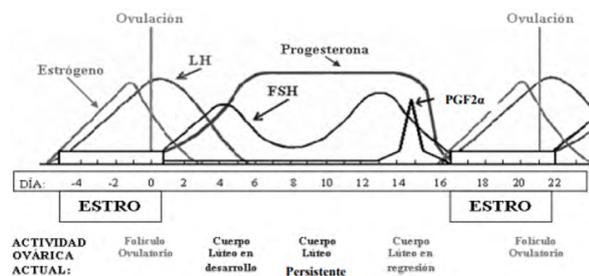
La ovulación ocurre a través de la remodelación, adelgazamiento y ruptura de la pared folicular a nivel del estigma, un área de tejido sin vasculatura que se encuentra en la superficie del folículo ovidual. Además, durante la ovulación existe incremento de LH que induce a la ovulación (14).

La corona radiada y el ovocito se depositan en el líquido folicular y el oviducto en la cavidad abdominal. Las hormonas presentes en el líquido folicular se absorben y después ejercen su efecto durante el proceso reproductivo (21).

Al día 13, si la yegua no está preñada, los cuerpos lúteos empiezan a retraerse en respuesta a la prostaglandina. El día 18 marca el final de esta regresión. Cuando se retrae el cuerpo lúteo, los niveles de progesterona dismi-

nuyen. Los niveles de FSH aumentan al mismo tiempo (día 13), lo que estimula el crecimiento del folículo y lo prepara para la ovulación del siguiente estro (día 19 a 22) (Figura. 2) (23).

Figura 3. Descripción secuencial del ciclo estral regular (21).



Las yeguas que tienen dos folículos dominantes en un ciclo experimentan doble ovulación con un intervalo de 24 horas, lo cual ocurre en alrededor del 40% de los casos y puede resultar en doble gestación (22).

Cuerpo lúteo.

La secreción ovulatoria de LH luteiniza las células de la granulosa para formar el cuerpo lúteo. Un cuerpo lúteo se forma en cada lugar donde se produce la ruptura folicular durante la ovulación. El cuerpo lúteo conserva la forma de pera que tenía el folículo antes de la ovulación (23).

El cuerpo lúteo de la yegua está formado por células lúteas grandes y pequeñas de la granulosa del folículo ovulatorio. Bajo la influencia de LH y, las células grandes producen progesterona; estas hormonas actúan a través de sus receptores celulares específicos para producir progesteronas (23).

El aumento de la fosforilación de la proteína StAR contribuye al efecto luteotrópico de la LH a través de la trayectoria de transducción de señales PKA y MAPK. La proteína StAR fosforilada aumenta el transporte de colesterol a través de la membrana de la mitocondria para que la enzima de desdoblamiento de la cadena lateral citocromo P450 pueda funcionar (24).

Esta enzima es la enzima que limita la síntesis de progesterona. La secreción de esta hormona comienza en el momento de la ovulación y aumenta gradualmente hasta alcanzar su punto máximo en la circulación sanguínea (12,8 ng/ml) en el día 8 del intervalo. Luego, su concentración disminuye ligeramente hasta la regresión del cuerpo lúteo o luteólisis, que ocurre alrededor del día 14 (24).

La progesterona inhibe la contracción del miometrio, promueve la secreción del endometrio y prepara el útero para la gestación. Como resultado, impide el comportamiento estro (25).

5. CONCLUSIONES

La revisión bibliográfica actual proporciona una comprensión detallada de los mecanismos endocrinológicos que regulan la reproducción en las yeguas. La reproducción equina depende de múltiples sistemas endocrinos. El endometrio, la hipófisis, las gónadas y el hipotálamo regulan el ciclo estral, que dura aproximadamente 21 días, que se divide en fases folicular y luteal. El fotoperíodo, la duración de la luz y la melatonina afectan la ovulación, que ocurre al final del estro. Estas hormonas tienen un efecto sobre la foliculogénesis y el crecimiento del folículo dominante.

Además, se analiza cómo el fotoperíodo afecta la actividad reproductiva, que es más efectiva durante la temporada de primavera y verano. Las yeguas, como otros animales poliéstricos estacionales, adaptan su ciclo reproductivo a lo largo del día. La melatonina controla la percepción de la luz y la secreción de hormonas importantes como GnRH, FSH y LH. La foliculogénesis, que incluye ondas foliculares mayores y menores, dirige el desarrollo del folículo dominante y la ovulación posterior, está influenciada por estos cambios hormonales. El cuerpo lúteo se forma después de la ovulación, que produce progesterona para preparar al útero para la gestación o, en el caso de que no haya embarazo, hacer que regrese.

Finalmente, el documento destaca que comprender la endocrinología reproductiva es crucial para mejorar la eficiencia reproductiva de las yeguas. Los criadores pueden maximizar la reproducción y la conservación de esta especie manipulando el ciclo estral y comprendiendo los factores que afectan la ovulación. La revisión bibliográfica realizada en el artículo proporciona una base sólida para comprender el funcionamiento endocrinológico reproductivo en las yeguas, ofreciendo información útil para la biotecnología y la reproducción animal.

8. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Anderson K. Understanding Mare Reproduction. Univ Nebraska-Lincoln. 2011;271(October):1-8.
2. Busato EM, Machinski Rangel de Abreu AC, Bergstein-galan TG, Formighieri Bertol MA, Weiss RR.

- Reproductive Physiology of the Equine [Internet]. *Reproduction Biotechnology in Farm Animals*. 2017. 2–36 p. Available from: https://www.researchgate.net/publication/321756814_Chapter_1_-_Reproductive_Physiology_of_the_Equine
3. Von Hippel FA. The reproductive cycle. *Tinbergen's Leg Behav Sixty Years Landmark Stickleback Pap*. 2010;8(December):23–39.
 4. Tobias R. *Veterinärmedizin in der Hauptstadt* 2019. *Freie Univ Berlin*. 2019;20(1613–4419):56.
 5. Pferdes R. *Reproduktions medizin des Pferdes*.
 6. González FHD. *Introdução a Endocrinologia Reprodutiva Veterinária*. Porto Alegre: UFRGS [Internet]. 2002;83:1–87. Available from: https://www.ufrgs.br/lacvet/site/wp-content/uploads/2017/05/endocrino_rep_vet.pdf
 7. Hayek FA. *Agriculture and natural resources*. *Const Lib*. 2021;324–38.
 8. Eisenhauer K, Roser J. Effects of Lipoprotein, Equine Luteinizing Hormone, Equine Follicle-Stimulating Hormone on Equine, and equine prolactin on equine Testicular Steroidogenesis In Vitro. *J Androl*. 1995;Vol. 16, N:18–27.
 9. Allen WR, Wilsher S. Half a century of equine reproduction research and application: A veterinary tour de force. *Equine Vet J*. 2018;50(1):10–21.
 10. Carleigh, Fedorka; Barry B. Reproductive immunology and endocrinology of pregnant mare. *Clin Theriogenology*. 2020;12(3):323–32.
 11. Paredes Higuera M del P. Características del ciclo estral, desarrollo embrionario y determinación de la tasa de preñez en yeguas criollas colombianas. *Univ Nac Colomb [Internet]*. 2013;1:142. Available from: <http://www.bdigital.unal.edu.co/39461/>
 12. Camilo A, Fandino J. Fotoperíodo Y Dinámica Follicular En. *Semin Profundización Reprod Equina*. 2019;1:1–15.
 13. Iván C. Reproducción equina. *Vet Equina*. 2005;N.º 3:1–3.
 14. Gigli, Russo. Aguero, F. Consideraciones sobre la dinámica ovárica en equino, bovino y camélidos sudamericanos. *InVet*. 2006;8(1):183–204.
 15. Andrade Souza F, Pérez Osorio J, D'Oliveira-Sousa A, do Vale Filho V, Marc H, Chacón J. L, et al. Folliculogenesis and Ovulation in Equine Species. *Rev Med Vet (Bogota)*. 2011;(22):43–50.
 16. Germán Ramírez, Carlos Gutiérrez, Martín R. Dinámica folicular en yeguas paso fino colombiano medido por ultrasonografía en la Sabana de Bogotá. *Rev Med Vet (Bogota)*. 2010;N.o 19(C):21–35.
 17. Camilo A, Fandino J. Fotoperíodo Y Dinámica Follicular En. *Semin Profundización Reprod Equina*. 2019;1:1–15.
 18. Ángel D, Bran JA. Reproducción asistida en equinos: aportes desde la teoría. *CES Med Vet y Zootec*. 2010;5(1):56–9.
 19. Catalina B. REPRODUCCIÓN EQUINA. *Medicina Veterinaria*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEXICO; 1996.
 20. Cortés C, Rincón M, Rochín-berumen M, López F, Flores G. Revisión : El Ciclo Reproductivo de la Yegua Mare Reproductive Cycle : A Review INTRODUCCIÓN Las yeguas se reproducen en forma estacional con fotoperíodo alto (muchas horas luz / día ò primavera-verano), and así presentan sus partos en la temporada más ad. *Abanico Vet*. 2018;8(3):14–41.
 21. Amilcar Ramirez Montenegro J. Determinación del fotoperíodo sobre la actividad ovárica en yeguas durante el año, en diferentes haras en los departamentos de Guatemala, Sacatepequez y Escuintla. *Univ San Carlos Guatemala*. 2006;1–97.
 22. Satué K, Fazio E, Muñoz A, Medica P. Endocrine and electrolyte balances during periovulatory period in cycling mares. *Animals*. 2021;11(2):1–12.
 23. Soto A. MANEJO REPRODUCTIVO DE LA YEGUA SERVICIO. *Univ Michoacan San Nicolas Hidalgo*. 2006;41:139–109.
 24. Myriam Boeta, Alberto Balcázar, José Luis Cerbón, Juan Hernández Medrano JHC. *Fisiología reproductiva de los animales domesticos*. 2023. 534 p.
 25. Rodríguez Alejandro, Augusto José, Rodríguez Juan MV. EVALUACIÓN DEL FOLÍCULO OVÁRICO DE YEGUAS CRIOLLAS POST-ADMINISTRACIÓN DE HCG ASSESSMENT. *Rev Inv Vet Perú*. 2015;24(September 2010):1–8.

CARACTERIZACIÓN AGROECOLÓGICA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE OVINOS DE PELO AMAZÓNICO DEL CANTÓN PASTAZA - ECUADOR

AGROECOLOGICAL CHARACTERIZATION OF AMAZONIAN HAIR SHEEP PRODUCTION SYSTEMS IN PASTAZA - ECUADOR

	¹ Jairo David Moscoso Moreno	jairo.moscoso@outlook.com
	² Reyes Silva Fabián Danilo	fdreyes@esPOCH.edu.ec

¹ Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Posgrado, Tulcán, Ecuador.

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Riobamba, Ecuador.

E-mail: *jairo.moscoso@outlook.com

RESUMEN

Este estudio analizó las explotaciones ovinas de la región amazónica de Ecuador. El objetivo era comprender estas explotaciones para poder hacer mejores planes de futuro. Los investigadores utilizaron el método Diagnóstico Rural Participativo (DRP). Trabajaron con 18 granjas de ovejas que pertenecen a la Asociación de Productores de Ovinos y Caprinos de Pastaza (APROVICAP).

Inicialmente, los investigadores recopilaron la información que ya existía. Luego formaron un equipo con personas de diferentes áreas de especialización. Ayudaron a los ganaderos a organizarse y a trabajar mejor juntos. Los investigadores trabajaron con los agricultores para recopilar nueva información. Hicieron encuestas para obtener detalles sobre las explotaciones. En las encuestas se preguntaba por los propios agricultores, cómo estaban organizados, quién era el propietario de la tierra y qué cultivos cultivaban.

Los investigadores colaboraron con los agricultores para recopilar nuevos datos. Además, estudiaron elementos agrícolas, factores ganaderos, gastos de producción, condiciones agroecológicas y aspectos económicos. La información recopilada se procesó mediante métodos estadísticos multivariantes para establecer conglomerados. Esta caracterización integral permitió establecer una línea de base robusta para el desarrollo de estrategias que promuevan sistemas de producción ovina sostenibles en la Amazonía ecuatoriana. En consecuencia, esta iniciativa contribuye al bienestar de las comunidades locales y a la conserva-

ción del medio ambiente.

Palabras clave: Agroecología, Ovinos, Producción Cárnica, Pastaza, Desarrollo sustentable.

ABSTRACT:

This study analysed sheep farms in the Amazon region of Ecuador. The goal was to understand these farms in order to make better plans for the future. The researchers used the Participatory Rural Diagnosis (PRD) method. They worked with 18 sheep farms that belong to the Association of Sheep and Goat Producers of Pastaza (APROVICAP).

First, the researchers gathered the information that already existed. They then formed a team with people from different areas of expertise. They helped ranchers organize and work better together. The researchers worked with farmers to gather new information. They conducted surveys to get details about the farms. The surveys asked about the farmers themselves, how they were organized, who owned the land, and what crops they grew.

The researchers collaborated with farmers to collect new data. In addition, they studied agricultural elements, livestock factors, production costs, agroecological conditions and economic aspects. The information collected was processed using multivariate statistical methods to establish clusters. This comprehensive characterization allowed the establishment of a robust

baseline for the development of strategies that promote sustainable sheep production systems in the Ecuadorian Amazon. Consequently, this initiative contributes to the well-being of local communities and the conservation of the environment.

Keywords: *Agroecology, Sheep, Meat Production, Pastaza, Sustainable Development.*

1. INTRODUCCIÓN

Acceder a tierras productivas tanto en Ecuador como en América latina es un problema palpable en la agricultura familiar campesina. En el Ecuador aproximadamente el 76% de las unidades de producción agropecuaria tienen menos de 10 hectáreas (1). En la Amazonía ecuatoriana, el espacio es probablemente mayor que en la sierra, sin embargo, los agroecosistemas son muy frágiles por falta de conservación del recurso suelo, que permanentemente sufren escorrentía y se pierde la capa arable por exceso de lluvia (2,3). Por eso se consideran de alta vulnerabilidad; se exige que la producción agropecuaria se realice en suelo cubierto, en praderas naturales o semi establecidas, con especies animales que no deterioren sus recursos y permitan elevar la productividad por unidad de superficie con proteína animal de calidad, y dentro de las especies que se difunden positivamente están los ovinos tropicales introducidos para programas de sostenibilidad de los sistemas agropecuarios familiares, siendo estos últimos los que mejoran sustancialmente los índices económicos con la venta de carne magra y muy apetecidas (2) (4).

Tradicionalmente los productores se dedican al cultivo de verde, banano, yuca, peces, y engorde de bovinos como fuente principal de generación de riqueza; sin embargo, esta última especie ha devastado sistemáticamente las praderas naturales, además su digestión y excretas producen el desprendimiento de metano a la atmósfera, impidiendo que se pueda ejercer un manejo adecuado de estos desechos como el esparcimiento de las heces (5). Esta problemática obliga a buscar otras alternativas más rentables y amigables con el medio ambiente (6).

Dentro de las estrategias de dinamización tanto productiva como económica de las familias campesinas del oriente ecuatoriano, está sin lugar a dudas la implementación de técnicas que sean compatibles con la fragilidad de estos sitios ecológicos, con especies animales o agrícolas que permitan el uso de los recursos agroecológicos que desarrollen el sostenimiento de los mismos, tomando en cuenta que esta filosofía se basa

en el equilibrio que deben tener los componentes social ecológico y económico (7) (8).

Es así como por un pedido puntual de las organizaciones campesinas del cantón Pastaza y la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) se ha trabajado en la introducción de programas de producción a base de ovinos tropicales de pelo, con el afán de obtener carne de buena calidad como sustituto de la bovina, producción última que tanto daño ha causado a los agroecosistemas. Esta gran problemática produce un debate entre la comunidad científica y los beneficiarios o productores campesinos ya que por una parte la academia advierte que la polución ambiental deteriora sistemáticamente las praderas nativas, pero por otro las familias del campo necesitan generar una alternativa productivo-económica que sustente su modus vivendi. Es así como, el ovino de carne tiene una mejor conversión alimenticia (entre 4 y 7) en comparación a los bovinos que presentan un rango entre 20 y 25; esto quiere decir que hay mayor eficiencia en la productividad de ovinos respecto a la bovina (9)

Si identificamos este particular podemos concluir que la digestibilidad ovina es mejor y consecuentemente la excreción es relativamente baja, que minimiza los aportes de metano, así como la contaminación de los suelos en la amazonía, por otro lado, la consistencia de estas excreciones permite un adecuado esparcimiento y reciclaje de nutrientes en la relación suelo-planta con una precoz recuperación del pastizal (entre 30 y 40 días aproximadamente).

Esta particularidad hace trascendente la recomendación en el cambio de matriz productiva con la especie mencionada, que integra un mejor manejo del agroecosistema, así como eficiencia en el control de la sanidad vegetal y animal, aumenta la posibilidad de mitigar los efectos de la intervención de praderas naturales, la disposición de carne de mejor calidad en el mercado local y nacional, así como la evolución en la dinámica económica familiar.

El análisis fue realizado en 18 unidades de producción ovina pertenecientes a la asociación APROVICAP (Asociación de Productores de Ovinos y Caprinos de Pastaza) creando una línea base que será la génesis para la generación de un paquete tecnológico apegado a las condiciones de la zona por el lapso de 3 años, para luego de ellos hacer labores de extensión con las demás comunidades campesinas aledañas al sector; objetivo que solo se podrá alcanzar si se cuenta con una caracterización estática fidedigna.

La caracterización estática en las 18 unidades campe-

sinas permitió encontrar una base de datos que en un futuro mediato establecerán estrategias de desarrollo sostenible desde el punto de vista productivo, ecológico y económico en las familias lugareñas que a lo largo de 3 años se convertirán en un efecto multiplicador de los demás agroecosistemas adyacentes, aspirando llegar a por lo menos el 30% de los productores de las parroquias Simón Bolívar, Pomona y Fátima del cantón Pastaza.

En los países de Latinoamérica, la producción pecuaria contribuye a la soberanía alimentaria y a la economía regional. Los desafíos a los que se enfrentan los sistemas pecuarios de la región en este siglo son: aumentar la eficiencia productiva y la calidad e inocuidad de los productos, sin olvidar que deben ser amigables con el medio ambiente, respetuosos con el bienestar animal y la biodiversidad de la zona en cuestión. (10)

En Ecuador, se ha observado un aumento reciente en la producción agropecuaria debido a la creciente demanda tanto a nivel nacional como internacional. Este incremento ha llevado a una expansión de las áreas de cultivo de diversas especies, así como al aumento de la producción avícola, ganadera y láctea. Bajo estas circunstancias, los agricultores, clasificados como grandes, medianos y pequeños (estos últimos asociados a cooperativas), se han visto en la necesidad de planificar con anticipación sus actividades agropecuarias con el apoyo de programas y entidades financieras del país. (11)

La actividad ganadera desempeña un papel fundamental en la seguridad alimentaria al proporcionar productos alimenticios esenciales y generar ingresos económicos. Sin embargo, es importante reconocer que también ha ocasionado impactos ambientales negativos significativos. Entre estos se incluyen la compactación del suelo, la degradación de la biodiversidad, la deforestación, la contaminación de fuentes de agua y la emisión de gases de efecto invernadero. Estos factores contribuyen al cambio climático, representando uno de los desafíos ambientales más preocupantes que afecta a los organismos vivos en nuestro planeta. (12)

Por otro lado, a nivel global la cría de ovinos está adquiriendo una relevancia significativa en el sector pecuario debido a la creciente demanda de carne ovina para consumo humano. La carne de ovino se valora por sus cualidades nutricionales y bajo contenido de grasa, lo que la convierte en un producto atractivo. Existen indicadores que sugieren que esta actividad pecuaria puede ser rentable si se aborda de manera empresarial, al vincular la producción con la investigación aplicada y optimizar los recursos económicos en el proceso pro-

ductivo. Para lograr esto, es fundamental emplear técnicas de manejo y gestión adecuadas, lo que permitirá mejorar tanto la eficiencia técnica como económica de las explotaciones ovinas en la provincia. De esta manera, se puede obtener una mayor rentabilidad económica en esta actividad, contribuyendo a elevar las condiciones de vida de los habitantes de la zona, obteniendo un menor impacto en el agroecosistema en comparación con la producción bovina antes mencionada. (13)

Dentro de las políticas universitarias y los mandatos jurídicos regentados por el Consejo de Educación Superior (CES), la universidad ecuatoriana debe dar respuesta al encargo social, no solamente con la formación profesional, sino además con la solución de los problemas de los sectores sociales y productivos, mediante las funciones sustantivas de investigación y vinculación con la colectividad. (14)

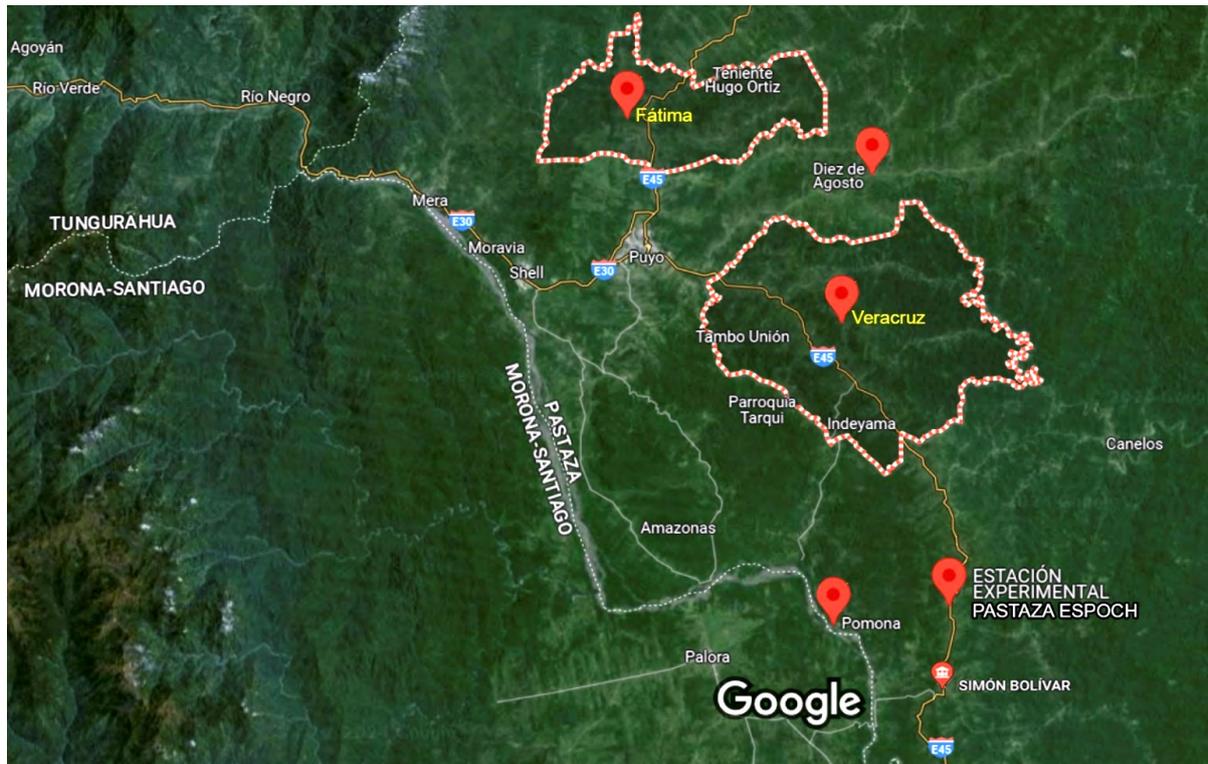
La ESPOCH, para cumplir con esta misión, realiza permanentemente concursos de proyectos de investigación, que cuentan con el respectivo presupuesto y que son asignados con el aval del Instituto de Investigación (IDI), de esta manera se cumple con la sinergia entre la academia y la necesidad social; por esta razón puesto que se cuenta con una Estación Experimental en Pastaza que desarrolla vinculación con los productores agropecuarios, han establecido prioridades para la intervención de la institución en los mismos; en tal virtud en coordinación con AMAZOVINOS, han introducido 2 grupos genéticos ovinos: Pelibuey y Black Belly; para dinamizar los agroecosistemas amazónicos. (15)

El proyecto en mención que está ejecutándose se llama "Programa de Ovinos de Pelo Amazónicos (PROPEA)"; que tiene varios com ponentes entre ellos la generación de un modelo para el desarrollo sustentable de sus sistemas con la inclusión de esta especie zootécnica que presta beneficios productivos y económicos para su entorno familiar. (15)

El propósito de esta investigación fue proponer una caracterización estática de los sistemas campesinos de producción ovina introducidos en la Amazonía ecuatoriana, que permitió encontrar una línea base conducida a la creación futura de modelos de desarrollo sustentable.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el PROPEA en la Estación Experimental Pastaza de la ESPOCH, ubicada en el Km. 32 de la vía Puyo – Macas, en las coordenadas 01° 41'S 77°56'W, a una altitud de 1040 msnm; así como en los sistemas de producción aledaños.

Imagen 1: Area de estudio del proyecto PROPEA

Fuente: (Google maps, 2023).

La unidad observacional o de análisis fue el agroecosistema ovino de la amazonía en donde se aplicó la metodología del Diagnóstico Rural Participativo (DRP) (INSFOP, 2008), propuesto por León y Barrera, (2003) así como el CONDESAN (1997); que consiste en:

- Búsqueda de información previa o secundaria: Instituciones de gobierno, repositorios de universidades, con apoyo de diagramas preliminares para situar la información recogida.
- Organización multidisciplinaria de un equipo técnico, en donde se integraron profesionales con experiencia en antropología, sociología, producción agrícola y pecuaria, ambientalista, etc.
- Acciones de sensibilización así como de fortalecimiento organizacional y comunal, con el fin de despertar confianza necesaria para la intervención y recuperación de información fidedigna.
- Construcción de la información con la participación colectiva de productores de ovinos tropicales, siempre con motivación; la técnica de lluvia de ideas es útil y participativa con el fin de auscultar el grado de aspiraciones, ante todo para la adopción de los beneficiarios a las nuevas tecnologías encontradas.
- Luego de la obtención de la primera información previa, se elaboraron los instrumentos (encuesta) para la caracterización estática.
- Se levantó una ficha de los sistemas productivos (grupo familiar, tenencia de la tierra, aspectos sociales, estructura organizativa, tipo de vivienda)
- En la identificación de los rubros agropecuarios es importante la distribución de la tierra.
- Caracterización de los componentes agrícolas y pecuarios del agroecosistema ovino.
- Costos de producción de los principales rubros (actividades culturales y costos incluyendo la mano de obra familiar).

La investigación tuvo un enfoque cualitativo en las variables sociales; y cuantitativo en las agroproductivas.

La información obtenida se procesó con herramientas estadísticas como la multivariante para el establecimiento de conglomerados o clúster, a través del método de distancia Eucladiana cuadrada con el enlace de Ward.

La muestra seleccionada fue establecida en función de

los productores campesinos que son parte de la Asociación de Productores de Ovinos y Caprinos de Pastaza, en un número de 17 anexos al PROPEA – ESPOCH.

Tabla 1. Distribución porcentual de los productores ovinos de la APROVICAP de acuerdo al sector de estudio

Sector	N° Productores ovinos	Porcentaje
Fátima	4	23,5%
Pomona	4	23,5%
Veracruz	4	23,5%
Simón Bolívar	3	17,6%
10 de agosto	2	11,8%
Total	17	100,0%

Se utilizaron varios métodos estadísticos multivariantes para procesar y evaluar la información recopilada de los sistemas de producción ovina. Para encontrar y organizar unidades de producción ovina con características similares, se empleó primero el análisis de conglomerados (cluster analysis). Para evaluar las diferencias entre las diferentes unidades de producción, se empleó la distancia euclidiana cuadrada como medida de similitud; además, el método de enlace de Ward reduce la varianza en cada grupo. La clasificación de los productores en grupos homogéneos fue posible gracias a este método, lo que permitió una caracterización más precisa y detallada de los sistemas de producción ovina en la región amazónica de Ecuador.

Además del análisis de conglomerados, se aplicaron técnicas de estadística descriptiva para resumir y presentar la información recopilada de manera clara y comprensible. Estas técnicas incluyeron el cálculo de medidas de tendencia central, como la media y la mediana, y medidas de dispersión, como la desviación estándar y los rangos intercuartílicos. Adicionalmente, se emplearon gráficos de distribución, como diagramas de caja y bigotes, para visualizar la variabilidad y distribución de los datos. Estas herramientas estadísticas permitieron una comprensión más profunda de las características socioeconómicas y agroecológicas de los sistemas de producción ovina, proporcionando una base sólida para el desarrollo de estrategias que promuevan la sostenibilidad y el bienestar de las comunidades locales.

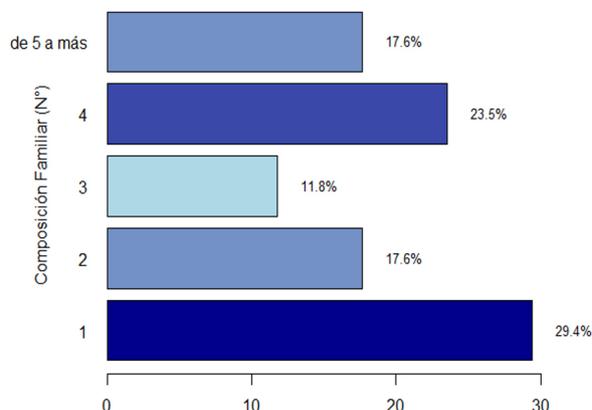
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis de componente social

En la siguiente tabla se aprecia que el núcleo familiar de los productores ovinos se integra con aproximadamente

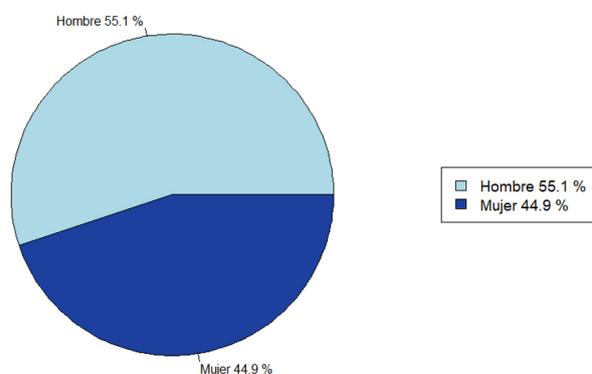
2 a 3 miembros, aunque se distribuyen hasta 6.

Figura 1. Distribución porcentual del núcleo familiar en los agroecosistemas ovinos tropicales.



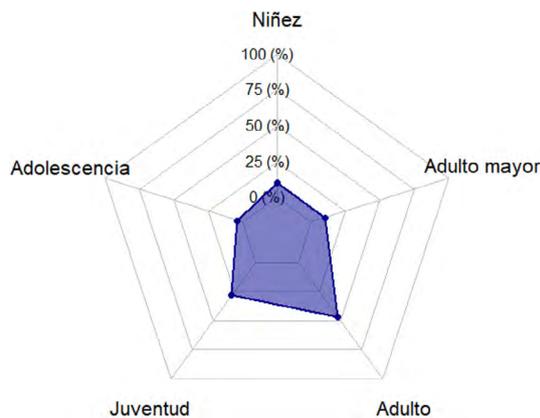
El 29,4% del núcleo familiar en los productores ovinos en la provincia de Pastaza está constituido por un solo integrante; seguidamente se encuentran los hogares de 4 individuos con un 23,5%, un 17,6% de familias que disponen de 2 y más de 5 integrantes; mientras que el 11,8% corresponde a familias con grupos de 3 en su entorno.

Figura 2. Distribución porcentual de sexo en el núcleo familiar de los productores.



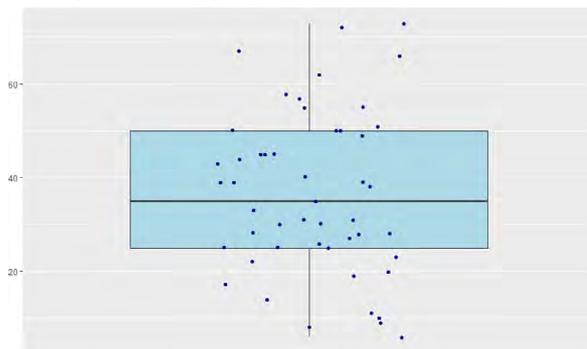
En referencia al sexo 45% son mujeres y 55% varones en estos sistemas familiares, una cifra algo diferente de la tendencia que según el Censo de Población y Vivienda en donde se presentan tasas de 50,3% para varones y 49,7% mujeres procedentes del oriente ecuatoriano. El nivel educativo es relativamente bueno ya que el 42,9% del universo familiar tiene formación superior; 18,4% son bachilleres; 20,4% básica superior, 12,2% básica media, y apenas 6,1% tiene básica elemental, sin encontrar analfabetismo; aunque las estadísticas nacionales indican que el nivel de escolaridad en esta región está entre 10 y 11(9,6) es decir casi por terminar el bachillerato, valores que no son similares a los obtenidos en esta caracterización (16).

Figura 3. Distribución porcentual del grupo etáreo en el núcleo familiar campesino.



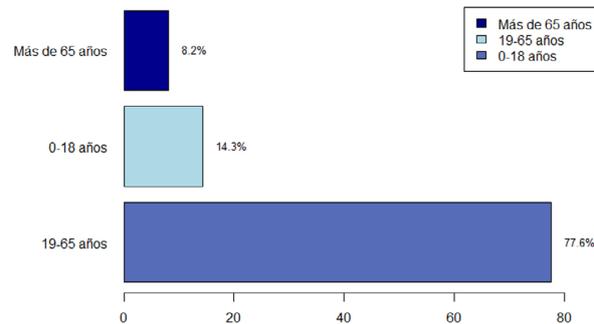
En cuanto al grupo etáreo dentro del sistema productivo, en la figura 3 se evidencia que el 46,9% son adultos entre 31 y 60 años de edad; 28,6% jóvenes de 19 a 30 años; el 10,2% está representado por niños (hasta 11 años) y adultos mayores (61 años en adelante); mientras que el 4,1% son adolescentes de 12 a 18 años; la edad promedio entonces se encuentra en $36,6 \pm 17,41$ años; valores que no coinciden a los reportes del INEC (16) ya que en la amazonía la población se distribuye a razón de 29,6% de adultos, 25,9% niños, 6,5% adultos mayores, 10% adolescentes, aunque en la categoría de jóvenes sus tasas son iguales (28%).

Figura 4. Diagrama de caja y bigotes de edades integrantes núcleo familiar campesino.



Enfatizando los valores atípicos y el rango intercuartil, el diagrama de caja y bigotes (figura 4) muestra la distribución de las edades en el conjunto de datos. La mediana de la edad es de 35 años; el primer y tercer cuartil están en 25 y 50 años, respectivamente. Con valores mínimos y máximos de 6 y 73 años, la distribución muestra un rango total de 67 años. Las edades registradas tienen una gran variabilidad, según la desviación estándar de 17.41 años. Estos hallazgos indican que la muestra examinada presenta una gran variación de edad, lo cual es fundamental para el contexto del estudio.

Figura 5. Población económicamente activa núcleo familiar campesino.



En los agroecosistemas campesinos dedicados a la producción de ovinos tropicales de pelo, se pudo evidenciar que el 77,6% de los integrantes en la familia pertenecen a la población económicamente activa PEA (Figura 2) garantizando el sostenimiento del sistema con la fuerza laborar necesaria para el mismo. Según el Instituto Nacional de Estadística (17), la edad económicamente activa en Ecuador abarca desde los 19 hasta los 65 años. Esta cifra es relativamente alta en comparación a la indicada oficialmente para la provincia del Pastaza (16), debido a que este rubro social se ubicó en el 2010 en 13,25% para mujeres y 20,01% en hombres, lo que indicaría un promedio del 16,63%; es posible que en la extracción de la información los jefes de familia incluyeron a los hijos que estudian y realizan además prestando sus servicios en labores agropecuarias en otros sistemas productivos aledaños durante las tardes y que son remunerados.

3.2. Análisis del componente productivo

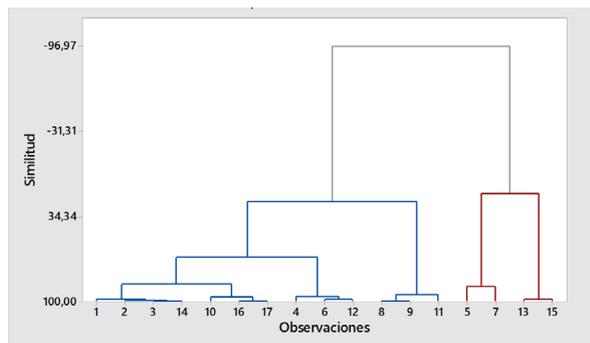
Los sistemas de producción de la Amazonía ecuatoriana por lo general son amplios no presentan minifundios como en el caso de la sierra, y son de tipo extensivo mayoritariamente. En las unidades productivas analizadas (Tabla 2), se pudo verificar que la superficie dedicada a las actividades agropecuarias son entre 10 y 880 hectáreas con un promedio de $298,8 \pm 292,5$; de las cuales el 21,2% dedican a la agricultura (66,1 ha) y el restante 77,9% a la actividad pecuaria (232,7 ha).

Tabla 2. Distribución de la superficie destinada a la producción agropecuaria en los agroecosistemas productivos de ovinos tropicales.

Estadísticas	Superficie total (m ²)	Superficie cultivos agrícolas (m ²)	Superficie pecuaria (m ²)
Media	298.828,5	66.147,1	232.676,5
Desviación estándar	292.593,6	107.412,1	259.142,6
Mínimo	10.000,0	0,0	7.500,0
Máximo	880.000,0	400.000,0	820.000,0

La data obtenida como se aprecia es heterogénea por lo que se procedió a organizarla por conglomerados con la técnica de Ward, definiendo 2 clúster o conglomerados similares para su análisis de los rubros agrícolas y pecuarios.

Figura 6. DFigura 6. Dendograma de agroecosistemas tropicales destinados a la producción ovina. Enlace de Ward. Distancia elediana cuadrada.



De acuerdo a la técnica se muestran dos conglomerados uno de 13 propiedades que en promedio producen 3200 kilos de carne ovina en pie; y el segundo de cuatro observaciones que entregan un aproximado de 490 kilos de carne por año; estas categorías que se procesaron de forma individual para los parámetros agropecuarios.

En la tabla 3 se observa que en la mencionada categoría

(3200 kg de carne) se hallan agroecosistemas que van hasta 10 hectáreas de extensión, con un promedio de $2,9 \pm 3,0$ ha.

Tabla 3. Categorización de las unidades productivas de sistemas ovinos en base a la productividad anual de la carne.

Categoría (productividad de la carne ovina en kg/granja)	Clúster	Número de observaciones	Distancia promedio desde el centroide	Distancia máxima desde centroide
3200 kg	1	13	1,16756	2,35812
490 kg	2	4	1,86712	2,09957

De las 13 unidades ovinas, el 50% se dedican al manejo de pastizales, probablemente para crianza de bovinos de carne y ovinos de pelo principalmente; 15% de los productores cultivan caña de azúcar y banano, el 10% producen cacao, mientras que el 5% papa china y café que en su mayoría es para el autoconsumo familiar.

En cuanto a la productividad (Tabla 4) es alrededor de 72945,8 kilos de productos agrícolas anuales, en donde la que más aporta es la caña de azúcar (60,68%) con evidencias que su destino es para la comercialización y distribución entre Puyo y Baños de Agua Santa, luego se ubica con un 27,4% la producción de papa china con 20000 kilos/año; y en menor proporción pastizales, cultivo de café, cacao y banano en menor proporción.

Tabla 4. Distribución de los rubros agrícolas en sistemas de producción ovina amazónica con 3200 kg de carne / año.

Detalle	n	Media	Producción (%)	Desviación	Mínimo	Máximo
Caña de azúcar (kg)	3	44.266,7	60,68%	55.451,0	1.800,0	107.000,0
Papa China (Kg)	1	20.000,0	27,42%	0,0	20.000,0	20.000,0
Cultivo de cacao (kg)	2	1.350,0	1,85%	919,2	700,0	2.000,0
Cultivo de café (kg)	1	1.060,0	1,45%	0,0	1.060,0	1.060,0
Cultivo de banano (kg)	3	1.586,7	2,18%	1.035,6	800,0	2.760,0
Pastos (kg)	10	4.682,5	6,42%	4.160,1	350,0	14.000,0
Total, extensión, m ²	13	29.576,9		30.287,4	0,0	100.000,00
Total, producción, kg	13	72.945,8	100,00%			

En la caracterización del componente pecuario, se puede advertir que existen granjas con aproximadamente una extensión de $13,3 \pm 14,4$ ha, desde 7500 m², hasta 44 ha (Tabla 5); donde se producen unas 36,5 toneladas de productos como son: 9466,7 kilos de carne bovina (25,8%); luego se ubicó la producción de ovinos, de los cuales seis propiedades tienen la raza Doper con un promedio de $1756,7 \pm 3100$ kg / año de carne en pie, una que mantiene la Blackbelly con 180 kg/año, 5 productores de la raza Katahdin que aportan con $4190 \pm 3201,4$ kg de carne anualmente, y un mayor productor que se dedica a la raza Pellibuey (10185 kg); si se hace un análisis descriptivo de los 13 agroecosistemas sin considerar

la variable raza, en general se está produciendo $3219,6 \pm 3180,5$ kilos de carne en pie anualmente de carne ovina tropical (un 8,8% de aporte a los sistemas) (18) (19). Además se encontró producción lechera de las hembras lactantes en su mayoría mestizas con un total de $3741,4 \pm 1679,9$ kg de leche/año (10,2%); aprovechando las altas precipitaciones que existe en el oriente ecuatoriano, se observó que la producción de peces en sistemas extensivos aporta con $2789,1 \pm 2345,9$ kg/año, principalmente tilapia, carpa y chame (7,62%). Los productos restantes como leche de cabra, cuyes, así como aves de corral, son para el autoconsumo familiar (20).

Tabla 5. Distribución de los rubros pecuarios en sistemas de producción ovina amazónica con 3200 kg de carne / año

Detalle	n	Media	Producción (%)	Desviación	Mínimo	Máximo
Bovinos de carne (Kg)	3	9.466,7	25,88%	8.494,9	6.769,3	15.714,0
Bovinos de leche (kg)	7	3.741,4	10,23%	1.679,9	-	5.714,0
Ovinos Dorper (kg)	6	1.756,7	4,80%	3.100,0	680,0	680,0
Ovinos Blackbelly (kg)	1	180,0	0,49%	0,0	180,0	180,0
Ovinos Katahdin (kg)	5	4.190,0	11,45%	3.201,4	500,0	7.250,0
Ovinos Pellibuey (kg)	1	10.185,0	27,84%	0,0	10.185,0	10.185,0
Total Ovinos Tropicales (kg)	13	3.219,6	8,80%	3.180,5	180,0	10.185,0
Caprinos de leche (kg)	2	611,0	1,67%	50,9	575,0	647,0
Cuyes (kg)	2	67,2	0,18%	40,7	38,4	96,0
Aves de carne (kg)	2	374,0	1,02%	234,8	208,0	540,0
Peces (kg)	11	2.789,1	7,62%	2.345,9	1.287,0	8.000,0
Total extensión, m ²	13	133.500,00		144.551,3	7.500,0	440.000,0
Total producción, kg	13	36.580,7	100,00%			

La otra categoría analizada esta constituida por las propiedades que tienen el objetivo agrícola (Tabla 6) fundamente el cultivo de la caña de azúcar, y la producción ovina es apenas complementaria. Sus extensiones están entre 47 y 88 hectáreas; es decir en promedio $74 \pm 18,3$ ha. En total producen alrededor de $67,8 \pm$

73,9 toneladas anuales de caña de azúcar, es decir entre 15,5 y 120 toneladas en su orden representando el 97,1% del aporte en el agroecosistema, luego se ubican los pastizales con 2,38% (16617,5 kg) y algo de banano (0,57%) 4000 kg.

Tabla 6. Distribución de los rubros agrícolas en sistemas de producción ovina amazónica con 500 kg de carne / año.

Detalle	n	Media	Producción (%)	Desviación	Mínimo	Máximo
Caña de azúcar (kg)	2	677.500,0	97,05%	738.926,6	155.000,0	1.200.000,0
Cultivo de banano (kg)	1	4.000,0	0,57%		4.000,0	4.000,0
Pastos (kg)	4	16.617,5	2,38%	17.110,6	1.370,0	34.500,0
Total extensión, m ²	4	740.000,00		183.484,8	470.000,0	880.000,0
Total producción, kg	4	698.117,50	100,00%			

En el caso de la ganadería (Tabla 7), se encontró que destinan un promedio de $55,5 \pm 30,5$ hectáreas a estas tareas zootecnistas, lo que productivamente aporta 555 toneladas de productos de los cuales 82,4% es carne bovina en pie (20000 kg), aunque también se dedican al doble propósito con extracción de leche que aporta 2120 kilos/año en la lactancia (8,7%), y finalmente

producen en menor cantidad ovinos tropicales de los cuales prefieren más a la raza Katahdin que aproximadamente por unidad agropecuaria entregan 1150 kilos en pie, el resto corresponde a las demás razas (525 kg), aunque el promedio general de carne ovina en pie es de 488,8 kilos por año.

Tabla 7. Distribución de los rubros pecuarios en sistemas de producción ovina amazónica con 500 kg de carne / año.

Detalle	n	Media	Producción (%)	Desviación	Mínimo	Máximo
Bovinos de carne (Kg)	3	20.000,0	82,4%	6.928,2	12.000,0	24.000,0
Bovinos de leche (kg)	3	2.120,0	8,7%	2.402,2	186,0	4.809,0
Ovinos Blackbelly (kg)	2	280,0	1,2%	113,1	200,0	360,0
Ovinos Katahdin (kg)	1	1.150,0	4,7%	0,0	1.150,0	1.150,0
Ovinos Pellibuey (kg)	1	245,0	1,0%	0,0	245,0	245,0
Total Ovinos Tropicales (kg)	4	488,8	2,0%	445,95	200,0	1.150,0
Total extensión, m ²	4	555.000,0		305.668,7	200.000,0	820.000,0
Total producción, kg	4	24.283,8	100,0%			

Como se puede notar en el caso de la agricultura, prevalece la producción de caña de azúcar, así como el engorde de vacunos de carne; mientras que la dinamización de la economía de los agroecosistemas analizados muy poco depende de la crianza de ovinos de pelo amazónicos; evidentemente al tratarse de una muestra selectiva (productores ovinos), estas estadísticas difieren considerablemente de las emitidas por la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC (21) indicando que en Pastaza mayoritariamente se producen 13514 toneladas de Plátano en 5819 ha, y 679 tn de cacao en 1777 ha, demostrando que no se encuentra a la caña de azúcar como un rubro de importancia provincial; además podemos indicar que en el análisis de los rubros pecuarios en cambio según el ESPAC (21) del universo zootecnico productivo en Pastaza 31,77% (143369) son aves en planteles avícolas (ponedoras y de carne), seguido del 16,46% de vacunos (74281 cabezas)

preferentemente de carne; en el caso de los ovinos apenas su aporte provincial es de 0,17% (768 cabezas), ratificandose que hay mucho por desarrollar en este tipo de emprendimientos.

3.3. Análisis del componente agroecológico

Las cinco localidades en donde se realizó la caracterización, presentan una temperatura ambiental que se distribuye entre 17 y 27 °C, la humedad relativa es alta (82%), su altitud varía entre 350 y 1009 msnm, en donde sus precipitaciones llegan hasta 4000 mm por año (Tabla 8). En general el clima se categoriza como cálido húmedo con predominio de abundantes lluvias todo el año y altas temperaturas, y predomina el bosque tropical húmedo que se debe a su ubicación geográfica, la corriente de Humboldt y la cordillera de los Andes que bloquea los vientos fríos del sur.

Tabla 8. Condiciones meteorológicas del sector de estudio en Pastaza.

Parámetro	Simón Bolívar	Fátima	Veracruz	10 de agosto	Pomona
Temperatura, °C	17 - 24	19 - 27	23	23	19 - 27
Humedad relativa, %	81	82	82	81	82
Altitud, msnm	950	300	350	1009	840
Precipitación anual	4000	3500	3500	3500	3500
Clima	Cálido, húmedo				

En el caso del recurso suelo, En la Tabla 9 se puede indicar que son húmedos (30,1%), y como su característica tiene gran aporte mineral (53,6%) así como materia orgánica (93,01%), sin embargo por la gran escorrentía debido a la alta precipitación y su baja permeabilidad (arcillosos), son muy frágiles cuando la cobertura vegetal es baja. El aporte de nitrógeno alto (máximo 0,2%), aunque el potasio es bajo 16,17 ppm (hasta 200 ppm) así como el fosforo 7,09 ppm (hasta 20 ppm). En el caso de nitrógeno el exceso puede producir contaminación del agua por escorrentía, y eutrofización de aguas superficiales.

K ₂ O	%	3,04
Materia orgánica	%	93,01
pH		9,54

Fuente. Agrocalidad, 2023 – Proyecto PROPEA, 2024 Simón Bolívar.

Tabla 9. Características del suelo en Pastaza parroquia Simón Bolívar.

Parámetros	Unidad	Valores
Humedad	%	30,15
Cenizas	%	53,67
Cenizas insolubles en ácido	%	19,14
Proteína	%	3,11
Nitrógeno	ppm	221,83
Nitrógeno total	%	2,30
Fósforo	ppm	7,09
P ₂ O ₅	%	0,78
Potasio	ppm	16,17

3.4. Analisis del componente económico

En la Tabla 10 se muestra que el núcleo familiar de los sistemas de producción perciben un aproximado de 9514,7 dólares por ingreso anualmente procedentes de los rubros agropecuarios, dos de ellos indican que por negocio propio adicionan \$ 1250, e igual perciben 4350 por salario externo; mientras que cuatro prestan sus servicios agrícolas en otras propiedades. En este análisis podemos indicar que si se toma en cuenta su principal cuota de entrada mensualmente están recibiendo 793 dólares americanos aproximadamente, lo que podría garantizar su sostenimiento ya que de acuerdo al INEC la canasta básica está en 789,57 dólares en el presente año; en cambio en las dos unidades productivas que adicionalmente cuentan con negocio y salario tienen un adicional que les produciría un total 1260 dólares mensuales; y las cuatro fincas que hacen jornales en otras localidades pudieran llegar a percibir hasta \$ 1340 (16).

Tabla 10. Caracterización de los ingresos familiares.

Ingresos familiares (\$/año)	n	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Coefficiente de variación ajustado
Agropecuarios	17	9.514,7	8.431,0	400,0	36.000,0	21%
Negocio propio	2	1.250,0	353,6	1.000,0	1.500,0	20%
Agricultura fuera de la finca	4	975,0	330,4	500,0	1.200,0	17%
Salario fuera de la finca	2	4.350,0	4.454,8	1.200,0	7.500,0	72%

Si se analizan los gastos de las familias que manejan los agroecosistemas ovinos en el oriente (Tabla 11), se cuenta que 13 de ellas (76,5%) dinamizan su trabajo con préstamos llegando a pagar 2492,31 dolares anuales; además \$ 1335,29 destinan para alimentación, la mayoría dispone de vivienda (76,4%) sin embargo tres de ellas vinan arrendando y gastan 1600 dólares por año; en transporte 520 dólares anuales, el resto corresponde a servicios básicos, educación y vestimenta. Si se consideran todos los rubros probablemente tendrían un gasto de 7413 dolares anuales que les representa unos

\$ 617,8 mensualmente, sin tomar en cuenta los gastos que depare la dinámica productiva.

En esta primera aproximación al parecer hay una aparente rentabilidad entre 793 dólares de ingreso y 617,8 de gasto que podría percibir un beneficio costo de 1,17; aunque hace falta que se realice adicionalmente una investigación del costo unitario de producción en cada uno de los elementos dentro de los rubros agrícola y pecuario, para poder establecer con certeza los indicadores económico (22) (23).

Tabla 11. Caracterización de los gastos familiares.

Gastos familiares (\$/año)	n	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Coefficiente de variación ajustado
Préstamos (con servicio de deuda)	13	2492,31	2338,97	500	9600	26%
Alimentación	17	1335,29	846,27	200	2600	15%
Vivienda	3	1600,00	173,21	1500	1800	6%
Educación	10	239,64	83,94	100	350	11%
Salud	15	226,67	181,17	50	600	21%
Agua	15	74,93	25,83	20	120	9%
Gas	17	86,12	34,70	30	150	10%
Electricidad	15	244,93	109,58	30	420	12%
Vestimenta	6	593,75	847,13	50	3600	58%
Transporte	17	520	353,38	90	1400	16%

Las explotaciones de ovinos tropicales en la Amazonía ecuatoriana representan una alternativa sostenible y amigable con el medio ambiente, en comparación con la producción bovina tradicional (24). Además, estos sistemas de producción ovina contribuyen al bienestar de las comunidades locales y la conservación del entorno natural (25) (26)

4. CONCLUSIONES

Se ha caracterizado agroecológicamente los sistemas de producción de ovinos de pelo en el cantón Pastaza, resaltando que el rubro ovino es de gran potencial productivo para la zona, que se adapta convenientemente a los ecosistemas frágiles de la Amazonía ecuatoriana,

articulandose perfectamente con otras actividades agropecuarias, y de esta manera se convierte en otra alternativa pecuaria para generar ingresos económicos y aportar proteína animal para las familias.

5. AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro profundo agradecimiento al Programa de Ovinos de Pelo Amazónico (PROPEA), en especial al Ing. Vicente Trujillo, director y el Dr. Marcelo Moscoso, Ph.D. investigador, por prestarnos la facilidad para poder desarrollar esta investigación, así como de compartir sus valiosos criterios técnicos. A la ESPOCH por apoyar la propuesta y brindar la lo-

gística para la toma de datos en el campo.

6. CONFLICTO DE INTERESES

Al considerar un trabajo investigativo dentro de las acciones que se presenta en la dinámica del PROPEA, y anteriormente aprobado por el primer organismo de decisión institucional (IDI-CP-ESPOCH); la propuesta no presenta ningún conflicto de intereses. (14)

7. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Salcedo S, Guzmán L. Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de Política FAO , editor.; 2014.
2. Van Zanten HH, Mollenhorst H, Klootwijk CW, de Boer IJ. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(22). 2018;; p. E5181-E5188.
3. Wezel A, Bellon s, Doré T, Francis C, Vallod D, David C. Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(3). 2015;; p. 821-876.
4. Peralta Myo. Evolución de la producción de carne en el Ecuador. *Revista de Investigación Académica*, 5(1). 2019;; p. 1-10.
5. Marlow HJ, Hayes WK, Soret S, Carter RL, Schwab ER, Sabaté J. Diet and the environment: does what you eat matter? *The American Journal of Clinical Nutrition*, 101(1). 2015;; p. 1-12.
6. Leo Horrigan RSLPW. How Sustainable Agriculture Can Address the Environmental and Human-Health Harms of Industrial Agriculture. *Environmental Health Perspectives* Volume 110, Issue 5. 2002.
7. Van der Werf HMG, Kanyarushoki C, Corson MS, Van Keulen H. Evaluating the sustainability of contrasting farming systems with multicriteria decision-making. *European Journal of Agronomy*, 31(3). 2009;; p. 143-154.
8. Kowii A. Antología del pensamiento crítico ecuatoriano contemporáneo Ecuador: CLACSO; 2018.
9. Borja M. Engorde de novillos Brahaman mestizo bajo sistemas de pastoreo y suplementación mineral con adición de dos anabólicos comerciales. 2012..
10. López M, Benítez G, Guedes E, Monteverde S, Dieguez F. Caracterización de los resultados productivos y económicos en establecimientos de ganadería vacuna y ovina con sistemas de pastoreo racional Voisinen Uruguay. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*.. 2022.
11. López A, Ramírez A, Soto V, Gavilanes R. El costo estándar y su aplicación en la producción agropecuaria en el Ecuador. *Polo de Conocimiento (Edición núm. 68) Vol. 7, No 3*. 2022.
12. Muñoz G. La actividad ganadera desempeña un papel fundamental en la seguridad alimentaria al proporcionar productos alimenticios esenciales y generar ingresos económicos. Sin embargo, es importante reconocer que también ha ocasionado impactos ambientales negativos Los Ríos - Ecuador: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO; 2022.
13. Feijoo Á, Espinoza D, Chávez A, Astudillo H, Moyano J. Valoración económica de la producción de ovinos Pelibuey y Black Belly y las perspectivas de su desarrollo en el mercado del cantón Pastaza. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*. 2018.
14. LOES. LEY ORGANICA DE EDUCACION SUPERIOR, LOES. , PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA; 2022.
15. Trujillo V, Moscoso M, Reyes F. Programa de Ovinos de Pelo Amazónicos. 2022..
16. INEC. Resultados del Censo de población y vivienda en el Ecuador 2010 - Fascículo Provincial Pastaza. , INEC; 2010.
17. INEC. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA. [Online].; 2017. Available from: <https://www.inec.gob.bo/index.php/poblacion-economicamente-activa-representa-611-de-la-poblacion-en-edad-de-trabajar/>.
18. Tadeo Ayo. Calidad de la carne producida en Ecuador y su impacto en el medio ambiente. *Revista de Investigación Ambiental*, 10(2). 2018;; p. 10(2).
19. Herrero M, Thornton PK, Gerber P. Impacts of meat consumption on the environment-vegetarianism as a possible solution. In *Meat consumption and health*. 2016;; p. 149-170.
20. Pretty J. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1491). 2008;; p. 447-465.
21. INEC. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Quito: INEC; 2012.
22. González-García S, Esteban-González M, Rodríguez-Ortega T, García-Ruiz R. A review of sustain-



- nability assessment methodologies in the meat sector. A review of sustainability assessment methodologies in the meat sector. *Journal of Cleaner Production*, 224. 2019;; p. 1035-1057.
23. Pretty JN, Noble AD, Bossio D, Dixon J, Hine RE, Vries FWTPd, et al. Sustainability assessment: criteria and processes. London: Earthscan. 2008;; p. 1114-1119.
 24. Gomiero T, Pimentel D, Paoletti MG. Agriculture, Environmental Impact of Different Agricultural Management Practices: Conventional vs. Organic. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 30(1-2). 2011;; p. 95-124.
 25. Foley JA, Ramankutty N, Brauman KA, Cassidy ES, Gerber JS, Johnston M, et al. Solutions for a cultivated planet. *Nature* 478(7369). 2011;; p. 337-342.
 26. JNP. Resource-Conserving Agriculture Increases Yields in Developing Countries. *Environ. Sci. Technol.* 2006;; p. 1114-1119.
 27. Wirsenius S, Hedenus F, Mohlin K. Greenhouse gas taxes on animal food products: rationale, tax scheme and climate mitigation effects. *Climatic Change*, 108(1-2). 2010;; p. 159-184.
 28. Guzmán GI, Giraldo LA, Bernal H. Efecto agroecológico de la producción de bovinos en sistemas silvopastoriles. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9(1). 2018;; p. 49-60.

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA INCLUSIÓN ALIMENTICIA DE HIERRO Y MANGANESO SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y REPRODUCTIVO EN PORCINOS

EVALUATION OF THE EFFECT OF DIETARY INCLUSION OF IRON AND MANGANESE ON PRODUCTIVE AND REPRODUCTIVE PERFORMANCE IN PIGS

	¹ Lucía Loachamín-Guallichico	lvloachamin@uce.edu.ec
	¹ Eduardo Aragón-Vásquez	earagon@uce.edu.ec
	¹ Renán Mena-Pérez	rpmena@uce.edu.ec
	¹ Jimmy Quisirumbay-Gaibor *	jrquisirumbay@uce.edu.ec

¹ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

E-mail: * jrquisirumbay@uce.edu.ec

RESUMEN

La suplementación de microminerales en porcinos ha sido variable a lo largo del tiempo generando incertidumbre en los nutricionistas. Esta investigación tuvo como objetivo medir el efecto de la inclusión alimenticia de hierro (Fe) y manganeso (Mn) sobre la ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario promedio de alimento (CDPA), conversión alimenticia (CA), eficiencia alimenticia (EA), nivel de hemoglobina (Hb) y hematocrito (Htc), mediante el uso de meta-análisis. Se incluyeron 23 estudios (3189 animales). Se usó el modelo de efectos aleatorios y se determinó tamaño de efecto, heterogeneidad y efecto de moderadores. La suplementación de Fe mejoró la GDP en 22,67 g/d ($p < 0,00001$), el CDPA en 15,46 g/d ($p < 0,00001$), la CA se redujo en 0,078 ($p < 0,00001$), el nivel de Hb fue superior en 1,38 g/dl ($p < 0,00001$), al igual que el valor de Htc en 1,98% ($p < 0,00001$). Se evidenció que la suplementación de Fe en cerdas gestantes incrementó las concentraciones de Hb (1,34 g/dl) y Htc (2,39 %) en lechones de 1 día de edad. En lechones menores de 24 días mejoró la concentración de Hb en 2,32 g/dl. La suplementación de Mn en cerdos en crecimiento-finalización, disminuyó el CDPA en 22,15 g/d ($p = 0,02$), sin embargo, la GDP y EA también disminuyeron. La heterogeneidad fue $> 75\%$ (Fe) y $< 50\%$ (Mn). Se realizaron meta-regresiones considerando nivel y duración de la suplementación. Se concluye que la suplementación dietaria de Fe mejora los parámetros productivos en porcinos al igual que la concentración de Hb y Htc. La suplementación de manganeso no mejoró los parámetros productivos.

Palabras clave: Nutrición, minerales, hierro, manganeso, porcinos, lechones.

ABSTRACT:

The supplementation of microminerals in pigs has been variable over time, generating uncertainty among nutritionists. This research aimed to measure the effect of dietary inclusion of iron (Fe) and manganese (Mn) on daily weight gain (GDP), average daily feed intake (ADAC), feed conversion (FC), feed efficiency (FE), hemoglobin level (Hb) and hematocrit (Htc), by using meta-analysis. 23 studies (3189 animals) were included. The random effects model was used and effect size, heterogeneity and effect of moderators were determined. Fe supplementation improved GDP by 22.67 g/d ($p < 0.00001$), CDPA by 15.46 g/d ($p < 0.00001$), FC was reduced by 0.078 ($p < 0.00001$), the Hb level was higher by 1.38 g/dl ($p < 0.00001$), as was the Htc value by 1.98% ($p < 0.00001$). It was evidenced that Fe supplementation in pregnant sows increased the concentrations of Hb (1.34 g/dl) and Htc (2.39%) in 1-day-old piglets. In piglets under 24 days old, the Hb concentration improved by 2.32 g/dl. Mn supplementation in growing-finishing pigs decreased CDPA by 22.15 g/d ($p = 0.02$), however, GDP and FE also decreased. Heterogeneity was $> 75\%$ (Fe) and $< 50\%$ (Mn). Meta-regressions were performed considering level and duration of supplementation. It is concluded that dietary Fe supplementation improves the productive parameters in pigs as well as the concentration of Hb and Htc. Manganese supplementation did not improve productive parameters.

Keywords: Nutrition, minerals, iron, manganese, pigs, piglets.

1. INTRODUCCIÓN

Los microminerales son elementos esenciales que se incluyen en las dietas de porcinos en pequeñas cantidades (<100 mg/kg MS) como premezclas (1). Estos son necesarios para el funcionamiento normal de casi todos los procesos bioquímicos en el organismo (2). Además, forman parte de numerosas enzimas y participan en la síntesis de hormonas, función inmunitaria, crecimiento, y en consecuencia son imprescindibles para mantener la salud animal y asegurar el rendimiento productivo (3).

Cabe destacar que existen varios microminerales como el cobre, hierro, manganeso, zinc, yodo, selenio, flúor y cromo que son necesarios en la dieta de los porcinos (4). No obstante, el presente trabajo de investigación se enfocó en el hierro (Fe) y manganeso (Mn), debido a sus múltiples funciones. El Fe es un componente esencial en animales y humanos (5), forma parte de numerosas metaloenzimas e interviene en la formación de la hemoglobina, previene la anemia, mejora el sistema inmunitario, participa en la eritropoyesis entre otros (6).

Ciertos estudios han comprobado que la suplementación de Fe puede mejorar la capacidad antioxidante de las cerdas, mejorando el rendimiento reproductivo (7). Sin embargo, la deficiencia de este micromineral en lechones recién nacidos produce anemia ferropénica, generando disminución de crecimiento fetal, bajo peso al nacimiento y menor ganancia de peso (8) (9).

En cuanto al Mn, actúa como activador de numerosas enzimas y es esencial para la síntesis de sulfato de condroitina, componente esencial en el desarrollo óseo. Además, el Mn participa en el proceso reproductivo y ayuda al metabolismo de lípidos y carbohidratos (1). Se ha comprobado que la inclusión de manganeso en la dieta de los cerdos mejora su rendimiento productivo (10). No obstante, una deficiencia de este micromineral provoca claudicaciones, retraso en el crecimiento, entre otras alteraciones (11). Por otro lado, su exceso reduce la ingesta de alimento, afectando a la ganancia de peso (12).

Varios son los niveles de inclusión alimenticia de estos microminerales que se han usado a lo largo del tiempo, creando cierto nivel de incertidumbre en los nutricionistas de porcinos. Tomando en cuenta cada uno de estos aspectos, la presente investigación está orientada a determinar el efecto de la inclusión alimenticia de hierro y manganeso en la etapa productiva y reproductiva, sobre la ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario promedio de alimento (CDPA), conversión alimenticia (CA), eficiencia alimenticia (EA), nivel de hemoglobina y hematocrito. Así como el efecto del nivel de inclusión y la duración de la suplementación mediante el uso de meta-

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una búsqueda electrónica entre enero y abril del año 2023 de artículos científicos en Google Scholar, Scopus, PubMed, Science Direct (Journal), Elsevier biobase-CABS. Para ello, se consideraron las siguientes palabras claves en español: “{rendimiento productivo}, mineral traza, oligoelementos, hierro, manganeso, dieta, alimento, nutrición, porcinos, lechones y cerdas”. También se utilizaron las siguientes palabras claves en inglés: “{reproductive performance}, iron, manganese, nutrition, minerals, weaned piglets, newborn piglets, sows, pig, {rendimiento productivo}”.

Asimismo, se emplearon las siguientes palabras claves en portugués: “{desempenho produtivo}, micro mineral, nutrição, porcos y leitões”. Solo se incluyeron artículos en español, inglés y portugués sin restricción de fecha, sin embargo, el periodo de años que incluyó la búsqueda fue entre 1987 al 2023.

Se incluyeron 23 artículos experimentales en español, inglés y portugués, siguiendo las recomendaciones de Palencia et al., (13) y Rufino et., (14). Los artículos debían contener las variables dependientes de interés junto a sus valores de media (promedio), desviación estándar (SD), coeficiente de variación (CV), error estándar de la media (SEM) del tratamiento y control de la variable estudiada. Asimismo, los artículos incluidos debían presentar el número de repeticiones por tratamiento. En el caso del hierro, se registraron 2503 repeticiones, y para el manganeso, 686 repeticiones, con un total de 3189.

Para cada variable dependiente se ejecutó un meta-análisis (MA), considerando la etapa productiva. Esta fue dividida en 4 categorías: cerdos crecimiento-finalización, cerdas reproductoras, lechones menores a 24 días y lechones destetados. En el caso de la inclusión de hierro, las variables analizadas en cerdos en crecimiento-finalización fueron: ganancia diaria de peso (GDP) y consumo diario promedio de alimento (CDPA). En cerdas reproductoras se analizó 2 variables: hemoglobina y hematocrito en lechones de 1 día. Mientras que en lechones neonatos se analizó 1 variable hemoglobina en lechones < 24 días. Por último, en lechones destetados se analizó 6 variables entre ellas: ganancia diaria de peso (GDA), consumo diario promedio de alimentos (CDPA), conversión alimenticia (CA), eficiencia alimentaria (EA), nivel de hemoglobina (Hb) y hematocrito (Htc).

En cuanto a la inclusión de manganeso en cerdos en crecimiento-finalización se analizó 3 variables

ganancia diaria de peso (GDA), consumo diario promedio de alimento (CDPA) y eficiencia alimentaria (EA), mientras que en cerdas reproductoras se evaluaron 2 variables: peso promedio al nacimiento y peso promedio al destete de forma descriptiva debido a las circunstancias citadas previamente. Se usaron dos moderadores (covariables) nivel y duración de suplementación de hierro y manganeso en la dieta. En el caso de cerdos en crecimiento- finalización, el nivel de inclusión de hierro fue de 50 a 600 mg/kg; en cerdas reproductoras, de 40 a 114 mg/kg; para los lechones menores de 24 días, de 30 a 200 mg/kg; y en lechones destetados, de 10 a 5000 mg/kg. Mientras que en la inclusión dietaria de manganeso para cerdos en etapa de crecimiento-finalización fue de 8 a 700 mg/kg.

Análisis estadístico

Se utilizó el programa MIX 2.0 (15), con el modelo de efectos aleatorios según las recomendaciones de Borenstein et al., (16) y Sauvant et al., (17) Las variables analizadas fueron ganancia diaria de peso, consumo diario promedio de alimento, conversión alimenticia, eficiencia alimentaria, hemoglobina y hematocrito

a partir de 23 artículos científicos. Se determinó el tamaño de efecto por diferencia de medias (DM) (18). También, se calculó la heterogeneidad por medio del índice de inconsistencia (I²) (19).

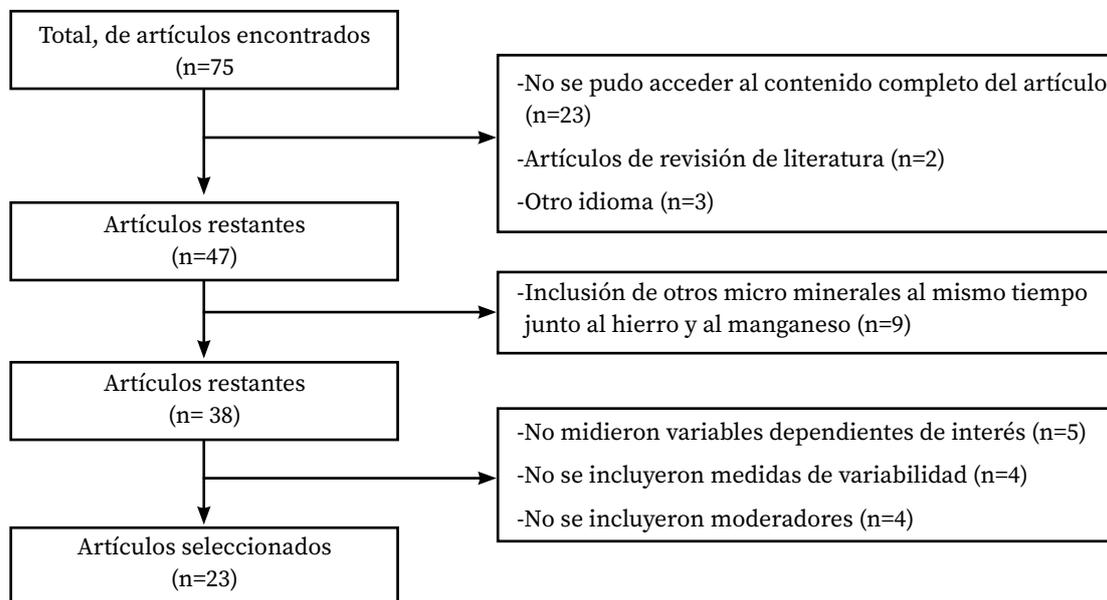
Para los casos de mediana y alta heterogeneidad, se realizó meta-regresiones utilizando como covariables (moderadores) nivel y duración de inclusión de Fe, sobre la ganancia diaria de peso, consumo diario promedio de alimento, conversión alimenticia, eficiencia alimenticia, niveles de hemoglobina y hematocrito. Mientras que para el caso del manganeso se utilizó la covariable nivel de inclusión de Mn sobre la ganancia diaria de peso, consumo diario promedio de alimento y eficiencia alimentaria.

3. RESULTADOS

Selección y descarte de artículos

En la Figura 1 se ilustra el proceso de selección y descarte de artículos científicos. La búsqueda arrojó un total de 75 artículos. Fueron seleccionados 23 artículos en total (20 para hierro y 3 para manganeso).

Figura 1. Flujograma de selección y descarte de artículos científicos.



Variables respuesta

En la Tabla 1 se evidencia que la Hb y Htc aumentan significativamente ($p < 0,00001$), en lechones de 1 día en 1,34 g/d y en lechones menores de 24 días 2,32 g/dl. Además, en los lechones de 1 día, se observa un incremento de 2,4% de Htc ($p < 0,00001$) en el grupo tratado.

En cuanto a los lechones destetados, se obtuvo un aumento de ganancia diaria de peso (22,67 g/d; $p < 0,00001$), consumo diario promedio de alimento (15,46 g/d; $p < 0,00001$), Hb (1,38 g/dl; $p = 0,00001$) y Htc (1,98%; $p < 0,00001$) en el grupo tratado. Respecto a la conversión alimenticia (CA) se evidencia que el grupo

tratado requirió consumir 0,078 kg ($p < 0,00001$) menos para convertir 1 kilo de peso corporal.

No obstante, en la tabla 1 se observa que para la ganancia diaria de peso y consumo diario de alimento en cerdos en crecimiento-finalización y eficiencia alimentaria en lechones destetados no presentaron

diferencias significativas. Sin embargo, es importante destacar que los resultados obtenidos en todas las categorías se obtuvo una alta heterogeneidad ($>75\%$) en las variables analizadas. Esto significa que hay una gran variabilidad entre los resultados de los artículos incluidos en este meta-análisis.

Tabla 1. Resumen variables respuestas, tamaño de efecto e índice de inconsistencia (del efecto de la inclusión de hierro sobre la ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario promedio de alimento (CDPA), eficiencia alimentaria (EA), conversión alimenticia (CA), nivel de hemoglobina (H) y hematocrito (Htc) en porcinos.

Etapa productiva	Variable analizada	Tratamiento	Control	Tamaño de efecto	I ² (%)
		x ±DE	x ±DE	MD (p valor)	
Cerdos crecimiento-finalización	GDP (g/día)	818,57 ±101,74	815 ±88,21	7,64 (0,46)	76,36
	CDPA (g/día)	2132,14 ± 465,37	2072,14 ±398,02	62,32 (0,30)	83,63
Cerdas reproductoras	Hb en lechones de 1 día (g/dl)	9,50 ±0,60	8,31 ±0,54	1,34 ($<0,00001$)	99,99
	Hematocrito en lechones de 1 día (%)	34,66 ±1,64	32,14 ±1,93	2,39 ($<0,00001$)	99,96
Lechones neonatos	Hb (hemoglobina) en lechones <24 días (g/dl)	9,30 ±1,04	6,97 ±1,64	2,32 ($<0,00001$)	89,18
	GDP (g/día)	316,61 ±108,42	261,37 ±96,91	22,67 ($<0,00001$)	99,99
	CDPA (g/día)	472,47 ±186,42	403,85 ±152,59	15,46 ($<0,00001$)	100
	CA (kg/kg)	1,55 ±0,22	1,72 ±0,43	-0,078 ($<0,00001$)	83,84
Lechones destetados	EA (kg/kg)	0,65 ±0,07	0,59 ±0,049	0,009 (0,34)	66,37
	Hb (g/dl)	9,97 ±3,80	8,63 ±2,40	1,38 (0,00001)	97,78
	Hematocrito (%)	35,29 ±6,38	33,05 ±7,67	1,98 ($<0,00001$)	99,78

Nota. DE: Desviación Estándar; DM: Diferencia de Medias; P: Valor de p; I2: Índice de inconsistencia.

Efecto del nivel alimenticio de hierro

En la tabla 2, se evidencia que por cada mg/kg de hierro que se aumenta en la dieta de la madre, el Htc en lechones de 1 día se incrementa en 0,032 % ($p < 0,01$). Mientras que en lechones < de 24 días cada mg/kg de Fe incrementó la Hb en 0,00007g/dl ($p=0,97$).

En lechones destetados, cada mg/kg extra de hierro

mejoró la ganancia diaria de peso (0,00276 g/d; $p=0,003$), Htc ($-0,00044\%$; $p < 0,001$), pero disminuyó la eficiencia alimentaria ($-0,00021$; $p < 0,001$), conversión alimenticia ($-0,00006$; $p < 0,001$) y hemoglobina ($-0,0002$ g/dl; $p=0,002$). No obstante, el nivel de hierro no afectó significativamente a la ganancia de peso, consumo de alimento en cerdos en crecimiento-finalización, hemoglobina en lechones de 1 día y menores de 24 días, ni al consumo diario promedio en lechones destetados.

Tabla 2. Meta-regresión para nivel de suplementación de hierro en la dieta.

Categoría productiva	Variable analizada	Nivel de suplementación mg/kg			
		Intercepto (Bo)		Pendiente (B1)	
		Estimado	P-valor	Estimado	P-valor
Cerdos en crecimiento-finalización	GDP (g/día)	2,64	0,79	0,02	0,34
	CDPA (g/día)	44,12	0,06	0,05	0,35
	Hb (hemoglobina) en lechones de 1 día (g/dl)	1,31	0,10	0,008	0,51
Cerdas reproductoras	Hematocrito en lechones de 1 día (%)	-0,24	<0.001	0,03	<0.001
	Hb (hemoglobina) en lechones <24 días (g/dl)	2,29	<0.001	0,00007	0,97
Lechones destetados	GDP (g/día)	26,79	<0.001	0,003	0,003
	CDPA (g/día)	-0,14	0,83	-0,002	0,19
	CA	-0,05	<0.001	-0,00006	<0.001
	EA	0,02	0,006	-0,0002	<0.001
	Hb (g/dl)	0,94	<0.001	-0,0002	0,002
	Hematocrito (%)	-1,20	<0.001	0,00044	<0.001

Duración de la suplementación de hierro

En la Tabla 3, se observa que a mayor duración de suplementación de hierro en lechones destetados, disminuyó el consumo de alimento (-0,88643 g/d; p<0,001), la conversión alimenticia (-0,002; p<0,001), la Hb (-0,017 g/dl; p=0,015) y el Htc (-0,154%; p<0,001),

pero aumentó la ganancia diaria de peso (1,55 g/día; p<0,001). No obstante, para la concentración de Hb en lechones de 1 día y la eficiencia alimentaria en lechones destetados no tuvieron efecto significativo.

Tabla 3. Meta-regresión para la duración de la suplementación.

Categoría productiva	Variable analizada	Duración de la suplementación días.			
		Intercepto (Bo)		Pendiente (B1)	
		Estimado	P-valor	Estimado	P-valor
Cerdas reproductoras	Hb (g/dl) en lechones de 1 día	2,19	<0.001	-0.013	0,12
	GDP (g/día)	-39,95	<0.001	1,55072	<0.001
	CDPA (g/día)	36,28	<0.001	-0,88643	<0.001
Lechones destetados	CA	0,021	0,43	-0,0021	0,0020
	EA	-0,00107	0,98	0,00003	0,98
	Hb (g/dl)	1,43	<0.001	-0,017	0,015
	Hematocrito (%)	6,504	<0.001	-0,154	<0.001

Manganeso

VARIABLES RESPUESTA

En la Tabla 4, en cerdos en crecimiento-finalización, el

grupo suplementado con hierro tuvo menor consumo de alimento (-22,15g/d; p=0,019). El consumo diario promedio de alimento y la eficiencia alimentaria no fueron significativos. No hubo heterogeneidad para ganancia diaria de peso y eficiencia alimentaria, pero

Tabla 4. Resumen variables dependientes, tamaño de efecto y índice de inconsistencia para el MA del efecto de la inclusión alimenticia de manganeso sobre GDP, CDPA y EA en porcinos.

Etapa productiva	Variable analizada	Tratamiento	Control	Tamaño de efecto	I2
		Media (DE)	Media (DE)	DM (p)	I2(%)
Cerdos crecimiento-finalización	GDP (g/día)	872,06 (±353,11)	880 (±364,90)	-5,17 (0,13)	0
	CDPA (g/día)	2154,41 (±995,86)	2155,88 (±1016,03)	-22,15 (0,019)	43,61
	EA	0,41 (±0,08)	0,42 (±0,09)	-0,015 (0,34)	0

Nota. DE: Desviación Estándar; DM: Diferencia de Medias; p: Valor de p; I2: Índice de inconsistencia.

Efecto del nivel de suplementación dietaria de Mn

En la tabla 5 se aprecia que el nivel de suplementación de manganeso en cerdos en crecimiento-finalización afectó la ganancia diaria de peso (-0,044; p=0,15), por cada mg/kg de hierro que se aumenta en la dieta. Mientras que consumo diario promedio de alimento (0,019; p=0,34) y eficiencia alimentaria (0,00001; p=0,647) no fueron afectados.

No obstante, no se pudo realizar el meta-análisis de las variables reproductivas, debido a que solo se localizó

un solo artículo, pero se va a detallar de una forma descriptiva.

Los resultados obtenidos en el estudio de Edmunds et al., (20), demuestran que la suplementación con 20 mg/kg de Mn en la dieta de la cerda, obtuvo un mayor peso al nacimiento de 1,57 kg (p<0,01), en referencia a los lechones del grupo control que obtuvieron un peso de 1,23 kg. Además, el peso promedio al destete del grupo tratado fue de 5,5 kg (p<0,05) en comparación al grupo control (5,18 kg).

Tabla 5. Meta-regresión para nivel de suplementación de manganeso en la dieta.

Categoría productiva	Variable analizada	Nivel de suplementación mg/kg			
		Intercepto (Bo)		Intercepto (Bo)	
		Estimado	P-valor	Estimado	P-valor
Crecimiento-Finalización	GDP (g/día)	7,39	0,05096	-0,044	0,1522
	CDPA (g/día)	32,073	<0,001	0,019	0,34
	EA	0,00114	0,51514	0,00001	0,64738

4. DISCUSIÓN

En cuanto al hierro, de acuerdo con los resultados obtenidos en este meta-análisis, se evidenció que su inclusión en la dieta de cerdas gestantes incrementó el nivel de Hb y Htc en lechones recién nacidos. Estos resultados se atribuyen a que han sido suplementadas con fuentes orgánicas de Fe (21).

Estas fuentes mejoran la biodisponibilidad de hierro en el organismo y optimizan la transferencia de Fe de la madre hacia la progenie, incrementando las

concentraciones de Hb y Htc en el nacimiento (8) (22). Estos parámetros permiten verificar si la reserva de Fe en el lechón es adecuada para su desarrollo (23).

Sin embargo, la suplementación de dosis altas de Fe no mejoran las reservas de este micromineral en los lechones, debido a que sus requerimientos son mayores a lo que les provee la leche materna (1 gramo/día / lechón), aunque esto no es suficiente para los lechones que necesitan 7 y 16 mg de Fe diariamente (24).

Por este motivo, se sugiere la suplementación por vía parenteral, entre los primeros días para minimizar la anemia y evitar efectos negativos en el crecimiento, ganancia de peso, y disminución de Hb y Htc (22).

En cuanto a los lechones menores de 24 días, el hierro dietario mejoró los niveles de Hb, debido a que aumenta los niveles de este micro mineral en el torrente sanguíneo, mejora la producción de Hb que facilita el transporte de oxígeno al organismo (25).

Sin embargo, los efectos del Fe dietario en lechones se vieron afectados por la inclusión y edad, debido a que las reservas de micromineral en los lechones disminuyen rápidamente por su acelerado crecimiento, siendo así que los lechones de 7 días tuvieron una mejor concentración de Hb (26). Mientras que, entre los 14 y 24 días, las reservas de Fe disminuyeron rápidamente, reduciendo la Hb (27). Es decir, a medida que crecen requieren más Fe para mantener los niveles de Hb (10).

Asimismo, en lechones destetados, el hierro mejoró la ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, Htc y Hb. Esto se debió a que el hierro aumenta las reservas hepáticas, promueve la producción de ácido clorhídrico y el desarrollo de microvellosidades, permitiendo la maduración del sistema digestivo y mejorando tanto la digestibilidad de aminoácidos como la absorción de nutrientes, elevando así los niveles de Hb, Htc y el rendimiento productivo (28) (29).

No obstante, se requiere considerar que las dosis excesivas de hierro en la dieta de lechones son perjudiciales para su salud, rendimiento productivo y biodisponibilidad de minerales. Puesto que, alteran el microbiota intestinal, causan infecciones, irritación e incrementan las bacterias en el organismo provocando diarrea. Esto disminuye la ganancia de peso, Htc, consumo, conversión y eficiencia alimenticia y Htc (30) (31).

Además, se ha evidenciado que la interacción antagonista de Fe con P, Ca, Cu, Zn y Mn, inhiben la participación del Fe en el organismo, interfiriendo en su absorción y biodisponibilidad, afectando negativamente a los parámetros productivos (32).

Por otro lado, la duración de días de suplementación de hierro, disminuye la ganancia de peso, consumo, conversión alimenticia, hemoglobina y hematocrito en lechones destetados, sin embargo, no se justifica la razón de estos hallazgos (33).

El último aspecto a destacar acerca del Fe, es que, a

pesar de haber obtenido resultados positivos en los parámetros productivos, en las diferentes categorías de los cerdos, se evidencia una alta heterogeneidad (mayor al 75%) en todas las variables analizadas. Esto se debió al hecho de que los artículos provienen de diferentes años y países, ya que las condiciones y prácticas varían en función del contexto temporal y geográfico (34) (35).

Además, la heterogeneidad puede verse afectada por el nivel y duración de la suplementación de hierro, ya que estos efectos pueden manifestarse de manera distinta en cada etapa de desarrollo (19). Asimismo, cuando las poblaciones de los individuos no son exactamente iguales, ya sea en términos de línea genética o condiciones ambientales (35).

Con respecto al manganeso, se observó que la inclusión de este micromineral en la dieta de cerdos en crecimiento-finalización disminuyó la ganancia diaria de peso (GDP), pero no significativamente. Esto puede deberse a los diferentes niveles de Mn utilizados. Por ejemplo, 16 mg/kg de Mn redujo la GDP y el consumo diario promedio de alimento (CDPA), este nivel fue alto en comparación con las recomendaciones del NRC (36) de 2-4 mg/kg que disminuyen acorde al peso corporal.

Mientras que cuando el Mn es suministrado en cantidades excesivas puede reducir la ingesta, afectar la ganancia de peso y la biodisponibilidad de otros micro minerales, disminuyendo los parámetros productivos (12) (31).

Por otra parte, otros estudios mencionan que la interacción del Mn y Mg favorece la GDP, CDPA, conversión alimenticia (CA) y el rendimiento a la canal (10).

Finalmente, se evidenció un incremento de peso al nacimiento de los lechones y peso promedio al destete. Debido a que el Mn se transfiere fácilmente a través de la placenta, acumulándose en mayor cantidad en el feto y permitiendo tanto su desarrollo como crecimiento fetal (20). Además, estimula el agotamiento de dopamina, aumentando la prolactina y su propia concentración circulante, lo cual incrementa la producción de leche (37).

5. CONCLUSIONES

La inclusión de hierro tiene efecto sobre consumo diario promedio de alimento, conversión alimenticia, ganancia diaria de peso, eficiencia alimentaria y hematocrito en lechones destetados. Además, en lechones de 1 día, favorece la concentración de

hemoglobina y hematocrito. En lechones de 24 días, mejora la concentración de hemoglobina. La inclusión dietaria del manganeso en cerdos en etapa de crecimiento-finalización no favorece el consumo diario promedio de alimento.

7. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Mateos G, García D, Jiménez E. Microminerales en Alimentación de Monogástricos. Aspectos Técnicos y Consideraciones Legales: Asociación Española de Ciencia Avícola ; 2004.
- Sampath V, Sureshkumar S, Seok WJ, Kim IH. Role and functions of micro and macro-minerals in swine nutrition: a short review. *Journal of Animal Science and Technology*. 2023; 65(3): p. 479.
- Huang C, Stein H, Zhang L, Defa Li LC. Concentrations of minerals in pig feed ingredients commonly used in China. *Translational Animal Science*. 2017; 1(2): p. 126-136.
- Hill GM. Sustainable swine nutrition. Second edition ed. Chiba. LI, editor.: John Wiley & Sons Ltd.; 2023.
- Campabadal C. Guía técnica para la alimentación de cerdos: Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria ; 2009.
- Rapp C. Mejora optimizada con hierro y zinc en el rendimiento de lechones destetados. *porciNews*. 2021.
- Xing X, Zhang C, Ji P, Yang J, Li Q, Pan H, et al. Effects of Different Iron Supplements on Reproductive Performance and Antioxidant Capacity of Pregnant Sows as Well as Iron Content and Antioxidant Gene Expression in Newborn Piglets. *Animals*. 2023; 13: p. 1-14.
- Li Y, Yang W, Dong D, Jiang S, Yang Z, Wang Y. Effect of different sources and levels of iron in the diet of sows on iron status in neonatal pigs. *Animal Nutrition*. 2018; 4: p. 197-202.
- Szudzik M, Starzyński R, Jończy A, Mazgaj R, Lenartowicz M, Lipiński P. Iron Supplementation in Suckling Piglets: an Ostensibly Easy Therapy of Neonatal Iron Deficiency Anemia. *Pharmaceuticals*. 2018; 11(128): p. 1-18.
- Kerkaert H, Woodworth J, DeRouchey J, Dritz S, Tokach M, Goodband R, et al. Determining the effects of manganese source and level on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. *Animal Science*. 2021; 5(2): p. 1-7.
- Kim JC, Wilcock P, Bedford MR. Iron status of piglets and impact of phytase superdosing on iron physiology: A review. *Animal Feed Science and Technology*. 2018; 235: p. 8-14.
- Pimentel E, Lozano M, Ramírez G. Pimentel. BM Editores. 2019.
- Palencia J, Lemes M, Garbossa C, Abreu M, Peireira L, Zangeronimo M. Arginine for gestating sows and foetal development: A systematic review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2017;; p. 1-10.
- Rufino R, Cardosa V, Palencia J, Caputo L. Variability of piglet birth weights: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2019;; p. 1-10.
- Bax L. MIX 2.0 - Professional software for meta-analysis in Excel. Version 2.0.1.5. 2016..
- Borenstein M, Hedges L, Higgins J, Rothstein H. Introduction to meta-analysis. 2011.
- Sauvant , D , Schmidely P, St-Pierre N. Meta-analyses of experimental data in animal nutrition. *Animal*. 2008; 2(8): p. 1203-1214.
- Hedges L, Olkin I. Statistical methods for meta-analysis. Segunda ed.; 2014.
- Pineda M, Zapata J. Abordaje práctico de la heterogeneidad en la lectura crítica de revisiones sistemáticas y metanálisis. *Universitas Medica*. 2022; 63(1): p. 1-10.
- Edmunds C, Cornelison A, Farmer C, Rapp C, Ryman V, Schweer W, et al. The Effect of Increasing Dietary Manganese from an Organic Source on the Reproductive Performance of Sows. *Agriculture*. 2022; 12(12): p. 1-16.
- Wan D, Zhang Y, Wu X, Lin X, Shu X, Zhou X, et al. Maternal dietary supplementation with ferrous N-carbamylglycinate chelate affects sow reproductive performance and iron status of neonatal piglets. *Anima*. 2018; 12(7): p. 1372-1379.
- Novais A, Abércio C, Kássia R, Pazinato C, Callegari M, Oliveira E. The effect of supplementing sow and piglet diets with different forms of iron. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2016; 45(10): p. 615-621.
- Barros C, Pascoal L, Watanabe P, Matins T, Andrade T, Ribeiro J. Dietary iron chelate for sows and effects on iron supplementation in piglets.

- Anais da Academia Brasileira de Ciências. 2019; 91(4): p. 1-9.
24. Liu Y, Ma Y, Zhao J, Vazquez M, Stein H. Digestibility and retention of zinc, copper, manganese, iron, calcium, and phosphorus in pigs fed diets containing inorganic or organic minerals. *J ANIM SCI*. 2014; 92: p. 3407-3415.
 25. Quiles A, Hevia M. Anemia de los lechones. Universidad de Murcia. 2003;: p. 1-4.
 26. Knight LC, Dilger RN. Longitudinal effects of iron deficiency anemia and subsequent repletion on blood parameters and the rate and composition of growth in pigs. *Nutrients*. 2018; 10(5): p. 632.
 27. Rincker M, Hill G, Link J, Rowntree J. Effects of dietary iron supplementation on growth performance, hematological. *Journal of Animal Science*. 2004; 82: p. 3189-3197.
 28. Lee S, Shinde P, Choi J, Park M, Ohh S, Kwon K, et al. Effects of Dietary Iron Levels on Growth Performance, Hematological Status, Liver Mineral Concentration, Fecal Microflora, and Diarrhea Incidence in Weanling Pigs. *Biol Trace Elem Res*. 2008; 126(1): p. 57-68.
 29. Martínez A, Chamorro J, Calvo J, Ramon J. Efecto de suplementación mineral en el desempeño productivo de cerdas gestantes y su camada. *Agriculture and Animal Sciences*. 2016; 5(1): p. 1-8.
 30. Ding H, Yu X, Feng J. Iron homeostasis disorder in piglet intestine. *Metallomics*. 2020; 12: p. 1494-1507.
 31. Pallauf J, Kauer C, Most E, Habicht D, Moch J. Impact of dietary manganese concentration on status criteria to determine manganese requirement in piglets. *Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2011;: p. 1-10.
 32. Valenzuela C, Antileo R, Lagos GPA. El cerdo como modelo experimental. *Revista Chilena de Nutrición*. 2015; 42(2): p. 191-198.
 33. Etle T, Schlegel P, Roth F. Investigations on iron bioavailability of different sources and supply levels in piglets. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2007; 92: p. 35-43.
 34. Oliveros H. La heterogeneidad en los metaanálisis, ¿es nuestra mejor aliada? *Rev Colomb Anestesiol*. 2015; 43(3): p. 176-178.
 35. Escrig V, Lluca J, Villach L, Bellver M. Metaanálisis: una forma básica de entender e interpretar su evidencia. *Elsevier*. 2021; 34: p. 44-51.
 36. National Research Council. Nutrient requirements of swine. Onceava ed.: National Academy Press; 2012.
 37. Farmer C. Altering prolactin concentrations in sows. *Domest. Anim. Endocrinol*. 2016; 56: p. 155-164.
 38. Ho Lee Y. An overview of meta-analysis for clinicians. *Korean J Intern Med*. 2018; 33(2): p. 277-283.

PRESENCIA DE CARACOLES LYMNAEIDAE (MOLLUSCA: GASTROPODA), INFECTADOS CON ESTADIOS LARVARIOS DE *FASCIOLA HEPÁTICA* (LINNAEUS, 1758) EN ZONAS GANADERAS DE LA PROVINCIA DE CARCHI

PRESENCE OF LYMNAEIDAE SNAILS (MOLLUSCA: GASTROPODA), INFECTED WITH LARVAL STAGES OF *FASCIOLA HEPÁTICA* (LINNAEUS, 1758) IN LIVESTOCK AREAS OF THE PROVINCE OF CARCHI

	¹ Wilson Santiago Chugá Bastidas	wilson.chuga@upec.edu.ec
	² Rubén Darío Martínez Chugá	ruben.martinez@upec.edu.ec

¹ Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Técnico de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario – Agrocalidad, Tulcán – Ecuador.

² Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Docente del Instituto Superior Tecnológico Alfonso Herrera, EL Ángel – Ecuador.

E-mail: *wilson.chuga@upec.edu.ec

RESUMEN

La enfermedad causada por el parásito *Fasciola hepática* Linnaeus, 1758 (fasciolosis), tiene fuerte impacto en la producción agropecuaria causando pérdidas económicas anuales con un valor cercano a los 3000 millones de dólares en el mundo. En los animales afectados los daños se presentan a nivel hepático, siendo su afección muy grave. Este parásito necesita un hospedador intermediario para poder cumplir con su ciclo vital en el que se desarrollan las larvas, siendo el único los moluscos de la familia Lymnaeidae y como hospedero definitivo animales de pastoreo y el hombre. El trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la presencia de caracoles lymnaeidos infectados con formas larvarias de *Fasciola hepática*, en los cantones Espejo, Montufar y Tulcán de la provincia de Carchi, Ecuador. El estudio se realizó en campo, en zonas que presentaban un biotipo que corresponde a humedales ubicados sobre los 2800 metros sobre el nivel del mar (msnm), siendo un ecosistema alto andino, temperatura promedio de 12oC, pH del suelo alrededor de 6, con una profundidad de agua de 5 cm, con temperatura promedio de 6oC, humedad relativa promedio de 81%, la vegetación predominante kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), berro (*Nasturtium officinale*), se realizó la recolección manual de caracoles lymnaeidos. Se analizaron un total de 489 caracoles resultando 67 infectados con larvas de *F. hepática* (redias y cercarias), resultando con una prevalencia del 14%. La zona ganadera de la provincia de Carchi reúne las condiciones necesarias (Humedales, vegetación, condiciones agroecológicas entre otros), para la existencia del hospedero intermediario (molusco

lymnaeidae), del parásito *Fasciola hepática*.

Palabras clave: Biotopo - Fasciolosis - *Fasciola hepática* - *Lymnaeidos* - moluscos - hepático - larvas - kikuyo - berro - redias - cercarias.

ABSTRACT:

The disease caused by the parasite *Fasciola hepática* Linnaeus, 1758 (fasciolosis), has a strong impact on agricultural production, causing annual economic losses of around of 3,000 million dollars worldwide. In affected animals, the damage occurs at the liver level, making the condition very serious. This parasite needs an intermediate host to complete its life cycle in which the larvae develop, the only one being the mollusks of the Lymnaeidae family and as definitive hosts, grazing animals and man. The objective of the research was to determine the Lymnaeidae snails infested with larval forms of *Fasciola hepática*, in the cantons of Espejo, Montufar and Tulcán in Carchi province, Ecuador. The study was carried out in the field, in areas that presented a biotype corresponding to wetlands located above 2800 meters above sea level (masl), being a high Andean ecosystem, average temperature of 12oC, soil pH around 6, with a water depth of 5 cm with an average temperature of 6oC, average relative humidity of 81%, the predominant vegetation kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), watercress (*Nasturtium officinale*), manual collection of limneid snails was

carried out. A total of 489 snails were analyzed and it was found that 67 were infected with *F. hepática* larvae (rediae and cercariae), resulting in a prevalence of 14%. The livestock area of the province of Carchi meets the necessary conditions (wetlands, vegetation, agroecological conditions among others), for the existence of the intermediate host (Lymnaeidae mollusk), of the parasite *Fasciola hepática*.

Keywords: *Biotope - Fasciolosis - Fasciola hepática - Lymneids - mollusks - hepatic - larvae - kikuyo - watercress - rediae - cercariae.*

1. INTRODUCCIÓN

Fasciola hepática (Linneo, 1758) es un trematodo que causa daños considerables a los rebaños de ovinos, por lo que se le conoce como duela del hígado, donde provoca caquexia hepática. Pero también infecta a más animales e incluso a humanos, provocando fasciolosis, una enfermedad que afecta principalmente al hígado (Pereira & Pérez, 2004).

F. hepática y *F. gigantica*, son parásitos clasificados dentro del filo platelmintos, clase trematoda (Giraldo Pinzón & Álvarez-Mejía, 2013). El mayor reconocimiento de la fasciolosis humana ha llevado a la adición de la fasciolosis a la lista de enfermedades parasitarias humanas importantes de la Organización Mundial de la Salud (OMS). (Mas-Coma, 2005).

La fasciolosis es una enfermedad de tipo parasitario de los animales rumiantes principalmente, puede transmitirse también a los humanos (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2024). Las principales fuentes de infección humana son los berros, alfalfa, la lechuga y el agua potable (Carrada, 2007), con larvas del parásito adheridas al tallo o a las hojas. Cuando el parásito ingresa en el cuerpo humano, vive en los principales conductos biliares y causa enfermedades graves (OPS, 2024).

Esta enfermedad parasitaria está considerada por la OMS como un problema de zoonosis emergente de importancia para la salud pública, considerando como valor estimado que 2,4 millones de personas están infectadas a nivel mundial (Custodio, Molina, & Darrigran, 2018). Existen áreas endémicas a nivel mundial, pero algunas de las comunidades más afectadas se encuentran en la región andina de América del Sur. Este parásito causa enfermedades graves del hígado y los pulmones.

La única especie extendida en América es *Fasciola*

hepática. No obstante, hay poca información sobre la carga de la fasciolosis en humanos y su distribución geográfica. El 50% de los 2,39 millones de personas infectadas en el mundo viven en Bolivia, Ecuador y Perú. Las tierras altas andinas son la región endémica más importante del mundo y la prevalencia de infección entre los pueblos indígenas es alta (OPS, 2024). En Perú es considerada la segunda enfermedad más importante (Londoño, Chávez, Li, Suárez, & Pezo, 2009).

La enfermedad tiene un impacto económico significativo asociado con pérdidas para la industria ganadera debido a la reducción de la productividad animal y las restricciones a las exportaciones y la reducción de la demanda de los consumidores. A nivel mundial, cada año se pierden 2 millones de años de vida ajustados en función de la discapacidad (AVAD) debido a la trematodiasis transmitida por los alimentos (OPS, 2024).

Como resultado de cambios patológicos en el hígado, puede ocurrir una pérdida de producción en la fase aguda o crónica de la enfermedad. En las zonas nativas, las pérdidas se deben a mortalidad, reducción de la cantidad y calidad de la lana, menor porcentaje de partos, menor crecimiento de los corderos y mayores costos por el uso de fármacos y reemplazo de animales muertos. A esto hay que sumar las pérdidas provocadas por los hígados confiscados en el matadero y el ganado de mala calidad (Olaechea, 2004). En mataderos y frigoríficos en varios lugares de todo el mundo, es muy frecuente el motivo de decomiso del hígado (Cordero del Campillo & Rojo Vazquez, 2000).

Además del huésped definitivo, *Fasciola hepática* también requiere huéspedes intermediarios, que son caracoles pulmonares de agua dulce de la familia Limnaeidae, para completar su desarrollo (Pereira & Pérez, 2004). Humanos infectados con *F. hepática* se han reportado en los cinco continentes (Mas-Coma, Funatsu, & Bargues, 2001). Reportes recientes indican que la incidencia incrementó en 51 países en Asia, América, África, Antártica, Europa y Oceanía (Custodio, Molina, & Darrigran, 2018).

F. hepática, para completar su ciclo biológico requiere dos huéspedes, uno intermedio (caracol) y otro definitivo (mamífero). En los dos casos la población de parásitos puede aumentar, en la etapa intermedia por la producción de cercarias y en la etapa final por la puesta de huevos (Olaechea, 2004). *Fasciola hepática* tiene un ciclo biológico complejo que involucra un caracol pulmonado como medio para la reproducción larval partenogenética (Iturbe & Muñiz, 2013).

Se estima que una cuarta parte de las ovejas y el ganado vacuno del mundo pastan en zonas donde se encuentra *Fasciola hepática* y donde el entorno es favorable para su mantenimiento y propagación (Olaechea, 2004). Los huéspedes definitivos de *Fasciola hepática* son ovejas, vacas, cabras y humanos; el huésped intermediario es un caracol limnaeido hermafrodita (Carrada, 2007).

Este parásito se encuentra con mayor frecuencia en lugares donde las características ecológicas son ideales para el desarrollo del caracol pulmonado, como riberas de ríos, estanques temporales, canales de riego, pequeñas lagunas y terrenos generalmente húmedos (Pereira & Pérez, 2004). Los moluscos viven en las orillas de arroyos, cuerpos de agua, estanques, praderas inundadas, es decir, donde el agua dulce fluye lentamente (Carrada, 2007).

El huésped intermediario de *Fasciola hepática* se limita a los caracoles del género *Lymnaea*. Estos caracoles son anfíbios, viven en barro húmedo o lugares con agua estancada y poco profunda. En condiciones de sequía o frío, tanto las larvas como los caracoles pierden su capacidad metabólica y pueden sobrevivir durante varios meses para reaparecer cuando las condiciones son favorables para ellos. Considerando que temperaturas inferiores a 10°C impiden la presencia de caracoles en zonas endémicas (Olaechea, 2004).

La presencia de *Fasciola hepática* está relacionada con la presencia de caracoles *Lymnaea* que actúan como huéspedes intermediarios. El potencial biótico de los caracoles es asombroso: normalmente un individuo produce hasta 25.000 nuevos caracoles en sólo tres meses, principalmente a una temperatura cercana a los 22 °C y con suficiente humedad (Carrada, 2007).

En una zona determinada, la propagación de la enfermedad requiere la compatibilidad de los huéspedes intermedios y finales, donde la temperatura (más de 10°) y la humedad son adecuadas para el desarrollo del caracol y las larvas del helminto.

“*Limnaea viatrix* y *L. columella* han sido identificadas como las responsables de la producción de metacercarias de *Fasciola hepática* en Sudamérica” (Olaechea, 2004).

Los huevos de *Fasciola hepática*, que se encuentran en el hígado o la bilis de un adulto, ingresan al agua cuando salen de las heces de uno de los huéspedes definitivos. Estos huevos entran inmaduros al agua y allí continúan su desarrollo.

En condiciones ideales, el miracidio, o embrión ciliado,

se libera al cabo de 9-15 días y nada incansablemente durante hasta 8 horas para entrar en el caracol y llegar a su cavidad pulmonar (Pereira & Pérez, 2004), y se reproducen asexualmente en sus tejidos. La morfogénesis larval procede secuencialmente desde el esporocisto maduro hasta la redia de la primera y segunda generación, cada redia produce muchas cercarias (Carrada, 2007).

Cuando la larva encuentra una especie de *Lymnaea* adecuada, pierde sus cilios y comienza la cadena "explosión de reproducción", es decir, las redias iniciales dentro del esporocisto se liberan e inmediatamente comienzan a producir redias hijas. Este proceso reproductivo y asexual ocurre principalmente en la hepatopáncreas de los moluscos.

Con el tiempo, emergen cercarias bien diferenciadas y se adhieren a las hojas de berro, exudando un líquido gomoso que se solidifica para formar metacercarias infectantes.

En este caso, el parásito suele abandonar el caracol por la noche a finales de verano o principios de otoño para nadar activamente hasta la vegetación acuática (Pereira & Pérez, 2004), en donde se enquistan las metacercarias que son moderadamente resistentes a los cambios ambientales (Carrada, 2007).

Cuando una persona u otro huésped ingiere vegetación infectada, el parásito ingresa a su cuerpo y, al entrar en contacto con el líquido gástrico, la membrana del quiste se disuelve y se libera la larva, que penetra en el hígado después de atravesar la cápsula de Glisson (Pereira & Pérez, 2004), alimentándose de hepatocitos y provocando necrosis hemorrágica (Carrada, 2007).

Luego, se asienta en los conductos biliares, donde alcanza un estado adulto 2-3 meses después y provoca una enfermedad llamada distomatosis hepática o fasciolosis (Pereira & Pérez, 2004). Dentro de los conductos biliares, el parásito suele fertilizarse a sí mismo, los huevos inmaduros pasan de los conductos biliares al intestino y emergen a través de las heces (Carrada, 2007).

Las cercarias son gymnocerca (gymnocercus). La parte anterior, más ancha y redondeada, termina en un cono bien definido; Los dos tercios posteriores forman la cola móvil y granular (Fig. 8), que termina en la estructura digitiforme. Tienen un promedio de 270-340 µm de largo y 270 µm de ancho cefálico; la longitud de la cola es de 700 µm (Carrada, 2007).

“La cercaria de *Fasciola hepática* es leptocerca (cauda

simple) y gymnocephala”. Las cercarias se envuelven en una capa polimérica que consiste en quinonas y otras sustancias mucilaginosas en plantas (como los berros) o en agua, donde pierden la cola y se convierten en metacercarias utilizando sus secreciones.

La morfología de los esporocistos, redias, cercarias y metacercarias de *Fasciola hepática* se observó utilizando un estereoscopio y un microscopio, con especial interés en el hepatopáncreas, riñón y gónadas (Iturbe & Muñiz, 2013). Algunas características anatómicas externas de miracidio, como la forma ovoide, la presencia de cilios alrededor del cuerpo, el terebratorio y las placas oculares, se observaron mediante microscopía de campo claro.

La fascioliasis se distribuye geográficamente en todo el mundo (Recalde-Reyes, y otros, 2014). En Latinoamérica la enfermedad se distribuye ampliamente, reportándose hallazgos del parásito desde América del Norte, Centroamérica y en varios países de Sudamérica (Giménez, Núñez, Chamorro, & Alarcón, 2014).

Estados larvarios de *Fasciola hepática* y el molusco lymnaidae se encuentran adaptados a temperaturas extremas y en altitudes superiores a 4000 msnm (Londoño, Chávez, Li, Suárez, & Pezo, 2009). En Colombia se reporta la presencia del parásito sobre los 2000 msnm, en donde la temperatura del agua esta alrededor de los 10oC (Giraldo Pinzón & Álvarez-Mejía, 2013).

Aunque la fascioliasis es un importante problema de salud en Ecuador, se sabe muy poco sobre los caracoles que pertenecen a esta familia limnea, huéspedes intermediarios responsables de la infección de *F. hepática* (Villavicencio & Carvalho, 2005).

Con el objetivo de determinar si los moluscos lymnaidae se encuentran infectados con formas larvarias de *F. hepática*, se llevó a cabo la investigación en zonas ganaderas en los cantones Espejo, Montufar y Tulcán localizados en la zona andina de Ecuador, datos hasta el momento desconocidos en la provincia de Carchi.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó con el objetivo de determinar la presencia de caracoles lymnaidae, infectados naturalmente con larvas de *F. hepática*, en la provincia de Carchi en Ecuador (Ilustración 1).



Ilustración 1. Mapa de Ubicación Geográfica Provincia de Carchi.

El lugar de estudio comprende a predios dedicados a la producción ganadera ubicados a alturas sobre los 2800 msnm, la temperatura promedio 12oC, máximas de 17oC y mínimas de 6oC, las precipitaciones mensuales oscilan entre los 33 mm en verano y 138 mm en invierno, la precipitación anual de 933 mm, con una humedad relativa promedio de 81%.

El cantón Espejo se encuentra ubicado Latitud: 0.61° N, Longitud: 77.93° W, a una altura de 3055 msnm, registrándose temperaturas mínimas de 7.3oC, temperaturas máximas de 16.2oC, promedio de 11.8oC, humedad relativa de 76%, velocidad del viento 372km/día, 5,2 horas de insolación, con precipitaciones mínimas de 33 mm y máximas de 138 mm y una evapotranspiración de 3.05 mm/día (Ilustración 2).

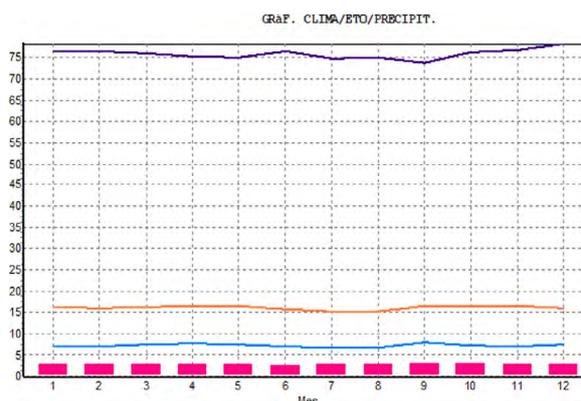


Ilustración 2. Información Meteorológica Cantón Espejo.

El cantón Tulcán se encuentra ubicado Latitud: 0.81° N, Longitud: 77.70° W, a una altura de 2940 msnm, registrándose temperaturas mínimas de 6.6oC, temperaturas máximas de 17.0oC, promedio de 11.8oC, humedad relativa de 84%, velocidad del viento 252km/día, 4,3 horas de insolación, con precipitaciones mínimas de 34 mm y máximas de 123 mm y una evapotranspiración de 2.65 mm/día (Ilustración 3).

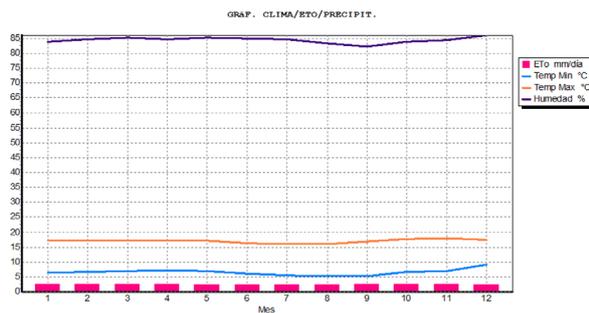


Ilustración 3. Información Metereológica Cantón Tulcán.

El cantón Montúfar se encuentra ubicado Latitud: 0.60° N, Longitud: 77.81° W, a una altura de 2860 msnm, registrándose temperaturas mínimas de 6.4oC, temperaturas máximas de 17.0oC, promedio de 11.7oC, humedad relativa de 84%, velocidad del viento 194km/día, 4,5 horas de insolación, con precipitaciones mínimas de 36 mm y máximas de 115 mm y una evapotranspiración de 2.68 mm/día (Ilustración 4).

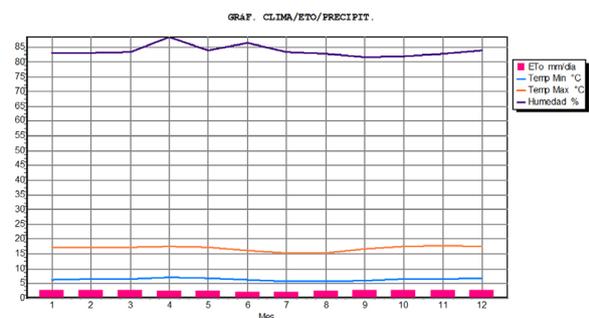


Ilustración 4. Información Metereológica Cantón Montúfar.

La ubicación geográfica se tomó con la utilización de Gps Magellan eXplorist, altura de agua mediante una regla (calibrada en cm), datos de pH, mediante un pH Metro Digital, temperatura del agua mediante termómetro digital, de manera visual la flora y descripción del lugar.

Durante los meses de mayo, junio y julio de 2024, se realizó la recolección de caracoles en los cantones Espejo, Montufar y Tulcán (Ilustración 3). Los sitios en donde se realizó el muestreo corresponden a humedales angostos en donde el agua fluye lentamente.

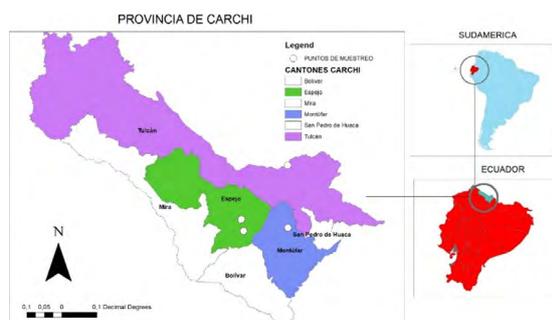


Ilustración 5. Ubicación geográfica de los sitios de muestreo de caracoles Lymnaeidae.

En los lugares en donde se encontró los moluscos se evidencio que el ganado tenía acceso libre al consumo de agua y la vegetación presente en los humedales, y además contaminan estos lugares con las excretas.

En cada lugar se determinó un transecto de aproximadamente 10 metros, para la búsqueda de los moluscos, los caracoles lymnaeidae recolectados de forma manual, encontrados la mayoría sobre el lodo, fueron colocados en envase plásticos de 250 ml, traslucidos, con las tapas perforadas para permitir el ingreso de oxígeno, además para mantener con vida a los mismo se recolecto una parte de lodo y vegetación acuática del mismo sitio de muestreo, se identificó cada recipiente con la información del lugar de recolección.

Los envases que contenían los caracoles vivos fueron trasladados al laboratorio de la Universidad Politécnica del Carchi. En el laboratorio mediante equipos de observación de campo claro, los caracoles fueron colocados individualmente sobre porta objetos y triturados, para su observación se colocó una gota de agua destilada para proceder a la verificación de la presencia de larvas de *F. hepática*.

3. RESULTADOS

En las zonas ganaderas de la provincia de Carchi ubicadas sobre los 2800msnm, se recolectaron moluscos lymnaeidae. El biotipo cuenta con la presencia de lodo, agua a una profundidad promedio de 5 cm, con pH alrededor de 6, la temperatura promedio del agua 6oC. Los suelos son de origen volcánico, con alto contenido de fósforo, la especie vegetal predominante fue el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), también se pudo observar la presencia en alta cantidad de berro (*Nasturtium officinale*), considerada como la principal planta hospedadora y otras plantas acuáticas en menor cantidad.

En el cantón Espejo se muestrearon 237 caracoles, siendo positivos 26 caracoles, presentado una prevalencia del 11%, en el cantón Montúfar se recolectaron 23 caracoles dando positivos a la infección 6 con una prevalencia del 26%, y en el cantón Tulcán se colectaron 229 caracoles, resultando 35 infectados con formas larvarias dando una prevalencia de 15%. De un total de 489 caracoles lymnaeidos muestreados a nivel provincial, 67 resultaron positivos a la infección con formas larvarias de *F. hepática* (redias y cercarias), análisis realizado mediante microscopía de campo claro (Imagen 1), resultando en una prevalencia del 14%.



Ilustración 6. Infección natural de *Fasciola hepática* en caracol *Lymnaeidae*. A. Cercaria.

4. DISCUSIÓN

La prevalencia de caracoles infectados con larvas de *F. hepática*, resultante del estudio realizado en la provincia de Carchi es del 14%, valor más bajo a lo reportado en la investigación realizada por (Villavicencio & Carvalho, 2005) en Machachi, cantón Mejía, Ecuador, determinando 31,43% y en la investigación realizada por (Ríos, Villavicencio, Guamán, Ulloa, & Medina, 2021) en la provincia de Chimborazo reportando una prevalencia de 57% para caracoles lymnaeidos, naturalmente infectados por el parásito.

La altura en donde se recolecto los lymnaeidos infectados con formas larvianas de *F. hepática* fue sobre los 2800 msnm, lo que concuerda con lo informado por (Giraldo Pinzón & Álvarez-Mejía, 2013) en donde menciona la presencia de *F. hepática* sobre los 2000 msnm, y con lo reportado en el trabajo realizado en Ecuador en la provincia de Chimborazo por (Ríos, Villavicencio, Guamán, Ulloa, & Medina, 2021) en el que se identificó la infección en moluscos en el biotipo ubicado a una altura de 3152 msnm, coincidiendo en que es una enfermedad endémica en explotaciones ganaderas a esta altura.

La temperatura promedio de estos lugares es de 12° C, coincidiendo con el rango de temperatura considerando como ideal para la presencia de caracoles lymnaeidos infectados con *F. hepática*, conforme lo reportado en el trabajo realizado por (Londoño, Chávez, Li, Suárez, & Pezo, 2009), en el que se indica que el parásito puede sobrevivir a temperaturas muy bajas y zonas muy altas.

La especie productiva, que es pastoreada en los lugares en donde se encontró los moluscos infectados con larvas de *F. hepática*, en general son bovinos y mínimamente ovinos y equinos (hospederos definitivos), los mismos que tienen acceso sin restricción a los humedales.

5. CONCLUSIONES

La investigación nos permite comprobar que los caracoles lymnaeidae encontrados en zonas ganaderas de los cantones Espejo, Montúfar y Tulcán, de la provincia de Carchi se encuentran naturalmente infectados con estados larvianos de *Fasciola hepática*, considerando que mediante examen de microscopio se observó redias y cercarias (Estados larvianos del parásito), esto permite determinar que en la provincia la enfermedad es endémica.

Los biotipos de la zona ganadera de la provincia de Carchi, ubicados a alturas sobre los 2800 msnm, corresponde a un ecosistema alto andino, temperatura promedio de 12oC, pH del suelo alrededor de 6, con una profundidad de agua de 5 cm con temperatura promedio de 6oC, humedad relativa promedio de 81%, la vegetación predominante kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), berro (*Nasturtium officinale*), reúne las condiciones necesarias (Humedales, vegetación, condiciones agroecológicas entre otros), para la existencia del hospedero intermediario (molusco lymnaeidae), del parásito *Fasciola hepática*. La presencia de humedad es un factor determinante para la sobrevivencia del caracol.

La forma de manejo de la ganadería, permite la presencia del hospedero intermediario infectado con formas larvianas de *F. hepática*, considerando que los rumiantes tienen acceso no restringido a las zonas de terreno donde existe humedad, consumiendo el agua y vegetación y contaminando con excretas el lugar, lo que permite la continuidad del ciclo biológico del parásito.

La correcta identificación de los moluscos lymnaeidae, hospederos intermediarios de *F. hepática*, y la detección del biotipo del nicho ecológico, permitiría la elaboración de programas sostenibles de control de fasciolosis, que genera impacto negativo en la economía de los productores, por pérdidas en la productividad y además siendo una zoonosis estaría provocando un problema de salud pública, datos que son deficientes o inexistentes en el sistema de salud pública.

7. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Carrada, T. (2007). Fasciola hepática, ciclo biológico y potencial biótico. Revista Mexicana de Patología Clínica y Medicina de Laboratorio, 7.

2. Cordero del Campillo, M., & Rojo Vazquez, F. A. (2000). Parasitología veterinaria. McGraw-Hill Interamericana, 968.
3. Custodio, H., Molina, M., & Darrigran, G. (2018). La fasciolosis y los moluscos. Boletín Biológica, 4.
4. Giménez, T., Núñez, A., Chamorro, N., & Alarcón, G. (2014). ESTUDIO DE LA INFECCIÓN NATURAL POR Fasciola hepática EN Lymnaea spp. EN EL DISTRITO DE YABEBYRY, DEPARTAMENTO DE MISIONES - PARAGUAY. COMPENDIO DE CIENCIAS VETERINARIAS, 5.
5. Giraldo Pinzón, E., & Álvarez-Mejía, L. (2013). Registro de plantas hospederas de caracoles Lymnaeidae (Mollusca: Gastropoda), vectores de Fasciola hepática (Linnaeus, 1758), en humedales de la región central andina colombiana. Veterinaria y zootecnia, 12.
6. Iturbe, P., & Muñiz, F. (2013). Life cycle and biotic potential of Fasciola hepática in Galba truncatula. Asociación Peruana de Helminología e Invertebrados Afines (APHIA), 12.
7. Londoño, P., Chávez, A., Li, O., Suárez, F., & Pezo, D. (2009). PRESENCIA DE CARACOLES LYMNAEIDAE CON FORMAS LARVARIAS DE Fasciola hepática EN ALTITUDES SOBRE LOS 4000 MSNM EN LA SIERRA SUR DEL PERÚ. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 9.
8. Mas-Coma, S. (2005). Epidemiology of fascioliasis in human endemic areas. Journal of Helminthology, 10.
9. Mas-Coma, S., Funatsu, I., & Bargues, M. (2001). Fasciola hepática and lymnaeid snails occurring at very high altitude in South America. Parasitology 123, 13.
10. Olaechea, F. (2004). FASCIOLA HEPÁTICA. Sitio Argentino de Producción Animal, 9.
11. OPS. (17 de 07 de 2024). Google. Obtenido de Google: <https://www.paho.org/es/temas/fascioliasis>
12. Pereira, Á., & Pérez, M. (2004). Características de la fasciolosis, la clonorquiasis y la opistorquiasis. Universidad de Santiago, 7.
13. Recalde-Reyes, D. P., Padilla Sanabria, L., Giraldo Giraldo, M. I., Toro Segovia, L. J., Gonzalez, M. M., & Castaño Osorio, J. C. (2014). Prevalencia de Fasciola hepática, en humanos y. Asociación Colombiana de Infectología, 5.
14. Ríos, J., Villavicencio, Á., Guamán, R., Ulloa, S., & Medina, E. (2021). PREVALENCIA E IDENTIFICACIÓN DE MOLUSCOS LYMNEIDOS TRANSMISORES DE FASCIOLA HEPÁTICA LINNAEUS, 1758 (PLATYHELMINTHES, TREMATODA), EN LA COMUNIDAD SAN MARTÍN DE LA PARROQUIA COLUMBE, CANTÓN COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO, ECUADOR. Neotropical Helminthology, 13.
15. Villavicencio, Á., & Carvalho, M. (2005). First report of Lymnaea cousini Jousseau, 1887 naturally infected with Fasciola hepática (Linnaeus, 1758) (Trematoda: Digenea) in Machachi, Ecuador. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz, 3.

REVITALIZACIÓN DE SABERES ANCESTRALES Y EMPODERAMIENTO FEMENINO EN LA AGRICULTURA DE LOS PASTOS

REVITALIZATION OF ANCESTRAL KNOWLEDGE AND FEMALE EMPOWERMENT IN PASTURE AGRICULTURE

 ¹ Guerrero Portillo Silvio Ernesto *	silvio.guerrero@upec.edu.ec
 ² Meneses Quelal Orlando	orlando.meneses@upec.edu.ec

^{1, 2} Universidad Politecnica Estatal del Carchi, Posgrado, Tulcán, Ecuador.

E-mail: * silvio.guerrero@upec.edu.ec

RESUMEN

El estudio explora la revitalización de conocimientos y prácticas agrícolas ancestrales en la Comuna Ancestral de Indígenas Pastos, en la parroquia La Libertad, Carchi, Ecuador, con un enfoque en el rol de las mujeres de la Asociación "Mujeres del Rosario". Utilizando un enfoque cualitativo, se realizaron entrevistas estructuradas y grupos focales para analizar la transmisión de saberes agrícolas, las prácticas rituales y los desafíos actuales. Los resultados destacan la importancia de las mujeres como guardianas de estos conocimientos, enfrentando la falta de apoyo institucional y la presión de prácticas agrícolas modernas que amenazan su continuidad. Las técnicas ancestrales, como el uso de la luna para la siembra y la rotación de cultivos, son valoradas por su sostenibilidad, pero están en riesgo debido al abandono rural y la falta de interés de las nuevas generaciones. La investigación subraya la necesidad de fortalecer las políticas públicas que promuevan la participación de las mujeres en la toma de decisiones agrícolas y el acceso a recursos productivos. Además, se recomienda la implementación de programas educativos que integren conocimientos ancestrales y técnicas modernas, para asegurar la sostenibilidad agrícola y la preservación de la identidad cultural de la comunidad. Este estudio resalta el papel crucial de las mujeres en la conservación del patrimonio agrícola y cultural, proponiendo estrategias para su empoderamiento y la revitalización de prácticas sostenibles en un contexto de creciente cambio climático y desafíos socioeconómicos.

Palabras clave: *Conocimientos ancestrales, Prácticas agrícolas, Empoderamiento de mujeres, Agroecología.*

ABSTRACT:

The study explores the revitalization of ancestral agricultural knowledge and practices in the Ancestral Commune of Indigenous Pastos, in the La Libertad parish, Carchi, Ecuador, with a focus on the role of the women of the "Mujeres del Rosario" Association. Using a qualitative approach, structured interviews and focus groups were conducted to analyze the transmission of agricultural knowledge, ritual practices and current challenges. The results highlight the importance of women as guardians of this knowledge, facing the lack of institutional support and the pressure of modern agricultural practices that threaten its continuity. Ancestral techniques, such as the use of the moon for sowing and crop rotation, are valued for their sustainability, but are at risk due to rural abandonment and the lack of interest of new generations. The research highlights the need to strengthen public policies that promote women's participation in agricultural decision-making and access to productive resources. Furthermore, the implementation of educational programs that integrate ancestral knowledge and modern techniques is recommended to ensure agricultural sustainability and the preservation of the cultural identity of the community. This study highlights the crucial role of women in the conservation of agricultural and cultural heritage, proposing strategies for their empowerment and the revitalization of sustainable practices in a context of increasing climate change and socioeconomic challenges.

Palabras clave: *Ancestral knowledge, Agricultural practices, Women empowerment, Agroecology.*

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la ciencia no ha validado el desarrollo de los conocimientos ancestrales relacionados con la agricultura, los cuales han sido conservados y transmitidos de generación en generación por las comunidades (1). Estos conocimientos incluyen la gestión de los ecosistemas hasta las prácticas agrícolas ancestrales como base de subsistencia (2). Asimismo, incluyen un profundo entendimiento de los recursos naturales como el agua, suelo, vegetación y cultivos, junto con las diversas prácticas agrícolas ancestrales y el uso de indicadores naturales que permitieron a las generaciones pasadas prever eventos climáticos como lluvias, heladas, sequías y presencia de plagas, entre otros (3). Estos procesos han implicado una adaptación sociocultural a condiciones ambientales y socioeconómicas específicas (4). Sin embargo, la transmisión de estos conocimientos ancestrales en la agricultura tales como las técnicas de siembra y cosecha, la influencia del calendario lunar y control de plagas se han visto afectados por la adopción de prácticas tecnológicas modernas en la producción de cultivos, como el uso de maquinaria, semillas híbridas, agroquímicos para el control de plagas, enfermedades y la nutrición de las plantas (5). Como consecuencia, los saberes transmitidos de generación en generación están gradualmente desapareciendo, lo que conlleva a la pérdida de conexión con nuestra herencia ancestral (6).

Martínez y Solís (7), destacan la importancia de revitalizar y aplicar los saberes ancestrales, lo que contribuye a la conservación de los recursos naturales, los idiomas y los estilos de vida. Comunidades indígenas y rurales en diferentes partes del mundo han mantenido vínculos con sus territorios, lenguas y culturas, participando activamente en la revitalización del conocimiento transmitido generacionalmente (8). Según González (9), estos conocimientos transmitidos constituyen un legado invaluable para las naciones, trascendiendo más allá de las comunidades originarias al representar un recurso significativo para la sociedad en su conjunto, por ende, es imperativo proteger y promover los saberes ancestrales, otorgándoles el reconocimiento y la relevancia necesarios para el beneficio de las generaciones presentes como futuras (10). Ecuador cuenta con una considerable población indígena y comunidades rurales que desempeñan un papel fundamental como protectores de la diversidad cultural y agrícola, pilares fundamentales en la generación de empleo y producción de alimentos (11). Con 18 pueblos y 15 nacionalidades indígenas, el país atesora conocimientos y tradiciones ancestrales que han sido marginados, desacreditados y subestimados,

relegándolos en la categoría de saberes asociados con comunidades consideradas en situación de subdesarrollo. En este contexto, los saberes y tradiciones ancestrales constituyen elementos esenciales de la identidad de un pueblo, cuyo modo de vida se basa en el concepto de buen vivir o Sumak Kawsay (12). En las últimas décadas, Ecuador ha sido testigo del crecimiento de la migración de las zonas rurales a las urbanas, especialmente de hombres, lo que ha resultado en una mayor visibilización de las mujeres en el sector agropecuario (13).

En general, las mujeres rurales históricamente han desempeñado un rol fundamental tanto en la producción agrícola, como en la preservación de conocimientos ancestrales, mismos que emergen de una relación justa y sostenible con el territorio. Para ellas, la tierra más allá de ser considerada como un espacio físico, es un ser vivo de sustento y cuidado recíproco. Como lo señala Gallardo (14), las mujeres se consideran así mismas, como guardianas de los saberes ancestrales, ya que son las poseedoras y transmisoras de conocimientos sobre el clima, la agricultura, la producción y la alimentación, integrando estos saberes en su visión del mundo y en su interpretación de la naturaleza. Estos saberes son esenciales para la supervivencia en su entorno geográfico (15).

Sin embargo, también se evidencia las dificultades que enfrentan las mujeres, como la falta de políticas públicas que subsidien sus prácticas agrícolas y el limitado acceso a recursos productivos y financieros (16). A pesar de conformar la mitad de la fuerza laboral en las zonas rurales, las mujeres no reciben el reconocimiento social necesario para garantizar su derecho a la propiedad de la tierra y a ejercer control sobre ella (17). Lo que las expone a una elevada vulnerabilidad en las cadenas de valor agrícola. Las mujeres no tienen el mismo estatus que los hombres en el sector agropecuario. De hecho, ellas no son identificadas como productoras, proveedoras o compradoras directas (18).

En la provincia del Carchi (Ecuador), los pueblos y comunidades indígenas, como los Pastos y Awá, conviven en armonía con la naturaleza, utilizando los recursos naturales, prácticas culturales, agricultura y espiritualidad de manera sustentable desde su cosmovisión andina (19). Todos estos aspectos constituyen parte integral de las raíces históricas de estos pueblos y comunidades. Sin embargo, las prácticas intensivas de la agricultura convencional, que se basan en el uso de insumos externos como pesticidas y fertilizantes químicos, así como en monocultivos, han tenido repercusiones adversas en el ambiente.

Estas incluyen la pérdida de agrobiodiversidad, la contaminación del suelo y del agua, y la erosión. Por consiguiente, esta conexión espiritual y mutuamente beneficiosa con el entorno natural ha experimentado transformaciones a lo largo del tiempo (20). En este contexto, a través de un caso de estudio, se buscó indagar en esos conocimientos ancestrales que están siendo puestos en práctica por un grupo de mujeres indígenas de una comunidad específica. Esto, con el propósito de visibilizar a los actores y sus prácticas agrícolas ancestrales. Así como, resaltar la importancia de estos conocimientos y prácticas al momento de pensar en otras formas de concebir la relación sociedad-naturaleza. Estudiar las alternativas agrícolas y comunales de la Asociación de Mujeres del Rosario de la Comuna Ancestral Pastos invita a pensar más allá de la racionalidad economicista que se impone en el agro. Pero también a crear condiciones de desarrollo sostenible que promuevan las prácticas agrícolas ancestrales de las mujeres como estrategias de producción fundamentadas en lo que se ha llamado la sostenibilidad de la vida (11).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

El barrio San Isidro, ubicado en la parroquia La Libertad, forma parte de los seis cantones que componen la provincia del Carchi (Figura 1). Con una extensión de 150,043 km², este barrio se caracteriza por su terreno accidentado, con un 70 % de pendiente, y está mayormente cubierto por vegetación, con un 61,3 % de páramo, un 23 % de pastizales y un 13,7 % destinado a actividades agrícolas y ganaderas. Las precipitaciones oscilan entre 750 y 1250 mm anuales, mientras que las temperaturas varían entre los 4 y los 10 °C. San Isidro se encuentra a una altitud de 2980 metros sobre el nivel del mar y está clasificado como suelo de clase III, lo que lo hace adecuado para actividades agrícolas, según el Plan de Ordenamiento Territorial de la Parroquia La Libertad (21).

En este barrio se encuentra establecida La Comuna Ancestral de Indígenas Pastos, compuesta por 400 familias u hogares cuya subsistencia se basa principalmente en la agricultura, la cual es una de las bases de la economía rural campesina (22). Los cultivos que más se producen en la zona son: papa (*Solanum tuberosum*), haba (*Vicia faba*), arveja (*Vicia faba*), cebada (*Hordeum vulgare*), quinoa (*Chenopodium quinoa*), choclo (*Lupinus mutabilis*), oca (*Oxalis tuberosa*) y melloco (*Ullucus tuberosus*).



Figura 1. Ubicación de la Comuna Ancestral Indígena Los Pastos y la Asociación Mujeres del Rosario, área de influencia donde se aplicó las entrevistas de acuerdo con el enfoque y métodos de investigación establecido.

Además, la comuna está ubicada en una concesión colectiva de 3.378 hectáreas de páramo y desempeña un papel fundamental en la preservación de la flora y fauna autóctonas de las zonas de gran altitud (23). Aunque su existencia se remonta al año 1672, como se registra en su cédula real, fue en 2011 cuando recibió el reconocimiento oficial como "Comuna Ancestral de Indígenas Los Pastos" por parte del Consejo de Desarrollo de Nacionalidades y Pueblos del Ecuador (24).

Respecto a la presencia étnica en esta zona, Ibarra (24), en sus crónicas menciona la existencia de líderes indígenas desde el año 1580, y señalan que el territorio del Pueblo Pasto abarcaba desde el norte de Ecuador hasta el sur de Colombia. Por otro lado, en la región de La Libertad se han desenterrado restos arqueológicos como platos, vasijas y herramientas con diseños geométricos distintivos, descubiertos durante labores agrícolas y donados por miembros de la comunidad. Estos antecedentes históricos son los que fundamentan el arraigo ancestral de la Comuna Ancestral Indígena Los Pastos La Asociación "Mujeres del Rosario", se conforma en el año 2015 como respuesta a necesidades económicas de las mujeres y ante las dificultades de encontrar trabajo en el entorno en el que residen. A lo largo de sus vidas, estas mujeres se han dedicado principalmente a la agricultura, aunque su labor, al estar siempre subordinada a terceros, no ha sido plenamente valorada. Motivadas por esta situación, un grupo de ellas ha decidido iniciar un proceso organizativo y aplicar los conocimientos transmitidos por sus ancestros para producir alimentos orgánicos, libres de agroquímicos, destinados a la venta local. Si bien, entre los objetivos directos de esta iniciativa se resalta hecho de asegurar ingresos que garanticen su sustento diario, se contempla de forma indirecta promover alternativas de producción agrícola sana y amigable con el ambiente natural. La asociación

está integrada por 12 mujeres cuyas edades oscilan entre los 40 y 65 años, quienes, al no poseer títulos de propiedad de tierra, han optado por alquilar un terreno para llevar a cabo, de forma colectiva, sus actividades agrícolas (Figura 2).

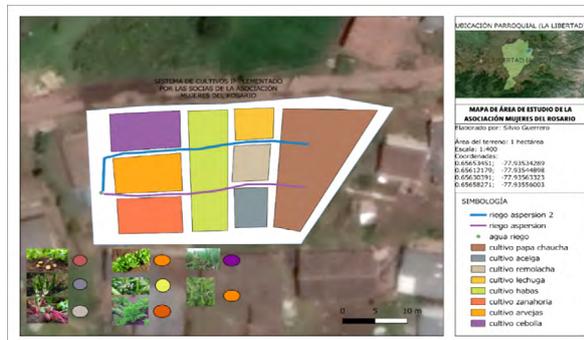


Figura 2. Descripción del terreno donde las socias de la asociación realizan las actividades agrícolas, y la descripción de los tipos de cultivos que mantienen en este lugar.

Procedimiento de la investigación

La investigación se centró en un estudio de caso y tuvo como objetivo visibilizar y dar voz a los actores, interpretar y comprender las prácticas agrícolas ancestrales y su transmisión dentro de la comuna Ancestral Indígenas Los Pastos y de forma específica en la asociación “Mujeres del Rosario”. En este sentido se optó por una investigación de tipo cualitativa focalizada en los procesos de observación e identificación de las tradiciones y prácticas agrícolas. Para esto, se utilizó una metodología que incluyó la realización de grupos focales tanto a integrantes de la comuna como de la asociación. A la vez se realizaron ocho entrevistas estructuradas y a profundidad a los miembros de la comuna y las mujeres e la Asociación “Mujeres del Rosario”. Cabe destacar que este instrumento utilizado en estas dos técnicas fue previamente validado para garantizar su eficacia y fiabilidad. Se realizaron 4 grupos focales organizados por edades, sexo y pertenecía tanto de la comunidad como de la asociación. Los criterios de organización de los grupos focales tenían el objetivo de identificar las prácticas ancestrales que se utilizan actualmente, así como las que están en desuso, la participación o el papel que desempeñan las mujeres dentro de la comunidad, así como también su influencia en las prácticas y saberes ancestrales, y la transmisión actual de estas prácticas en las nuevas generaciones. Los criterios de selección de los entrevistados fueron la edad, sexo, y afiliación a la asociación, esto incluyó miembros de la comunidad local y de la asociación, cuyas edades oscilaban entre los 45 y los 80 años. El número de entrevistas de definió considerando

el punto de saturación. La investigación tiene un enfoque exploratorio, dado que se busca observar y caracterizar tanto las prácticas agrícolas ancestrales en uso como las que han caído en desuso. Se llevó a cabo en el campo, implicando una interacción directa con las personas para recabar información. Además, se apoyó en la investigación documental para recopilar datos históricos de manera ordenada y realizar un análisis comparativo con datos contemporáneos, considerando perspectivas antropológicas, culturales y de género. Los resultados obtenidos de las entrevistas fueron procesados y analizados utilizando el programa ATLAS.ti versión 24, una herramienta especializada en el análisis cualitativo de datos de texto, imágenes, grabaciones de voz y video.

3. RESULTADOS

Características de las socias de la Asociación “Mujeres del Rosario”

La investigación ofrece un perfil detallado de las socias de la Asociación Agrícola, permitiendo una visión integral de sus características demográficas, económicas y laborales. La edad promedio de las socias es de aproximadamente 52 años, con un rango que varía desde 46 hasta 62 años, lo que sugiere que la mayoría de las mujeres involucradas en la asociación son de mediana edad, indicando una mayor experiencia y madurez en sus roles dentro de la organización. El estado civil de las socias muestra una diversidad, con algunas mujeres casadas y otras solteras o viudas, reflejando la heterogeneidad de la población femenina en la asociación. El número de hijos varía significativamente entre las socias, con un rango de 0 a 3 hijos, lo que podría influir en la disponibilidad de tiempo y recursos que cada mujer tiene para dedicar a las actividades agrícolas y a la gestión de la asociación. En cuanto a la escolaridad, la mayoría de las socias tienen un nivel de educación primaria, con solo un par de ellas alcanzando la educación secundaria. Este dato es relevante porque sugiere que, a pesar de la limitada escolaridad, las mujeres han desarrollado habilidades y conocimientos prácticos que les permiten participar activamente en la agricultura y en la gestión de la asociación. Los ingresos mensuales de las socias varían entre 350 y 500 dólares estadounidenses, lo que indica una diversidad en la situación económica de cada una. Sin embargo, es notable que ninguna de las socias mencionadas posee tierra propia, lo que sugiere una dependencia de la tierra arrendada o de la tierra comunitaria para sus actividades agrícolas. Esta situación puede influir en

la seguridad y la estabilidad económica a largo plazo de las mujeres, ya que la propiedad de la tierra es un factor crucial para la independencia y la sostenibilidad en la agricultura (25).

Las socias realizan una variedad de trabajos que abarcan actividades productivas (agrícolas), reproductivas (domésticos y de cuidado) y político-organizativos (administración y gestión de la Asociación). Este dato subraya la multifuncionalidad de las mujeres, esta diversidad de roles refleja la importancia de las mujeres en la sostenibilidad y el desarrollo de la asociación (26). La investigación sobre las socias de la Asociación Agrícola revela tanto los desafíos como las oportunidades que enfrentan estas mujeres. Barreras significativas como la limitada escolaridad y la falta de propiedad de la tierra restringen su empoderamiento económico y su independencia, afectando su capacidad para tomar decisiones autónomas y perpetuando la desigualdad de género en el ámbito agrícola (27). Sin embargo, la activa participación de las mujeres en la gestión y administración de la asociación muestra una notable capacidad organizativa, liderazgo, y la igualdad de género en contextos rurales (28).

Mujeres pastos: entre la economía de subsistencia y la salvaguarda de los saberes ancestrales

La participación de las mujeres en la economía y el comercio agrícola es un aspecto crucial que enfrenta limitaciones significativas. Aunque existen espacios de venta directa como las ferias populares, donde mujeres de la agricultura familiar campesina han incursionado, los principales mercados continúan siendo dominados por hombres agricultores. En la Asociación esta situación no es ajena, ya que muchas mujeres están para alcanzar una mayor independencia financiera, lo que a su vez reduce su influencia en la toma de decisiones en el hogar, lo que perpetúa su dependencia económica y reduce su participación en espacios de decisión.

En esta investigación se evidencia que los conocimientos y técnicas tradicionales, que implican el uso de recursos naturales y su transmisión oral de generación en generación, se ven significativamente alterados y desafiados por avances tecnológicos, cambios en la sociedad y transformaciones en el entorno ambiental. Las mujeres juegan un papel crucial en la educación de sus hijos, compartiendo su sabiduría a través de prácticas que no acentúan las disparidades de género. Sin embargo, el desafío principal radica en superar estas disparidades y lograr una participación equitativa de las mujeres en todas las áreas (29). La transmisión de saberes ancestrales y la importancia de la conexión

con la tierra son fundamentales en la comunidad (30). En la Comuna desde una edad temprana, tanto mujeres como hombres se involucran en la preparación del suelo y en la siembra y cultivo de diversos productos. Los hombres suelen ser responsables de la preparación de la tierra, mientras que las mujeres desempeñan un papel fundamental en la siembra y cosecha de los cultivos. La contribución de las mujeres a través de su trabajo no remunerado en la producción, junto con las labores domésticas no pagadas y las tareas de cuidado, es central en la economía agrícola familiar y en la gestión responsable de los recursos naturales. Sin embargo, este papel crucial de las mujeres en la agricultura también implica una sobrecarga de trabajo, condiciones desiguales y sobreexplotación del trabajo femenino.

Esto resalta el valor de las mujeres y de la estructura familiar en el funcionamiento de la agricultura en la sociedad. Por ejemplo, Eloísa Quiroz, una adulta mayor de la comuna, comenta que las mujeres desde niñas siempre han apoyado la siembra, mientras los hombres hacían los wachos a mano propia o pagaban la yunta, y ellas ponían las semillas y las tapaban en los wachos ya hechos. Esta dinámica subraya la importancia de la colaboración y el trabajo en equipo en la agricultura familiar. La participación de las mujeres es vital para la subsistencia y la salvaguarda de los saberes ancestrales (30). Aunque enfrentan desafíos significativos en términos de independencia financiera y equidad de género, su papel en la transmisión de conocimientos y en la gestión de los recursos naturales es fundamental. La integración de prácticas tradicionales con avances tecnológicos y sociales puede ofrecer una vía hacia una mayor equidad y sostenibilidad en la agricultura familiar, respetando y preservando las culturas locales (31).

Saberes en el manejo de los cultivos de los comuneros de la Comuna Ancestral Pastos

Siembra de cultivos

Los agricultores de la comunidad agrícola proporcionan una perspectiva sobre las prácticas tradicionales y contemporáneas de cultivo, así como las creencias y rituales asociados con la agricultura en la Comuna. Para la preparación del terreno los comuneros realizan la limpieza y preparación de semillas, y en muchos casos, tienen en cuenta la influencia de la luna para determinar los tiempos de siembra. Además, las alternativas para la realización de los huachos varían entre los entrevistados, algunos utilizan métodos sencillos y otros optan por emplear formas más ancestrales, como es el caso del huacho

rozado. Este último sistema lo aplican para convertir un pastizal viejo en un nuevo cultivo, con rendimientos iguales o superiores a la labranza convencional. La labor de siembra en la comuna tradicionalmente es realizada por las mujeres, quienes también se encargan de la recolección y clasificación de los frutos cosechados.

Protección de los cultivos

En cuanto a la protección de los cultivos, se emplean prácticas naturales como la aplicación de ceniza alrededor de las plantas para protegerlas de las heladas y el uso de productos orgánicos a base de hierbas para controlar las plagas. En algunos casos, los comuneros confían en el control natural de las plagas, como las aves que se alimentan de los gusanos. Los métodos de protección de cultivos también incluyen la rotación de cultivos y el descanso del suelo para mantener su fertilidad. En la comuna es una práctica común, con intervalos de 5 a 6 meses antes de sembrar el mismo tipo de cultivo en el mismo terreno. Además, implica la viabilidad de sembrar más de un cultivo a la vez, combinando, por ejemplo, frijol con papas o cebolla con arveja. Como señala el Sr. Luis Quiroz, un miembro de la comunidad: "Antes, solíamos preparar el suelo con las manos y sembrar más de un solo tipo de cultivo en cada temporada, pero siempre después de un período de descanso y enriquecimiento del suelo con abono orgánico de ganado o cuy".

Cosecha de los cultivos: evolución y modernización en la Comuna

Los métodos de cosecha en la comuna han experimentado una notable evolución a lo largo del tiempo. Durante las entrevistas, los agricultores destacaron la utilización de herramientas como la pala barretona y el azadón para la recolección de productos, métodos que han sido pilares en la agricultura de la región. Particularmente en cultivos como los frijoles y las papas, la clasificación post-cosecha es un proceso crítico. Los frutos de mayor tamaño son destinados al mercado, mientras que los más pequeños se reservan como semillas para futuras siembras, lo que subraya la importancia de una selección cuidadosa para mantener la calidad genética y el rendimiento de los cultivos. La introducción de maquinaria, como tractores y bombas estacionarias, ha transformado significativamente las prácticas de siembra y fumigación, permitiendo una mayor eficiencia y reducción de mano de obra. Este cambio hacia la mecanización no solo ha mejorado la productividad, sino que también ha influido en la sostenibilidad de las operaciones agrícolas al

optimizar el uso de insumos y reducir el desgaste físico de los agricultores. Mientras algunos reconocen los beneficios de la mecanización en términos de reducción de costos operativos y esfuerzo físico, otros expresan preocupación por el impacto de los fertilizantes y plaguicidas químicos en la salud humana y en los costos de producción.

La coexistencia de herramientas tradicionales como el azadón y el arado de caballo con equipos modernos refleja una estrategia híbrida en la gestión agrícola de la comuna. Esta dualidad permite a los agricultores aprovechar las ventajas de las tecnologías contemporáneas sin abandonar completamente las prácticas ancestrales que han demostrado su eficacia a lo largo de generaciones. La rotación y asociación de cultivos, por ejemplo, son técnicas tradicionales ampliamente utilizadas para la conservación del suelo, las cuales están alineadas con principios agroecológicos reconocidos en la legislación ecuatoriana, como la Constitución y leyes específicas sobre sostenibilidad agrícola.

Un hallazgo notable de las entrevistas es la percepción de que, en el pasado, los cultivos prosperaban de manera más natural y requerían menos intervención para su cuidado. Esta observación está respaldada por la menor incidencia de plagas y enfermedades en épocas anteriores, en contraste con la situación actual, donde el manejo de plagas se ha convertido en un desafío significativo. En respuesta a este desafío, se ha recurrido a métodos agroecológicos, utilizando mezclas elaboradas a partir de plantas naturales y medicinales, cuya efectividad ha sido comprobada empíricamente.

No obstante, la tendencia hacia la agricultura extensiva y el uso intensivo de fertilizantes y plaguicidas de origen químico por parte de algunos agricultores de la localidad pone en riesgo la sostenibilidad a largo plazo de los sistemas agrícolas tradicionales (32). La dependencia de estos insumos no solo incrementa los costos de producción, sino que también puede tener consecuencias negativas en la salud del suelo y en la biodiversidad local (33).

La capacidad de los agricultores para integrar prácticas ancestrales con nuevas tecnologías será clave para garantizar la productividad y sostenibilidad de sus cultivos en un entorno cambiante. Fomentar el uso de métodos agroecológicos y educar sobre los riesgos asociados con la agricultura intensiva serán pasos cruciales para preservar la riqueza agrícola y cultural de la Comuna (34).

Mecanismos de adaptación de los cultivos: diversidad, asociación y rotación

En respuesta a los crecientes desafíos del cambio climático, los agricultores de la comuna han desarrollado e implementado diversas estrategias para adaptar sus prácticas agrícolas a las fluctuaciones climáticas, como las variaciones en la precipitación y las temperaturas extremas. Los testimonios recopilados revelan un enfoque predominantemente tradicional en el manejo de los cultivos, donde, a pesar de las limitaciones en las medidas de protección contra heladas y sequías, se recurre a prácticas ancestrales para mitigar los efectos adversos.

Un ejemplo notable de estas prácticas es la aplicación de ceniza y abono orgánico, como el abono de cuy, que se utilizan como métodos naturales para reducir el impacto de las heladas en los cultivos. Aníbal Tanicuchi, uno de los entrevistados, describe esta técnica en detalle: "Lo único que podíamos hacer para prevenir las heladas en los cultivos era esparcir ceniza o abono de cuy entre las plantas. Además, solíamos quemar malezas, rastrojos o llantas viejas alrededor de los campos sembrados para generar humo, lo cual actuaba como una protección adicional para nuestros sembradíos". Este enfoque no solo refleja la sabiduría ancestral, sino también la capacidad de adaptación y creatividad de la comunidad frente a condiciones climáticas adversas.

Rosalba Villarreal, miembro de la asociación, refuerza esta observación al afirmar: "Para enfrentar la temporada de heladas, casi no se puede hacer nada; lo único que aún utilizamos es el abono de cuy y la incorporación de cenizas en medio de los cultivos". Estas prácticas, aunque rudimentarias, son testimonio de la resiliencia de las comunidades rurales que han aprendido a integrar conocimientos tradicionales con prácticas contemporáneas para garantizar la sostenibilidad de sus cultivos y la seguridad alimentaria en un entorno cada vez más incierto.

El manejo de cultivos bajo condiciones climáticas adversas sigue siendo uno de los desafíos más significativos para estos agricultores. La percepción de impotencia ante fenómenos como las heladas, expresada por varios entrevistados, subraya la necesidad urgente de desarrollar y difundir técnicas avanzadas de mitigación y adaptación. Entre las posibles soluciones se incluye la implementación de cultivos más resistentes a las inclemencias del clima y la introducción de tecnologías innovadoras que permitan una protección más eficaz contra estos eventos (35)

La adaptación al cambio climático en la agricultura no solo requiere de un enfoque técnico, sino también de un profundo entendimiento y respeto por los conocimientos ancestrales. Estos métodos tradicionales, que han sido transmitidos de generación en generación, continúan desempeñando un papel crucial en la adaptación de los sistemas agrícolas a las nuevas realidades climáticas.

Calendario agrícola: la persistencia del uso del calendario lunar en la agricultura rural

El Calendario Agrícola de los cultivos es un instrumento fundamental para los agricultores de la Comuna y la Asociación (**Tabla 1**), ya que proporciona una guía detallada sobre las actividades agrícolas mensuales para cada cultivo, considerando factores como el ciclo vegetativo, las condiciones climáticas y la influencia lunar en las actividades agrícolas.

La papa (*Solanum tuberosum*), por ejemplo, tiene un ciclo vegetativo de 5-7 meses, con siembras en enero, febrero y marzo, y cosechas en mayo y octubre. Las actividades de control de insectos y hongos son esenciales durante los meses de junio a noviembre, lo que refleja la necesidad de una gestión integral de plagas y enfermedades para asegurar una producción óptima. Estas actividades aplican para los diferentes tipos de cultivos. El 85,7% de los agricultores en la Comuna mencionan seguir las fases de la luna para la siembra, lo que refleja una rica tradición que se basa en la creencia de que las fases de la luna influyen en el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Los agricultores siembran cinco días después de la luna tierna o creciente, considerando este momento óptimo para promover un desarrollo robusto de las plantas.

Desde una perspectiva agroecológica, la percepción de la influencia lunar se alinea con principios de la fenología, donde las condiciones ambientales, incluidas las fases lunares, pueden afectar procesos como la germinación, el crecimiento y la floración. Sin embargo, la falta de evidencia científica que respalde plenamente la eficacia del calendario lunar en la mejora de los rendimientos agrícolas presenta tanto un desafío como una oportunidad para la investigación. Estudios experimentales que evalúen el impacto de las fases lunares en diferentes tipos de cultivos y en diversas condiciones ambientales podrían arrojar luz sobre los mecanismos subyacentes y, potencialmente, ofrecer un marco teórico que respalde o refute estas prácticas tradicionales (36).

La persistencia del uso del calendario lunar en la agricultura de la Comuna también refleja una

resistencia cultural al cambio y una desconfianza en los métodos modernos. Este fenómeno puede estar motivado por una combinación de factores, incluidos

los éxitos históricos de estas prácticas, la falta de acceso a tecnologías modernas o simplemente una preferencia por lo familiar (37).

Tabla 1. Calendario agrícola de los cultivos más representativos en la comunidad.

Cultivo	Nombre científico	Ciclo vegetativo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Papa	<i>Solanum tuberosum</i>	5-7 meses	siembra	Aporcado	Siembra	Siembra	Cosecha	Siembra	Control de insectos	Control de insectos	Cosecha	Control de hongos	Cosecha	Control de hongos
			Fertilización de tierra	Preparación de tierra		Fertilización de tierra	Riego	Riego	Riego	Riego	Control de insectos	Fertilización de tierra	Control de hongos	
Arveja	<i>Pisum sativum</i>	5-6 meses	Preparación de la tierra	Fertilización de tierra	aporque	Siembra	Siembra	Siembra	Control de insectos	Cosecha	Cosecha	Cosecha	Cosecha	Control de hongos
						Fertilización de tierra	Riego	Riego	Aporque	Control de insectos	Control de insectos	Control de hongos	Control de hongos	
Cebada	<i>Hordeum vulgare L.</i>	6-7 meses	Siembra	aporque	Fertilización de tierra	Riego	Siembra	aporque	Control de insectos	Cosecha	Fertilización de tierra	Control de hongos	Cosecha	Control de hongos
Maíz	<i>Zea mays</i>	5-6 meses	Fertilización de tierra	Cosecha	Cosecha	Cosecha	Riego	Riego	Control de insectos	Siembra	Siembra	Control de hongos	Control de hongos	Control de hongos
			preparación de la tierra	aporque					Control de insectos	Riego		Fertilización de tierra		
Cebolla	<i>Allium sp</i>	4-5 meses	Fertilización de tierra	Siembra	Fertilización de tierra	Siembra	Riego	Control de insectos	Riego	Cosecha	Fertilización de tierra	Control de hongos	Cosecha	Control de hongos
				aporque								Control de insectos		
Trigo	<i>Triticum vulgare</i>	6 meses	Siembra	Siembra	Siembra	Siembra	Siembra	Cosecha	Cosecha	Cosecha	Cosecha	Cosecha	Cosecha	Cosecha
			Fertilización de tierra	aporque	Fertilización de tierra		Cosecha	Riego	Control de insectos	Control de insectos	Fertilización de tierra	Control de hongos		
Haba	<i>Vicia faba</i>	6-7 meses	preparación de la tierra	Siembra	Fertilización de tierra	Cosecha	Riego	Cosecha	Control de insectos	Cosecha	Siembra	Siembra	Siembra	Control de hongos
			Fertilización de tierra	aporque			Riego		Fertilización de tierra		Control de hongos			
Oca	<i>Oxalis tuberosa</i>	8 meses	Siembra	aporque	Cosecha	Fertilización de tierra	Cosecha	Cosecha	Cosecha	Control de insectos	Fertilización de tierra	Control de hongos	Siembra	Control de hongos
			Fertilización de tierra				Riego	Riego	Control de insectos					Preparación de tierra
Influencia lunar			Momento ideal para abonado o fertilización de la tierra además de su preparación			Tiempo para sembrar y que germinen las semillas			Aquí se puede realizar cosechas y aporques a los cultivos			Se puede realizar siembras en ciertos cultivos, pero es apropiados para aplicación de insecticidas o fungicidas.		

Cultura y ritos en la producción agrícola

La cultura y los rituales en la producción agrícola de la comunidad representan un espacio esencial donde se expresan su fe, principios, tradiciones e historias, transmitidos de generación en generación (38). Estas prácticas están estrechamente ligadas a los ciclos naturales, diseñadas para rendir homenaje a la naturaleza y garantizar la fertilidad de la tierra (39). Los rituales religiosos, como las misas campales con santos como La Virgen del Rosario, San Francisco y San Isidro, eran realizadas para asegurar buenas cosechas y pedir por las lluvias necesarias, aunque actualmente estas creencias han disminuido.

4. DISCUSIÓN

Los conocimientos y saberes ancestrales, considerados como la "ciencia indígena", han contribuido significativamente al desarrollo de la agricultura en la Comuna desde tiempos antiguos. Estos métodos ancestrales de conservación y preservación de recursos naturales se manifiestan a través de rituales, danzas, cantos y el cuidado de la madre tierra. Sin embargo, la migración masiva de la zona rural a la urbana ha llevado a un salto generacional que dificulta la transmisión oral de estos conocimientos, aumentando el riesgo de perder este valioso patrimonio cultural (40). La población joven de la comunidad percibe el trabajo

agrícola como una labor ardua y poco rentable debido a los altos costos de producción y comercialización. Esto ha llevado a una disminución del interés en la agricultura, favoreciendo la migración hacia áreas urbanas en busca de oportunidades educativas y laborales más atractivas. La mayoría de los involucrados en las labores agrícolas son adultos y ancianos, con edades entre 40 y 80 años, lo que refleja la escasez de jóvenes en el sector agrícola. En contraste, las prácticas agrícolas ancestrales se centran en la armonía con el suelo y difieren significativamente de las modernas, que a menudo dependen de fertilizantes sintéticos y

herramientas avanzadas (Tabla 2). La comparación entre estas prácticas ancestrales y las modernas revela diferencias en las técnicas y herramientas utilizadas, subrayando la importancia de preservar y valorar los conocimientos tradicionales en un contexto donde la agricultura moderna predomina (41).. La integración de saberes ancestrales con técnicas modernas podría ofrecer una vía hacia una agricultura más sostenible y resiliente, respetando y preservando las culturas locales mientras se fortalecen las prácticas agrícolas con nuevas herramientas (42).

Tabla 2. Comparación de prácticas de la agricultura ancestral y la agricultura moderna.

Aspectos	Agricultura ancestral	Agricultura moderna
Preparación del terreno	Manualmente o con la ayuda de yuntas de bueyes	Maquinaria como tractores
Siembra	Realizada por mujeres que poseían conocimientos sobre las mejores semillas para cultivar	Realizada por ambos géneros, y a menudo se contrata mano de obra para las labores agrícolas
Influencia de la luna	La agricultura ancestral dependía significativamente de las fases lunares para determinar los momentos óptimos para sembrar y cosechar	No considera las fases lunares
Cultural	Se realizaban misas campales y rituales con santos específicos para atraer buenas cosechas y lluvias.	No mantiene estas creencias y cosmovisiones tradicionales
Económico	La agricultura ancestral era más costosa debido al esfuerzo físico intenso y la mano de obra requerida	La incorporación de tecnologías modernas ha reducido los costos de producción en la agricultura
Herramientas	Incluían pala barretona, yunta, arado, azadón, y escobas viejas o ramas de árboles para fumigación	Se emplean herramientas modernas como tractores, arados mecánicos, sembradoras automáticas y drones de fumigación
Transmisión de conocimientos	Los conocimientos se transmitían de generación en generación desde temprana edad.	Estos conocimientos tradicionales están desapareciendo gradualmente

5. CONCLUSIONES

El saber ancestral de los agricultores de la Comunidad es crucial en sus labores agrícolas, permitiéndoles mantener su producción a lo largo del tiempo a través de la adaptación de especies agrícolas tradicionales a las condiciones climáticas actuales desfavorables. Aunque la Comunidad mantiene sus saberes y prácticas ancestrales, muchos han optado por la producción a gran escala, lo que implica un uso descontrolado de productos químicos y plaguicidas, ignorando el daño a la tierra y las consecuencias a largo plazo en la seguridad alimentaria. La Comunidad posee una abundante herencia cultural, pero lamentablemente no es resaltada por los habitantes más jóvenes, ya que los

simbolismos vinculados a la siembra, la recolección, la fertilidad y la feminidad han permanecido en gran medida en segundo plano debido a la escasa promoción y difusión de su cultura y tradiciones. Durante la investigación de campo, se observó que la Comunidad tiene la capacidad de sacar más provecho de sus recursos naturales y culturales, pero la ausencia de proyectos específicos que impulsen un desarrollo integral está restringiendo el apoyo a actividades productivas como una alternativa de sustento para las familias. Estos proyectos podrían facilitar un diálogo e intercambio de conocimientos entre los miembros de la comunidad y con comunidades cercanas, promoviendo

así un desarrollo más integral y sostenible.

6. AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, a la Comuna Ancestral de Indígenas Pastos, y a la Asociación Mujeres del Rosario.

7. CONFLICTO DE INTERESES

Los autores de esta investigación declaran no tener conflictos de interés.

8. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Lemus Maestre JG. Educación comunitaria universitaria y saberes ancestrales: resignificar lo que somos. *Revista de Estudios Interculturales de Latinoamérica y el Caribe*. 2023; 17:63-80.
- Cruz Hernández S, Torres Carral GA, León AC, Salcedo Baca I, Victorino Ramírez L. Saberes tradicionales locales y el cambio climático global. *Revista Mexicana Ciencias Agrícolas*. 2020;11(8).
- Mera-Shiguango AP, Castro-Delgado CJ, Vega-Játiva M. role of ancestral knowledge in the development of agriculture in the south-central microregion of Manabí, Ecuador. *International journal of social sciences and humanities*. 30 de noviembre de 2022;6(3):220-32.
- Ibáñez Nicolás. El cambio climático y los conocimientos tradicionales, miradas desde Sudamérica. *Terra Nueva Etapa* [Internet]. 2020;36(59). Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?>
- Sidney G, Zambrano J, Altamirano Balseca M, Elizabeth J, Castro B, Jacqueline A, et al. SABERES ANCESTRALES Y AGROECOLOGÍA, CONTRIBUCIONES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE. *Revista Caribeña de Ciencias* [Internet]. 2018;1(2254-7630). Disponible en: www.eumed.net/rev/caribe/2018/06/contribuciones-desarrollo-sostenible.html
- Collado Ruano J, Falconí Benitez F, Malo Larrea A. Environmental education and intercultural praxis from the ancestral philosophy of sumak kawsay. *Utopia y Praxis Latinoamericana*. 1 de julio de 2020;25(90):120-35.
- Martínez-Molina L, Solis-Espallargas C. La transmisión de Conocimientos tradicionales con enfoque de género para su inclusión en la Educación ambiental. *Revista de Humanidades*. 2020;40(1130-5029):133-58.
- Cantero E, Hernández EE. Identificación de saberes ancestrales en la etnia Emberá Katío sobre el cuidado del medioambiente. *Praxis & Saber*. 18 de mayo de 2021;12(31): e11436.
- González ZE. Saberes ancestrales para la conservación del patrimonio cultural inmaterial de la comunidad Cofán Dureno, Ecuador. *Revista digital de Ciencia, Tecnología e Innovación* [Internet]. 2023;10(1390-9150):69-87. Disponible en: <https://orcid.org/0000-0002-1181-2122>
- Rentería-Jiménez C, De La Calle CV. Black communities and ancestral environmental knowledge: An analysis from the principles of popular environmental education to re(think) society-nature relationships. Vol. 1, *Revista Colombiana de Educacion*. Research Center of Universidad Pedagógica Nacional; 2021. p. 311-36.
- Carranza Patiño HM, Tubay Moreira MF, Espinoza Briones HB. Saberes ancestrales: una revisión para fomentar el rescate y revalorización en las comunidades indígenas del Ecuador. *Science and Research*. 2021;6(25528-8083).
- Morocho Pascual. LOS SABERES ANCESTRALES INDÍGENAS DEL ECUADOR COMO SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS DEL SIGLO XX. Quito; 2019.
- Eche D. Migración y renovación generacional en la agricultura familiar indígena: estudio de caso Otavalo-Ecuador Migration and generational renewal in the indigenous family farming: case study Otavalo-Ecuador. *Siembra*. 2018;(1):1390-8928.
- Del Carmen Orihuela Gallardo M. THE ROLE OF WOMEN IN THE CULTURAL TRANSITION OF CUENTEPEC, MORELOS. *Disparidades Revista de Antropología*. 1 de julio de 2021;76(2).
- Suárez-Guerra P. Incorporación de los saberes ancestrales en la educación ordinaria. *Revista ciencia UNEMI*. 2019;12(30):130-42.
- Margarita Aguinaga Barragán A, Astudillo Bravo D, López Pazmiño N. Género y territorio: condiciones de reproducción de la vida, política pública y participación de las mujeres indígenas, campesinas y agricultoras en Ecuador. *Revista de políticas y problemas públicos*. 2019; 8:227-52.
- Diana Deere C. LA MUJER RURAL Y LAS REFORMAS AGRARIAS DE PERÚ, CHILE Y CUBA RURAL WOMEN AND THE AGRARIAN REFORMS

- IN PERU, CHILE AND CUBA. *Revista Andina de Estudios Políticos*. 2019;2(2).
18. Sanabria Torres LP, Gómez Mendoza MJ. Las mujeres rurales y su derecho a la tierra: retos de la política pública en Colombia. *Trabajo Social*. 1 de enero de 2020;22(1):85-104.
 19. Mesa Manosalva EG. Cosmovisiones y prácticas ancestrales de los pastos para construir la paz regional. *Tendencias*. 18 de julio de 2018;19(1):215.
 20. López Cortés O. Significados y representaciones de la minga para el pueblo indígena Pastos de Colombia. *Psicoperspectivas*. 2018;17(3):101-11.
 21. Plan de Ordenamiento territorial Parroquia la Libertad PDOT. PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL PARROQUIA "LA LIBERTAD (ALIZO)". 2019.
 22. Lisbeth G, Cadena P. ANÁLISIS DE LAS FUENTES DE INGRESO DE PEQUEÑOS PRODUCTORES AGROPECUARIOS DE LA PARROQUIA LA LIBERTAD, CANTÓN ESPEJO, PROVINCIA DEL CARCHI COMO ESTRATEGIA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD. [Ibarra]: UTN; 2019.
 23. Herrera Piedrahita AM, García García LE. SABERES Y CONOCIMIENTOS TRADICIONALES EN TORNO A LA AGRICULTURA URBANA. *Ridum*. 2021;
 24. Luis Antonio Ibarra. Cantón Espejo, Carchi: Pueblo, Historia y Cultura. Quito: DIMEDIOS; 2015.
 25. Akram MW, Akram N, Hongshu W, Andleeb S, ur Rehman K, Kashif U, et al. Impact of land use rights on the investment and efficiency of organic farming. *Sustainability (Switzerland)*. 1 de diciembre de 2019;11(24).
 26. Herawati T, Rohadi D, Rahmat M, Winarno B. An exploration of gender equity in household: A case from a Peatland-based community in Riau, Indonesia. *Biodiversitas*. 1 de marzo de 2019;20(3):853-61.
 27. Pyburn R, Slavchevska V, Kruijssen F. Gender dynamics in agrifood value chains: Advances in research and practice over the last decade. *Glob Food Sec [Internet]*. 2023; 39:100721. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211912423000512>
 28. Reshi IA, Sudha DT, Dar SA. Multidiciplinary Output Research For Actual and International Issue |MORFAI JOURNAL WOMEN'S ACCESS TO EDUCATION AND ITS IMPACT ON THEIR EMPOWERMENT: A COMPREHENSIVE REVIEW. MORFAI JOURNAL [Internet]. 2022;1: 1-5. Disponible en: <https://radjapublika.com/index.php/MORFAI>
 29. National Academies of Sciences E and M, Studies D on E and L, Resources B on A and N, Prospects C on GECPE and F. Social and Economic Effects of Genetically Engineered Crops. 17 de mayo de 2016 [citado 27 de agosto de 2024]; Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK424536/>
 30. Gavazzi A, Siri A. Power or Truth? The role of Ancestral Knowledge in contemporary intercultural transmission of Ethnomedicine among forest communities of Peru. *Intercultural Education [Internet]*. 2019; Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/344171031>
 31. Obiero KO, Klemet-N'Guessan S, Migeni AZ, Achieng AO. Bridging Indigenous and non-Indigenous knowledge systems and practices for sustainable management of aquatic resources from East to West Africa. *J Great Lakes Res [Internet]*. 2023;49: S128-37. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S038013302200260X>
 32. Meunier E, Smith P, Griessinger T, Robert C. Understanding changes in reducing pesticide use by farmers: Contribution of the behavioural sciences. *Agric Syst [Internet]*. 2024; 214:103818. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X23002238>
 33. Muhie SH. Novel approaches and practices to sustainable agriculture. *J Agric Food Res [Internet]*. 2022; 10:100446. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S266615432200179X>
 34. Yeleliere E, Yeboah T, Antwi-Agyei P, Pephrah P. Traditional agroecological knowledge and practices: The drivers and opportunities for adaptation actions in the northern region of Ghana. *Regional Sustainability [Internet]*. 2022;3(4):294-308. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666660X22000640>
 35. Arbuckle JG, Morton LW, Hobbs J. Understanding Farmer Perspectives on Climate Change Adaptation and Mitigation: The Roles of Trust in Sources of Climate Information, Climate Change Beliefs, and Perceived Risk. *Environ Behav [Internet]*. 7 de octubre de 2013;47(2):205-34. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/0013916513503832>
 36. Eckardt NA, Ainsworth EA, Bahuguna RN, Broadley MR, Busch W, Carpita NC, et al. Climate change challenges, plant science solutions. *Plant Cell*. 1 de enero de 2023;35(1):24-66.



37. Khamung R, Program PD. A Study of Cultural Heritage and Sustainable Agriculture Conservation as a Means to Develop Rural Farms as Agritourism Destinations A Study of Cultural Heritage and Sustainable Agriculture Conservation 2 Rungnapha Khamung. Silpakorn University Journal of Social Sciences. 2015;15(3):1-35.
38. Daskon C, Binns T. Culture, tradition and sustainable rural livelihoods: exploring the culture-development interface in Kandy, Sri Lanka. *Community Dev J* [Internet]. 1 de octubre de 2010;45(4):494-517. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/cdj/bsp019>
39. Grenfell P, Tilouche N, Shawe J, French RS. Fertility and digital technology: narratives of using smartphone app 'Natural Cycles' while trying to conceive. *Sociol Health Illn* [Internet]. 1 de enero de 2021;43(1):116-32. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/1467-9566.13199>
40. Brooks JJ, Markegard SI, Langdon SJ, Andersstrom DSÉ, Douville MG, George TA, et al. Indigenous knowledge and species assessment for the Alexander Archipelago wolf: successes, challenges, and lessons learned. *J Wildl Manage* [Internet]. 1 de agosto de 2024;88(6): e22563. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/jwmg.22563>
41. Panday D, Bhusal N, Das S, Ghalehgalabbabhani A. Rooted in Nature: The Rise, Challenges, and Potential of Organic Farming and Fertilizers in Agroecosystems. Vol. 16, Sustainability (Switzerland). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2024.
42. Assan N. Socio-cultural, economic, and environmental implications for innovation in sustainable food in Africa. Vol. 7, *Frontiers in Sustainable Food Systems*. Frontiers Media SA; 2023.

EVALUACIÓN RETROSPECTIVA DE ÍNDICES REPRODUCTIVOS ENTRE VACAS HOLSTEIN FRIESIAN PURAS Y MESTIZAS F1 CRIADAS A 3200 M.S.N.M.

RETROSPECTIVE EVALUATION OF REPRODUCTIVE INDICES BETWEEN PURE HOLSTEIN FRIESIAN AND F1 CROSSBRED COWS BREEDING AT 3200 m.a.s.l

	¹ Moisés Gerardo Guevara Fierro	moiguefie@hotmail.com
	² Antonio Vinicio Murillo Ríos *	antoniomurillovet@gmail.com

¹ INEXAGRO Cia. Ltda. Departamento técnico, Chambo, Ecuador.

² Società Cooperativa Agricola Circe, Dipartimento di Ricerca e Sviluppo, Latina, Italia.

E-mail: * antoniomurillovet@gmail.com

RESUMEN

En la actualidad, el cruzamiento racial del ganado bovino de leche es una alternativa relevante para mejorar los índices reproductivos y de salud animal perjudicados en programas de selección genética que han buscado en general, el incremento de la producción láctea. El objetivo de la presente investigación fue realizar un análisis retrospectivo de datos (n = 20 años) y comparar los principales índices reproductivos de vacas holstein puras (HP) y vacas holstein mestizas F1 (HM) en una hacienda ubicada en la provincia de Chimborazo a 3200 m.s.n.m. Se obtuvieron datos completos de vacas HP (n = 63) y vacas HM (n = 57) en un total de 7 gestaciones. Los resultados indican diferencias significativas (p<0.05) entre las vacas HP y las vacas HM en edad al primer servicio y edad al primer parto (índices correlacionados), en contraste con la duración de la gestación (p>0.05). El número de servicios por concepción presentó diferencias entre los dos grupos en la segunda y séptima gestación, mientras que el intervalo entre parto y primer servicio presentó diferencias después del segundo y séptimo parto. Finalmente, los grupos en estudio presentaron diferencias en días abiertos e intervalo entre partos (índices correlacionados) en el período previo a la segunda, tercera y séptima gestación. En conclusión, el análisis de índices reproductivos en ganadería, es una herramienta que nos permite evaluar de manera cuantitativa la eficiencia reproductiva de los hatos, lo cual mejora de manera objetiva la planificación y la gestión técnica de selección y manejo de los animales.

Palabras clave: *análisis de datos, índices reproductivos, cruzamientos, holstein friesland, bovinos lecheros.*

ABSTRACT:

Currently, crossbreeding of dairy cattle is a relevant alternative to improve genetic indices that are damaged in the genetic selection programs, mainly focused on increasing dairy production. The objective of the present investigation was to perform a retrospective analysis of data (n = 20 years) and compare the main reproductive indices of pure Holstein (HP) and F1 crossbred Holstein cows (HM) on a farm located in the province of Chimborazo at 3200 m.a.s.l. Complete data were obtained from HP (n = 63) and HM cows (n = 57) throughout a total of 7 pregnancies. The results obtained indicate significant differences (p<0.05) between HP and HM cows for age at first service and age at first calving (correlated indices), in contrast with gestation length (p>0.05). Finally, the study groups were different for open days and calving interval (correlated indices) in the period prior to the second, third and seventh pregnancy. In conclusion, the analysis of reproductive indices in livestock farming is a tool that allows us to quantitatively evaluate the reproductive efficiency of herds, which objectively improves the planning and technical selection management and animal handling.

Keywords: *Data analysis, Reproductive Indices, Crossbreeding, Holstein Friesian, Dairy cows.*

1. INTRODUCCIÓN

El cruzamiento racial en el ganado bovino de leche se ha convertido en un tema de considerable interés en respuesta a las preocupaciones de los ganaderos sobre la disminución de la fertilidad, la salud y la supervivencia de las vacas Holstein Friesian puras

(HP). El desempeño reproductivo es uno de los factores más importantes para mejorar la eficiencia productiva y la ganancia genética en la mayor parte de los sistemas de producción lechera (Esselemont and Peeler, 1993). Un eficiente control de la salud y la fertilidad se ha incluido como un objetivo de selección genética importante para incrementar la rentabilidad de la actividad lechera (Fourichon et al., 2001; De Vries, 2006; Inchaisri et al., 2010).

La intensiva selección genética realizada en bovinos de la raza HP basada en producción láctea y sumada a los avances en nutrición, manejo y programas veterinarios han generado hatos lecheros modernos con alta producción de leche pero con vacas de escasa eficiencia reproductiva y corta longevidad (Weigel et al., 2017). En Estados Unidos la selección de vacas de gran tamaño, alta producción, con altos niveles de consanguinidad y poco saludables, pudieron haber afectado la negativamente los índices reproductivos de vacas Holstein (Lucy, 2001); a esto se suma también una correlación genética de 0,35 entre fertilidad y producción láctea (VanRaden et al., 2004).

Los índices reproductivos en vacas lecheras son fundamentales para evaluar la eficiencia y productividad de las operaciones lecheras. Estos índices incluyen varias métricas como días abiertos, tasas de concepción y la cantidad de servicios por concepción, que en conjunto brindan información sobre la salud reproductiva y el rendimiento de los hatos lecheros. Comprender estos índices es esencial para mejorar la gestión reproductiva y aumentar la productividad lechera general.

Uno de los principales índices reproductivos es la tasa de concepción, que refleja el porcentaje de preñeces exitosas logradas después de la inseminación artificial. Los estudios han demostrado que las tasas de concepción en vacas lecheras pueden variar significativamente, influenciadas por factores como el puntaje de condición corporal, el estado nutricional, la producción láctea y la presencia de trastornos reproductivos (Montiel-Olguín et al., 2019; Webb y Bruyn, 2021).

El número de días abiertos, mide el intervalo entre el parto y la concepción exitosa posterior, es otro índice reproductivo importante. Los días abiertos prolongados pueden indicar problemas reproductivos subyacentes, como anestro o la presencia de enfermedades posparto. Se ha demostrado que las vacas que experimentan complicaciones posparto, como hipercetonemia o hipocalcemia a menudo presentan días abiertos prolongados y un rendimiento reproductivo reducido

(Gotō et al., 2019).

Las implicaciones económicas de los días abiertos prolongados son significativas, con estimaciones que sugieren una pérdida de aproximadamente \$ 3,15 por día, por cada día que una vaca permanece abierta (Triwutanon, 2023). En Estados Unidos, los días abiertos en vacas HP se incrementaron sobre los 40 días desde 1960 al 2000 (Kuhn et al., 2006) y se han reportado substanciales decrecimientos en la longevidad de los animales (Hare et al., 2006). De igual manera, desde 1980 a 1999, la vida productiva de vacas HP después del primer parto disminuyó 4,6 meses (Hare et al., 2006), se incrementó el porcentaje de muertes (Miller et al., 2008) y se evidenció una marcada deficiencia en fertilidad (Norman et al., 2009). El alto porcentaje de descartes en HP, es un aspecto que preocupa ampliamente a los ganaderos. (Weigel et al., 2003).

El número de servicios por concepción refleja la eficiencia de un programa de cría. Un menor número de servicios por concepción indica una estrategia de crianza más eficaz, mientras que un número mayor puede significar problemas con la detección del estro o la salud reproductiva. Algunos estudios han informado que las prácticas óptimas de manejo, incluida la detección precisa del estro y la inseminación oportuna, pueden mejorar significativamente este índice (Fouz et al., 2011). Por ejemplo, la detección eficaz del estro es esencial para maximizar las tasas de concepción, ya que la inseminación debe ocurrir dentro de un período de tiempo específico en relación con la ovulación (Endo, 2022).

Los trastornos reproductivos son un factor de significativa importancia ya que afecta a estos índices directamente. La prevalencia de trastornos reproductivos como la retención de placenta, la metritis y la repetición de celos pueden provocar pérdidas económicas sustanciales en las operaciones lecheras debido a su impacto en la eficiencia reproductiva (Ayana y Gudeta, 2015). Por ejemplo, Islam (2022), encontró que un porcentaje considerable de vacas lecheras tuvieron al menos un trastorno reproductivo en una lactancia, lo cual afectó negativamente a su desempeño reproductivo general. La carga económica de estos trastornos se ve agravada por los costos asociados con la atención veterinaria y la posible pérdida de producción de leche durante los períodos de recuperación.

El ganado de leche puro presenta reducida variedad de cromosomas Y (exclusivo de las líneas paternas), el cual tiene una importante contribución en la fertilidad de los machos. La reducción del número de líneas

paternas ha provocado que la tasa de consanguinidad se haya acelerado e incrementado en poblaciones de hembras puras (Yue et al., 2014, 2015).

Las razas son siempre susceptibles a mejoras en características productivas y reproductivas (Taylor et al., 2016). Algunas razas bovinas lecheras escandinavas pueden aportar en cruzamiento un crecimiento mucho más acelerado en características como calidad de leche, reproducción o salud. Incrementos en cantidad de grasa y proteína con disminución de recuento de células somáticas se han reportado en razas como Montbeliarde, Normando y Rojo Noruego/Sueco en comparación con HP (Clasen et al., 2019). Se estima que las razas mencionadas son superiores a la HP para porcentaje de preñez de 10 a 13 puntos (Walsh et al., 2008; Dezetter et al., 2015). Cuando cruzamos ganado HP con estas razas tenemos un efecto aditivo positivo por la heterosis de 7 a 10% de fertilidad. (Dechow et al., 2007; Sørensen et al., 2008; Dezetter et al., 2015). En términos de fertilidad, mortinatos y supervivencia, los animales cruzados F1 tuvieron mejor desempeño que los de raza HP, y el mejor desempeño fue independiente del nivel de producción del hato (Clasen et al., 2019).

De esta manera, el objetivo de la presente investigación fue realizar un análisis retrospectivo de datos (recopilados durante 20 años) y comparar los principales índices reproductivos de vacas HP y HM en una hacienda ubicada en la provincia de Chimborazo a 3200 m.s.n.m.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Localización y ambiente del estudio

La investigación fue realizada en la ganadería "San Gerardo", ubicada en la comunidad Puculpala Latitud: -1.68333, Longitud: -78.5833 de la parroquia Quimiag perteneciente al cantón Riobamba provincia de Chimborazo. En el predio se han establecido los siguientes valores ambientales promedio: temperatura = 10 - 16°C, Precipitación = 1619 mm/año, Heliofanía = 100 horas luz/año, Humedad relativa = 86%, Altura = 3200 m.s.n.m. (datos según INAMHI, 2019). La alimentación de los animales se ha mantenido básicamente a pastoreo rotacional con cerca eléctrica. Las mezclas forrajeras utilizadas en promedio han sido: 45 % de Ryegrass perenne (*Lolium perenne*)- 25 % de Raygrass anual (*Lolium multiflorum*)- 30% de Trébol blanco (*Trifolium repens*), en conjunto con suplementación estratégica de concentrado según la producción láctea de las vacas durante los dos orneños diarios. Las frecuencia

de pastoreo se ha manejado en promedios de 46±6 días, con cargas animales promedio superiores a 3.8 UBA ha-1. Las vacas HM incluían hijas F1 de cruces de madres Holstein Friesian con toros Brown Swiss, Montbeliarde, Jersey o Rojo Sueco.

2. Selección de índices reproductivos

Se incluyeron todos los datos de animales cuyo desempeño reproductivo se encontró registrado completamente y que permitieron establecer comparaciones en el mayor número de gestaciones. Se calcularon los siguientes índices reproductivos:

- **Edad al primer servicio:** Fecha del primer servicio - Fecha de nacimiento.
- **Edad al primer parto:** Fecha del primer parto - Fecha de nacimiento.
- **Número de servicios por concepción:** Número total de servicios hasta lograr la concepción.
- **Duración de la gestación:** Fecha del primer celo - Fecha de parto.
- **Intervalo Parto - Primer Servicio:** Fecha del primer servicio pos parto - Fecha de parto.
- **Intervalo Parto - Concepción (Días Abiertos):** Fecha de concepción - Fecha de parto
- **Intervalo entre Partos:** Fecha de parto n - Fecha de parto n-1

Como criterios de exclusión, no se tomaron en cuenta los datos que no se relacionaron con la reproducción, registros reproductivos de las vacas que tuvieron un solo parto y animales que tuvieron registro de enfermedades que comprometían a la eficiencia reproductiva.

3. Análisis estadístico de datos

Se recopilaron los datos generados durante 20 años (2000-2020), de vacas HP y HM, que se encuentran en los registros reproductivos de la ganadería San Gerardo, los cuales fueron tabulados y depurados en el programa Microsoft Excel 2013. Una vez obtenidos los índices reproductivos, se analizaron los datos con el programa estadístico IBM-SPSS 26, se obtuvieron estadísticos descriptivos expresados en media y error estándar de la media. Se analizó la normalidad de los datos con la prueba de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk y se comprobó la homocedasticidad de

las varianzas con la prueba de Levene. La inferencia estadística se realizó mediante la prueba de muestra independiente de factor Bayes (Método Roudier, hipótesis nula versus hipótesis alternativa) con un $\alpha = 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el modelo estadístico al analizar las variables independientes de inseminación artificial o monta, no mostraron efectos significativos, por lo que no fueron tomadas en cuenta para el análisis de los índices reproductivos. En el grupo HM se analizó por separado el tipo de cruce realizado sin lograr suficientes datos válidos para el estudio estadístico, por lo tanto se obtuvo resultados con un solo grupo HM que incluían los diferentes cruces con Brown Swiss, Montbeliarde, Jersey o Rojo Sueco. Se evaluaron los datos reproductivos y se obtuvieron los resultados para cada índice reproductivo según cada gestación de las vacas, llegando a obtener datos de hasta 7 gestaciones según los grupos genéticos HP y HM, las cuales se presentan a continuación de manera ordenada.

Índice de edad al primer servicio

Tabla 1. Edad en días de las vacas a la primera gestación confirmada según el grupo genético HP y HM.

Grupo	n	$\mu \pm EEM$	IC 95%
HP	63	770,9 \pm 27,17 ^a	716,5 - 825,2
HM	57	661,3 \pm 15,45 ^b	630,3 - 692,2

n= número de animales evaluados en cada grupo.

μ = media de cada grupo, EEM= error estándar de la media, IC= intervalo de confianza al 95%, límite inferior y superior.

a, b letras en superíndice en la misma columna indican diferencias entre grupos $p < 0.05$.

Los resultados son bastante más elevados si los comparamos con los reportados por Kuhn, et al. (2006), en el cual indica que la edad ideal está entre 450 y 480 días respectivamente (15 y 16 meses). Este incremento de días podría deberse al efecto que tiene la temperatura, altitud y tipo de alimentación principalmente a base de pastos. Mientras que la diferencia estadística existente entre los dos grupos en estudio estaría relacionada al efecto que tiene el vigor híbrido en cuanto a fertilidad, desarrollo (Spangler, 2007) y a la adaptabilidad a cambios ambientales (Theunissen et al., 2013).

Índice de edad al primer parto

Tabla 2. Edad en días de las vacas al primer parto según el grupo genético HP y HM.

Grupo	n	$\mu \pm EEM$	IC 95%
HP	63	1055,6 \pm 27,84 ^a	999,9 - 1111,3
HM	57	941,77 \pm 15,54 ^b	910,6 - 972,9

n= número de animales evaluados en cada grupo.

μ = media de cada grupo, EEM= error estándar de la media, IC= intervalo de confianza al 95%, límite inferior y superior.

a, b letras en superíndice en la misma columna indican diferencias entre grupos $p < 0.05$.

Como se puede observar en la Tabla 2, los resultados son más bajos si los comparamos con los presentados por Effa et al. (2011) que indica 1275 \pm 21 días para vacas de leche mestizas en la zona alta de Etiopía, entre 1500 y 3000 msnm, y son más altas comparadas con los promedios reportados en: Estados Unidos 777 días (25,9 meses) (Heinrich et al. 1994) y Colombia 801 días (26,72 meses) (Bolívar et al. 2009). Sin embargo es similar al trabajo presentado por Marini et al. (2009) donde reporta 930 días (31 meses) en Argentina y en condiciones de pastoreo. Mientras que la diferencia estadística existente entre los dos grupos tiene una correlación directa con edad al primer servicio.

Índice Duración de la Gestación

La duración de la gestación en días, de las vacas HP no fue diferente al de las vacas HM, en ninguna gestación ($p > 0.05$), como se muestra en la figura 1.

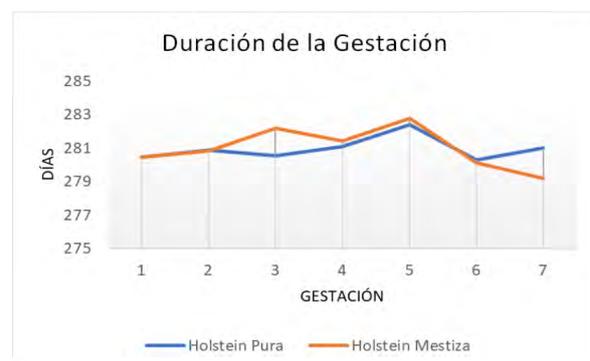


Figura 1. Medias y EEM de la duración en días de la gestación de vacas HP y vacas HM desde la primera hasta la séptima gestación.

Los resultados son similares si los comparamos con los presentados por Norman, (2009) que fue de 278 días para vacas Holstein y Jersey y 279 días para vacas

Milking Shorton y vacas Holstein. El tiempo de gestación es moderadamente heredable y propenso a rápidos cambios bajo selección, el toro y la abuela paterna también presentan correlación en esta característica (Norman, 2009).

Índice de número de servicios por concepción

El número de servicios por concepción de las vacas HP fue diferente al de las vacas HM para la segunda gestación y séptima gestación ($p < 0,05$) como se muestra en la tabla 3 y 4 respectivamente. En las demás gestaciones no se encontraron diferencias significativas entre los grupos ($p > 0,05$), como se muestra en la figura 2.

Tabla 3. Número de servicios requeridos para obtener la segunda gestación según el grupo genético de vacas HP y vacas HM.

Grupo	n	$\mu \pm EEM$	IC 95%
HP	63	1055,6 \pm 27,84 ^a	999,9 – 1111,3
HM	57	941,77 \pm 15,54 ^b	910,6 – 972,9

n= número de animales evaluados en cada grupo.

μ = media de cada grupo, EEM= error estándar de la media, IC= intervalo de confianza al 95%, límite inferior y superior.

a,b letras en superíndice en la misma columna indican diferencias entre grupos $p < 0,05$.

Tabla 4. Número de servicios requeridos para obtener la séptima gestación según el grupo genético de vacas HP y vacas HM.

Grupo	n	$\mu \pm EEM$	IC 95%
HP	15	3,07 \pm 0,61 ^a	1,75 – 4,38
HM	8	1,25 \pm 0,16 ^b	0,86 – 1,63

n= número de animales evaluados en cada grupo.

μ = media de cada grupo, EEM= error estándar de la media, IC= intervalo de confianza al 95%, límite inferior y superior.

a,b letras en superíndice en la misma columna indican diferencias entre grupos $p < 0,05$.



Figura 2. Medias y EEM del Número de Servicios por Concepción de vacas HP y vacas HM.

a,b letras en superíndice en la misma columna indican diferencias entre grupos $p < 0,05$.

Estas medias son superiores si las comparamos con la presentada por Alzamora (2021) que fue de 2,22 servicios por concepción en Riobamba - Ecuador para vacas Jersey y la presentada por Aguirre et al. (2013) que fue de 2,02 en Costa Rica para vacas Holstein, esta diferencia probablemente se deba al nivel tecnológico utilizado para el manejo de los animales, ya que San Gerardo no utiliza IATF, perches detectores de celo ni toro celador.

Índice de intervalo parto primer servicio

El intervalo en días entre parto y primer servicio de las vacas HP fue diferente al de las vacas HM para después del primer parto (91,14 \pm 4,75; IC 95 % = 81,63 – 100,64 vs. 73,84 \pm 4,93; IC 95 % = 63,94 – 83,73; respectivamente, $P < 0,05$) y segundo parto (89,11 \pm 5,28; IC 95 % = 78,50 – 99,72 vs. 59,12 \pm 3,78; IC 95 % = 51,50 – 66,73; respectivamente, $P < 0,05$), mientras que para los demás partos no existieron diferencias entre los grupos ($P > 0,05$), como se muestra en la figura 3.

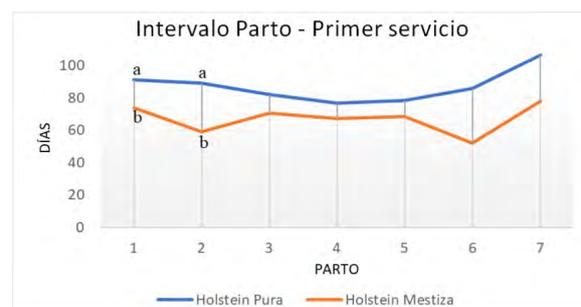


Figura 3. Medias y EEM del intervalo e días entre Parto y Primer servicio de vacas HP y vacas HM.

a,b letras en superíndice en la misma columna indican diferencias entre grupos $p < 0,05$.

Estas medias son superiores si las comparamos con la presentada por Alzamora (2019) que fue de 57,12 días para vacas Jersey probablemente debido al diferente manejo de los animales. Si analizamos la diferencia de los grupos para los días después de los dos primeros partos, podría deberse a que los animales mestizos presentan mejor condición corporal y pueden adaptarse mejor a cambios ambientales, en este caso a vivir con vacas adultas (Scholtz et al. 2011). En el sexto y séptimo parto el error estándar de la media se incrementa al reducirse el número de animales en estudio, por lo cual no se observan diferencias significativas.

Índice de días abiertos

Los días abiertos de las vacas HP fueron diferentes al de las vacas HM después del primer parto, segundo parto y sexto parto ($p < 0,05$), como se muestran en las tablas 5, 6 y 7 respectivamente. En los demás partos no se

existieron diferencias significativas ($p > 0,05$). Los datos se muestran además en la figura 4.

Tabla 5. Días abiertos entre el primer parto y la segunda gestación de las vacas según el grupo genético HP y HM.

Grupo	n	$\mu \pm EEM$	IC 95%
HP	63	177,7 \pm 15,1 ^a	147,5 - 207,9
HM	57	125,2 \pm 9,93 ^b	105,3 - 145,1

n = número de animales evaluados en cada grupo.

μ = media de cada grupo, EEM= error estándar de la media, IC= intervalo de confianza al 95%, límite inferior y superior.

a,b letras en superíndice en la misma columna indican diferencias entre grupos $p < 0,05$.

Tabla 6. Días abiertos entre el segundo parto y la tercera gestación de las vacas según el grupo genético HP y vacas HM.

Grupo	n	$\mu \pm EEM$	IC 95%
HP	63	177,7 \pm 15,1 ^a	147,5 - 207,9
HM	57	125,2 \pm 9,93 ^b	105,3 - 145,1

n = número de animales evaluados en cada grupo.

μ = media de cada grupo, EEM= error estándar de la media, IC= intervalo de confianza al 95%, límite inferior y superior.

a,b letras en superíndice en la misma columna indican diferencias entre grupos $p < 0,05$.

Tabla 7. Días abiertos entre el sexto parto y la séptima gestación de las vacas según el grupo genético HP y vacas HM.

Grupo	n	$\mu \pm EEM$	IC 95%
HP	11	173,6 \pm 28,3 ^a	110,6 - 236,7
HM	6	57,00 \pm 11,4 ^b	27,56 - 86,44

n = número de animales evaluados en cada grupo.

μ = media de cada grupo, EEM= error estándar de la media, IC= intervalo de confianza al 95%, límite inferior y superior.

a,b letras en superíndice en la misma columna indican diferencias entre grupos $p < 0,05$.

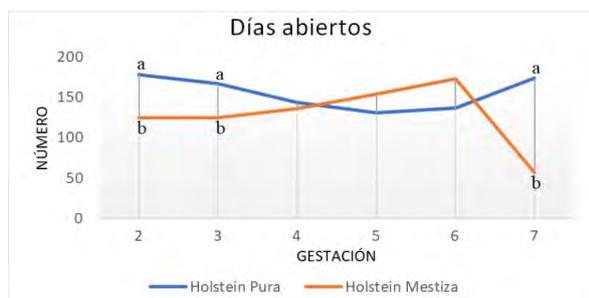


Figura 4. Medias y EEM de días abiertos de vacas HP y vacas HM.

a,b letras en superíndice en la misma columna indican diferencias entre grupos $p < 0,05$.

Estas medias son similares a 168,33 días que presentaron Cabrera y Arístides (2018), quienes analizaron los Índices productivos y reproductivos de Holstein, Jersey y Brown Swiss en zonas altas de Perú. Si analizamos la diferencia estadística de los grupos de vacas del criadero San Gerardo para los días abiertos se podría deberse a que los animales mestizos presentan mejor desempeño reproductivo que las puras, tal como lo indica Buckley et al., (2014).

Índice de intervalo entre partos

El intervalo entre partos en días de las vacas HP fue diferente al de las vacas HM para después del primero, segundo y sexto parto ($p < 0,05$), como se muestran en las tablas 8, 9 y 10 respectivamente y en la figura 5. Para los demás partos no existieron diferencias significativas ($p > 0,05$).

Tabla 8. Intervalo en días entre el primer y segundo parto según el grupo genético de vacas HP y vacas HM.

Grupo	n	$\mu \pm EEM$	IC 95%
HP	63	458,6 \pm 15,1 ^a	428,3 - 488,9
HM	57	406,0 \pm 9,87 ^b	386,3 - 425,8

n = número de animales evaluados en cada grupo.

μ = media de cada grupo, EEM= error estándar de la media, IC= intervalo de confianza al 95%, límite inferior y superior.

a,b letras en superíndice en la misma columna indican diferencias entre grupos $p < 0,05$.

Tabla 9. Intervalo en días entre el segundo y tercer parto según el grupo genético de vacas HP y HM.

Grupo	n	$\mu \pm EEM$	IC 95%
HP	63	458,6 \pm 15,1 ^a	428,3 - 488,9
HM	57	406,0 \pm 9,87 ^b	386,3 - 425,8

n = número de animales evaluados en cada grupo.

μ = media de cada grupo, EEM= error estándar de la media, IC= intervalo de confianza al 95%, límite inferior y superior.

a,b letras en superíndice en la misma columna indican diferencias entre grupos $p < 0,05$.

Tabla 10. Intervalo en días entre el sexto y séptimo parto según el grupo genético de vacas HP y HM.

Grupo	n	$\mu \pm EEM$	IC 95%
HP	63	458,6 \pm 15,1 ^a	428,3 - 488,9
HM	57	406,0 \pm 9,87 ^b	386,3 - 425,8

n = número de animales evaluados en cada grupo.

μ = media de cada grupo, EEM= error estándar de la media, IC= intervalo de confianza al 95%, límite inferior y superior.

a,b letras en superíndice en la misma columna indican diferencias entre grupos $p < 0,05$.

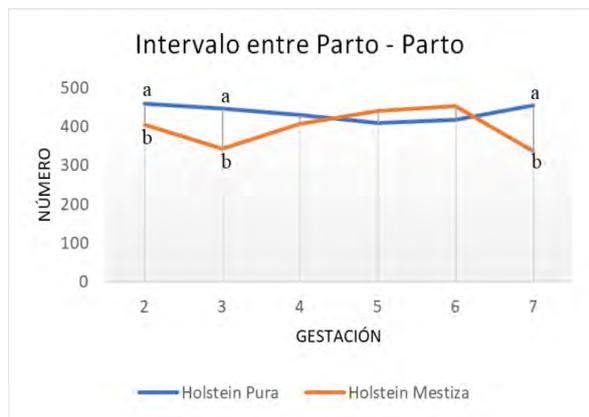


Figura 5. Medias y EEM de intervalo entre Partos en días de vacas HP y vacas HM.

a,b letras en superíndice en la misma columna indican diferencias entre grupos $p < 0.05$.

Si analizamos la diferencia de los grupos de vacas del criadero San Gerardo para intervalo entre partos se podría deberse a que los animales mestizos presentan mejor desempeño reproductivo que las puras, tal como lo indica Buckley et al., (2014).

La sumatoria del intervalo entre partos de las vacas HP fue diferente al de las vacas HM ($1518,11 \pm 122,81$; IC 95 % = $1272,62 - 1763,61$ vs. $999,07 \pm 98,51$; IC 95 % = $801,72 - 1196,42$; respectivamente $P < 0,05$), como se muestra en la figura 6.

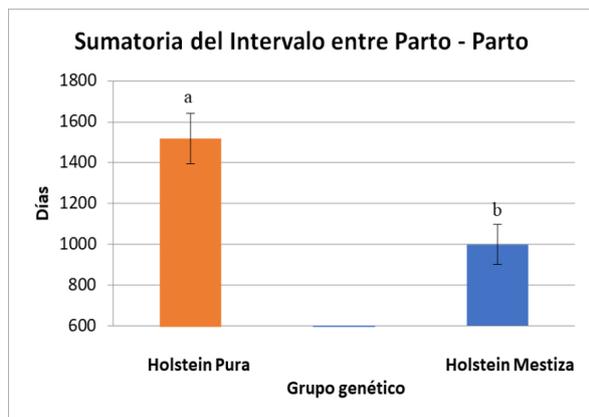


Figura 6. Medias y EEM de la sumatoria del intervalo entre Partos de vacas HP y vacas HM.

a,b letras en superíndice en la misma columna indican diferencias entre grupos $p < 0.05$.

El promedio en días del intervalo entre partos de las vacas HP fue diferente al de las vacas HM los que presentaron los siguientes valores ($443,05 \pm 12,56$; IC 95 % = $417,94 - 468,16$ vs. $401,23 \pm 8,34$; IC 95 % = $384,51 - 417,95$; respectivamente $P < 0,05$) (Figura 7).

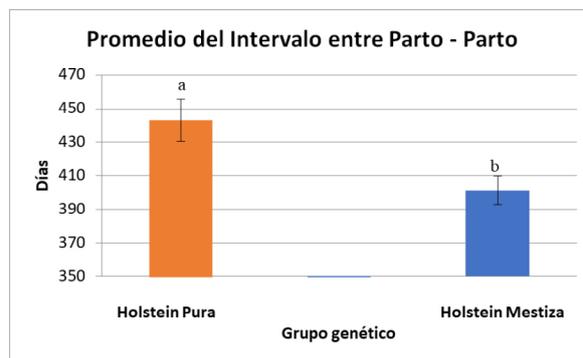


Figura 7. Medias y EEM del promedio en días del intervalo entre Partos de vacas HP y vacas HM.

a,b letras en superíndice en la misma columna indican diferencias entre grupos $p < 0.05$.

Los valores de vacas HP son similares a los presentados por Dávalos (2005), con un promedio de 437,46 días al realizar la caracterización de la eficiencia productiva y reproductiva en la provincia de Chimborazo y (Cabrera y Aristides, 2018), quien reportó un promedio de 446,09 días al analizar los índices productivos y reproductivos de ganado Holstein, Jersey y Brown Swiss. Sin embargo, los valores de vacas HM son menores y guardan relación con los datos expuestos por Froidmont et al., (2013) que indica que el intervalo entre partos fue de 401 días para vacas que su primer parto tuvieron a los 23 meses y de 410 días para las que parieron a los 22 - 26 meses en Bélgica.

Las ventajas del cruzamiento se atribuyen principalmente a la heterosis, que mejora rasgos como la fertilidad, la producción, la composición de la leche y la salud de los animales. Las estrategias de cruzamiento también se han relacionado con rasgos funcionales mejorados, como la capacidad de parto y la longevidad (Clasen et al., 2020). Además, la diversidad genética introducida a través de los cruzamientos puede mitigar los problemas relacionados con la depresión endogámica que se observa comúnmente en poblaciones de raza pura, mejorando así los rasgos reproductivos y productivos (Saha et al., 2020).

Una de las principales ventajas de los cruzamientos es la mejora de las tasas de fertilidad. Algunos estudios indican que las vacas mestizas, como las resultantes de cruces Holstein y Simmental, regresan a la ciclicidad posparto antes que las vacas HP, incluso en condiciones similares de producción de leche (Knob et al., 2016). Este retorno temprano al estro es fundamental para optimizar el programa de reproducción y mejorar la eficiencia reproductiva general de los hatos. También, se ha informado que las vacas mestizas

requieren menos inseminaciones por concepción en comparación con vacas HP, lo que se traduce en costos reducidos asociados con la inseminación artificial y una mayor viabilidad económica para los productores de leche (Goni et al., 2015). La combinación de estos factores contribuye a una reducción significativa de los días abiertos, lo que es un indicador clave de desempeño en el manejo del hato lechero.

Las vacas mestizas a menudo exhiben mejores puntuaciones de condición corporal y menos fluctuaciones en el peso corporal a lo largo del tiempo, lo que es fundamental para prevenir enfermedades posparto y problemas reproductivos (Rinell & Heringstad, 2018). La diversidad genética introducida a través del cruzamiento puede conducir a una mayor resistencia a las enfermedades y a una mayor longevidad, reduciendo así las tasas generales de sacrificio en las ganaderías. Por ejemplo, algunas investigaciones han demostrado que el cruce con razas como la Roja Noruega puede conducir a una disminución de las enfermedades posparto comunes, lo que respalda aún más la idea de que el cruce puede mejorar la robustez de las vacas lecheras (Rinell & Heringstad, 2018; Buckley et al., 2014).

Ormston et al., (2022) sugiere que las vacas HM, en particular las que tienen genética Jersey, se han destacado por su capacidad para producir leche con mayor contenido de grasa y proteína, lo que es cada vez más valioso en el mercado lácteo. Por tanto, la integración de estrategias de cruzamiento puede conducir a una operación láctea más sostenible, alineándose con la creciente demanda de productos lácteos de alta calidad.

A pesar de los numerosos beneficios asociados con el mestizaje, es esencial reconocer los desafíos que pueden surgir. El éxito de los programas de cruzamiento depende en gran medida de las prácticas de gestión, incluidas la nutrición, la atención sanitaria y las estrategias de mejoramiento. Una gestión inadecuada puede anular las ventajas potenciales del cruzamiento, lo que lleva a un rendimiento subóptimo (Manirakiza et al., 2017). En este sentido, es imperativo que los productores implementen estrategias de manejo integrales que respalden la salud y la productividad de las vacas mestizas. En las regiones donde se cumplen estas condiciones, el cruzamiento ha dado lugar a mejoras significativas tanto en la producción de leche como en el rendimiento reproductivo, contribuyendo así a la seguridad alimentaria y la estabilidad económica de los pequeños agricultores (Hatew et al., 2023; Famous et al., 2021).

Al implementar el cruzamiento lechero en hatos de raza HP, los ganaderos esperan mejorar el rendimiento general del hato. Sin embargo, carecen de conocimientos sobre cómo gestionar y beneficiarse de la diversidad de clases genéticas generadas por el cruzamiento rotacional de tres razas, que se refiere en primer lugar a la cohabitación de HP y cruces de primera y segunda generación (F1 y G2, respectivamente) dentro del hato. Quenón and Magne (2021), en un estudio realizado en granjas lecheras comerciales en Francia, demostraron que HP, F1 y G2 tuvieron perfiles de rendimiento diferentes y complementarios, con dos tendencias principales. Primero, HP tuvo una mayor producción de leche, mientras que los cruces F1 y G2 tuvieron un mejor rendimiento de fertilidad. Segundo, F1 tuvo compensaciones de beneficio mutuo entre la producción de leche, la fertilidad y la salud de la ubre en comparación con HP y G2. Además, evidenciaron que los rebaños mixtos HP-F1 o HP-F1-G2 (por debajo del 30%) podrían ser más rentables que los rebaños de raza pura HP o los rebaños totalmente cruzados con un precio de leche convencional. Estos hallazgos pueden utilizarse para asesorar a los ganaderos de razas puras que se preguntan sobre los beneficios y las formas de gestionar la diversidad de entidades animales generadas por el uso de cruces lecheros en sus hatos (Quenón and Magne, 2021).

La integración de tecnologías reproductivas, como la ecografía transrectal y protocolos de inseminación o transferencia de embriones a tiempo fijo, han mejorado la capacidad de diagnosticar y gestionar eficazmente los problemas reproductivos. Estas tecnologías permiten un mejor seguimiento de la actividad ovárica y la identificación oportuna de los trastornos reproductivos, lo que en última instancia contribuye a mejorar los índices reproductivos (Islam et al., 2014; Lavon et al., 2022).

4. CONCLUSIONES

En general, el grupo genético de vacas HM (F1, crossbreeding) presentaron un mejor desempeño reproductivo en comparación con las vacas HP en la ganadería San Gerardo, ubicada a 3200 m.s.n.m en la provincia de Chimborazo.

Se analizaron estadísticamente los índices reproductivos de vacas HP y HM y se obtuvieron diferencias en los siguientes índices: edad al primer servicio, edad primer parto, número de servicios por concepción, intervalo parto primer servicio, días abiertos e intervalo entre partos.

El análisis retrospectivo de los datos reproductivos de una ganadería, es una herramienta que nos permite evaluar de manera cuantitativa la eficiencia reproductiva de los hatos, lo cual mejora de manera objetiva la planificación y toma decisiones en la gestión técnica y manejo de los animales; que en última instancia conducirá hacia prácticas de producción lechera más productivas y sostenibles.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Escuela de Educación Continua y Postgrados IPEC, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por la creación y gestión del Programa de Maestría en Reproducción Animal.

6. CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

7. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Aguirre-Valverde, Judyana, Vargas-Leitón, Bernardo, & Romero-Zúñiga, Juan José. (2013). Efectos de la endogamia sobre parámetros reproductivos en vacas holstein y jersey de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 24(2), 245-255. Retrieved October 01, 2024, from http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212013000200002&lng=en&tlng=es.
2. Alzamora Guerra, Edwin Fabian. (2021). Análisis de los parámetros reproductivos en la ganadería "El Puente" y su impacto en la rentabilidad. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Retrieved October 01, 2024 from <http://dspace.esepoch.edu.ec/handle/123456789/14688>
3. Cabrera Bueno y Atistides Wilmer (2018). Indices productivos y reproductivos en vacunos Brown Swiss, Jersey y Holstein en altura-Cooperativa Atahualpa Jerusalen, Cajamarca 1999-2013. Universidad Nacional Agraria La Molina. Retrieved October 01, 2024 from <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3526>
4. Ayana, T. and Gudeta, T. (2015). Incidence of major clinical reproductive health problems of dairy cows at bako livestock research farm over a two-year period (september 2008-december 2010). *Animal and Veterinary Sciences*, 3(6), 158. DOI: 10.11648/j.avs.20150306.13
5. Bolívar, D., Echeverry, J. J., Restrepo, L. F., & Ce-rón Muñoz, M. F. (2009). Productividad de vacas Jersey, Holstein y Jersey/Holstein en una zona de bosque húmedo montano bajo (Bh-MB). *Livestock Research for Rural Development*, 21(6), 1-13. Retrieved October 01, 2024 From <http://www.lrrd.org/lrrd21/6/boli21080.htm>
6. Buckley, F., Lopez-Villalobos, N., & Heins, B. J. (2014). Crossbreeding: implications for dairy cow fertility and survival. *Animal*, 8(s1), 122-133. DOI: 10.1017/S1751731114000901
7. Clasen, J., Fikse, W., Kargo, M., Rydhmer, L., Strandberg, E., & Østergaard, S. D. (2020). Economic consequences of dairy crossbreeding in conventional and organic herds in sweden. *Journal of Dairy Science*, 103(1), 514-528. DOI: 10.3168/jds.2019-16958
8. Clasen, J. B., Fogh, A., & Kargo, M. (2019). Differences between performance of F1 crossbreds and Holsteins at different production levels. *Journal of Dairy Science*, 102(1), 436-441. DOI: 10.3168/jds.2018-14975
9. Dávalos Trujillo, C. (2005). Caracterización de la eficiencia productiva y reproductiva de dos hatos lecheros ubicados en la provincia de Chimborazo, durante el periodo 2002-2003. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Retrieved October 01, 2024 from <http://dspace.esepoch.edu.ec/handle/123456789/1725>
10. Dechow, C. D., Rogers, G. W., Cooper, J. B., Phelps, M. I., & Mosholder, A. L. (2007). Milk, fat, protein, somatic cell score, and days open among Holstein, Brown Swiss, and their crosses. *Journal of dairy science*, 90(7), 3542-3549. DOI: 10.3168/jds.2006-889
11. De Vries, (2006). Economic value of pregnancy in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 89, 3876-3885. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72430-4
12. Dezetter, C., Leclerc, H., Mattalia, S., Barbat, A., Boichard, D., & Ducrocq, V. (2015). Inbreeding and crossbreeding parameters for production and fertility traits in Holstein, Montbéliarde, and Normande cows. *Journal of Dairy Science*, 98(7), 4904-4913. DOI: 10.3168/jds.2014-8386
13. Effa, K., Wondatir, Z., Dessie, T., & Haile, A. (2011). Genetic and environmental trends in the long-term dairy cattle genetic improvement programmes in the central tropical highlands of Ethiopia. *J. Cell Anim. Biol*, 5(6), 96-104. DOI: 10.3389/fgene.2021.617128
14. Endo, N. (2022). Possible causes and treatment strategies for the estrus and ovulation disorders in dairy cows. *Journal of Reproduction and Development*, 68(2), 85-89. DOI: 10.1262/jrd.2021-125



15. Esslemont RJ and Peeler EJ (1993). The scope for raising margins in dairy herds by improving fertility and health. *British Veterinary Journal*. 149, 537-547. DOI: 10.1016/S0007-1935(05)80038-7
16. Famous, M., Aditya, A. C., Ahmed, S. I., & Sutradhar, S. (2021). Productive and reproductive performance of different crossbred dairy cattle at kishoreganj, bangladesh. *Veterinary Sciences: Research and Reviews*. DOI: 10.17582/journal.vsr/2021.7.1.69.76
17. Fourichon, C., Seegers, H., Beaudeau, F., Verfaille, L., & Bareille, N. (2001). Health-control costs in dairy farming systems in western France. *Livestock Production Science*, 68(2-3), 141-156. DOI: 10.1016/S0301-6226(00)00248-7
18. Fouz, R., Gandoy, F., Sanjuán, M., Yus, E., & Dieguez, F. (2011). Factors associated with 56-day non-return rate in dairy cattle. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46(6), 648-654. DOI: 10.1590/s0100-204x2011000600011
19. Froidmont, E., Mayeres, P., Picron, P., Turlot, A., Planchon, V., & Stilmant, D. (2013). Association between age at first calving, year and season of first calving and milk production in Holstein cows. *Animal*, 7(4), 665-672. DOI: 10.1017/S1751731112001577
20. Goni, S., Muller, C. J. C., Dube, B., & Dzama, K. (2015). Reproductive performance of Jersey and Fleckvieh× Jersey heifers and cows maintained on a pasture-based feeding system. *South African Journal of Animal Science*, 45(4), 379-385. DOI: 10.4314/sajas.v45i4.4
21. Gotō, A., Takahara, K., Sugiura, T., Oikawa, S., Katamoto, H., & Nakada, K. (2019). Association of postpartum diseases occurring within 60 days after calving with productivity and reproductive performance in dairy cows in fukuoka: a cow-level, retrospective cohort study. *Journal of Veterinary Medical Science*, 81(7), 1055-1062. DOI: 10.1292/jvms.18-0384
22. Hatew, B., Peñagaricano, F., Balehegn, M., Jones, C. S., Dahl, G. E., & Adesogan, A. (2023). Synergies of feed, management trainings, and genetics on milk production of dairy cows in the tropics: the case of ethiopian smallholder farmers. *Frontiers in Animal Science*, 4. DOI: 10.3389/fanim.2023.1119786
23. Hare E, Norman HD and Wright JR. (2006). Survival rates and productive herd life of dairy cattle in the United States. *Journal of Dairy Science* 89, 3713-3720. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72412-2
24. Heinrichs, AJ; Wells, SJ; Hurd, HS; Hill, GW; Dargatz, DA. (1994). The national dairy heifers evaluation project: A profile of heifer management practices in United States. *J. Dairy Sci.* 77(6):1548-1555. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(94)77096-X
25. Islam, R., Juyena, N., Bhuiyan, M., Rahman, M., & Ferdousy, R. (2014). Treatment outcomes in postpartum anoestrus cows guided by transrectal ultrasonography. *Progressive Agriculture*, 24(1-2), 93-100. DOI: 10.3329/pa.v24i1-2.19109
26. Islam, M. (2022). A cross sectional study on some aspects of reproduction scenario and prevalence of reproductive disorders in dairy cattle in bangladesh. *AJRAVS*, 5(3), 165-173. DOI: 10.9734/ajravs/2022/v5i3201
27. Inchaisri, R. Jorritsma, P.L.A.M. Vos, G.C. van der Weijden, H. Hogeveen. (2010). Economic consequences of reproductive performance in dairy cattle. *Theriogenology*, 74, 835-846. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2010.04.008
28. Knob, D.A., Alessio, D.R.M., Thaler Neto, A. et al. Reproductive performance and survival of Holstein and Holstein × Simmental crossbred cows. *Trop Anim Health Prod* 48, 1409-1413 (2016). DOI: 10.1007/s11250-016-1103-9
29. Kuhn MT, Hutchison JL and Wiggans GR. (2006). Characterization of Holstein heifer fertility in the United States. *Journal of Dairy Science* 89, 4907-4920. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72541-3
30. Lavon, Y., Friedman, S., Shwimmer, A., & Falk, R. (2022). Performing early pregnancy tests in milk and their effect on cow welfare and reproductive performance compared to rectal pregnancy tests 40 to 45 days post insemination. *Dairy*, 3(3), 465-473. DOI: 10.3390/dairy3030034
31. Lucy MC. (2001). Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end? *Journal of Dairy Science* 84, 1277-1293. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(01)70158-0
32. Manirakiza, J., Hatungumukama, G., Thévenon, S., Gautier, M., Besbes, B., Flori, L., ... & Dettelleux, J. (2017). Effect of genetic european taurine ancestry on milk yield of ankole-holstein crossbred dairy cattle in mixed small holders system of burundi highlands. *Animal Genetics*, 48(5), 544-550. DOI: 10.1111/age.12578
33. Marini, P.R., Charmandarian, A. and Di Masso, R.J. (2007) Desempeno productivo y reproductivo de vacas de diferentes edades al primer parto en sistemas a pastoreo. *Sitio Argentino de Producción Animal*. <http://www.produccion-animal.com.ar/>

34. Miller RH, Kuhn MT, Norman HD and Wright JR (2008). Death losses for lactation cows in herds enrolled in Dairy Herd Improvement test plans. *Journal of Dairy Science* 91, 3710–3715. DOI: 10.3168/jds.2007-0943
35. Montiel-Olguín, L., Ruiz-López, F., Mellado, M., Estrada-Cortés, E., Gómez-Rosales, S., Elton-Puente, J., ... & Ávila, H. (2019). Body condition score and milk production on conception rate of cows under a small-scale dairy system. *Animals*, 9(10), 800. DOI: 10.3390/ani9100800
36. Norman HD, Wright JR, Hubbard SM, Miller RH and Hutchison JL (2009). Reproductive status of Holstein and Jersey cows in the United States. *Journal of Dairy Science* 92, 3517–3528. DOI: 10.3168/jds.2008-1768
37. Ormston, S., Davis, H., Butler, G., Chatzidimitriou, E., Gordon, A., Theodoridou, K., ... & Stergiadis, S. (2022). Performance and milk quality parameters of jersey crossbreds in low-input dairy systems. *Scientific Reports*, 12(1). DOI: 10.1038/s41598-022-10834-4
38. Rinell, E., & Heringstad, B. (2018). The effects of crossbreeding with Norwegian Red dairy cattle on common postpartum diseases, fertility and body condition score. *animal*, 12(12), 2619-2626. DOI: 10.1017/S175173111800037X
39. Saha S., Amalfitano N., Bittante G., & Gallo L. (2020). Milk coagulation traits and cheese yields of purebred Holsteins and 4 generations of 3-breed rotational crossbred cows from Viking Red, Montbéliarde, and Holstein bulls. *Journal of dairy science*, 103(4), 3349-3362. DOI: 10.3168/jds.2019-17576
40. Scholtz, M. M., McManus, C., Okeyo, A. M., & Theunissen, A. (2011). Opportunities for beef production in developing countries of the southern hemisphere. *Livestock Science*, 142(1-3), 195-202. DOI: 10.1016/j.livsci.2011.07.014
41. Sørensen, M. K., Norberg, E., Pedersen, J., & Christensen, L. G. (2008). Invited review: Crossbreeding in dairy cattle: A Danish perspective. *Journal of Dairy Science*, 91(11), 4116-4128. DOI: 10.3168/jds.2008-1273
42. Taylor, J. F., Taylor, K. H., & Decker, J. E. (2016). Holsteins are the genomic selection poster cows. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(28), 7690-7692. DOI: 10.1073/pnas.1608144113
43. Theunissen, A., Scholtz, M. M., Neser, F. W. C., & MacNeil, M. D. (2013). Crossbreeding to increase beef production: additive and non-additive effects on weight traits. *South African Journal of Animal Science*, 43(2), 143-152. DOI: 10.1016/S0007-1935(05)80038-7
44. Triwutanon, S. (2023). Factors affecting first ovulation in postpartum dairy cows under tropical conditions: a review. *Open Veterinary Journal*, 13(12), 1536. DOI: 10.5455/ovj.2023.v13.i12.3
45. VanRaden, P. M., Sanders, A. H., Tooker, M. E., Miller, R. H., Norman, H. D., Kuhn, M. T., & Wiggans, G. R. (2004). Development of a national genetic evaluation for cow fertility. *Journal of dairy science*, 87(7), 2285-2292. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(04)70049-1
46. Walsh, S., Buckley, F., Pierce, K., Byrne, N., Patton, J., & Dillon, P. (2008). Effects of breed and feeding system on milk production, body weight, body condition score, reproductive performance, and postpartum ovarian function. *Journal of Dairy Science*, 91(11), 4401-4413. DOI: 10.3168/jds.2007-0818
47. Webb, E. and Bruyn, E. (2021). Effects of milk urea nitrogen (mun) and climatological factors on reproduction efficiency of holstein friesian and jersey cows in the subtropics. *Animals*, 11(11), 3068. DOI: 10.3390/ani11113068
48. Weigel KA, Palmer RW and Caraviello DZ. (2003). Investigation of factors affecting voluntary and involuntary culling in expanding dairy herds in Wisconsin using survival analysis. *Journal of Dairy Science* 86, 1482–1486. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73733-3
49. Weigel, K.A.; VanRaden, P.; Norman, H.; Grosu, H. (2017). A 100-Year Review: Methods and impact of genetic selection in dairy cattle—From daughter-dam comparisons to deep learning algorithms. *J. Dairy Sci.*, 100, 10234–10250. DOI: 10.3168/jds.2017-12954
50. Yue X.-P. Dechow C. Chang T.-C. (2014). DeJarnette J.M. Marshall C.E. Lei C.-Z. Liu W.-S. (2014). Copy number variations of the extensively amplified Y-linked genes, HSFY and ZNF280BY, in cattle and their association with male reproductive traits in Holstein bulls. *BMC Genomics*. 15, 113. DOI: 10.1186/1471-2164-15-113
51. Yue X.-P. Dechow C. Liu W.-S. (2015). A limited number of Y chromosome lineages is present in North American Holsteins. *J. Dairy Sci.* 2015; 98 (25660742): 2738-2745. DOI: 10.3168/jds.2014-8601

EFECTO DEL NEUTRO EN LA ELABORACIÓN DE HELADOS A BASE DE AGUA Y LECHE

EFFECT OF NEUTRAL IN THE PREPARATION OF WATER AND MILK BASED ICE CREAM

	¹ Alexis Andrés Ramos Romero *	alexisrr2210@correo.ugr.es
	² Lorena Michelle Quintana López	lore_michelle@hotmail.com
	³ Steven Stalin Ramos Romero	steven.ramos@goumh.uhm.es
	⁴ Estalín Fabian Mejía Hidalgo	emajiam12@es.uazuay.edu.ec

¹ Universidad de Granada, Facultad de Farmacia; Granada, España.

² Investigador independiente.

³ Universidad Miguel Hernández de Elche, Departamento de Tecnología Agroalimentaria; Orihuela, España.

⁴ Universidad del Azuay, Departamento de Posgrados; Cuenca, Ecuador.

E-mail: * alexisrr2210@correo.ugr.es

RESUMEN

Este estudio examina el impacto de estabilizantes y emulsionantes en la producción de helados a base de agua y leche, resaltando la importancia de la leche como ingrediente principal por su aporte de proteínas y calorías. Se analizan los componentes esenciales del helado, como endulzantes y estabilizantes, y se subraya la necesidad de preservar la calidad del producto mediante la estabilidad de emulsiones y la prevención de la recristalización del hielo. Además, se investiga el uso de nuevos estabilizantes como el mucílago de semillas de chía y almidón de achira, y se evalúa la aceptabilidad sensorial de helados con diferentes combinaciones de azúcar y edulcorantes, concluyendo que la optimización de ingredientes puede mejorar tanto la calidad como la Aceptabilidad del helado.

Palabras clave: *helados, estabilizantes, emulsionantes, neutro, helados de agua, helados de leche.*

ABSTRACT:

This study examines the impact of stabilizers and emulsifiers in the production of water- and milk-based ice creams, highlighting the importance of milk as a main ingredient for its protein and calorie contribution. The essential components of ice cream,

such as sweeteners and stabilizers, are analyzed and the need to preserve product quality by maintaining emulsion stability and preventing ice recrystallization is highlighted. In addition, the use of new stabilizers such as chia seed mucilage and achira starch is investigated, and the sensory acceptability of ice creams with different combinations of sugar and sweeteners is evaluated, concluding that ingredient optimization can improve both the quality and acceptability of ice cream.

Palabras clave: *ice cream, stabilizers, emulsifiers, neutral, water ice cream, milk ice cream.*

1. INTRODUCCIÓN

Helados a base de Leche

Una de las principales materias primas utilizadas en la elaboración de los helados es la leche de vaca y sus derivados, siendo la fuente principal de aporte proteico y calórico, el término helado representa una familia de productos lácteos congelados que incluye, helado, con grasas lácteas o no; premium o versiones altas en grasa; "light", versiones bajas en grasa y leche helada; sorbetes, helado de yogur y otros productos relacionados (Ávalos Rodríguez, 2018)).

La transformación de la leche a helados es una gran industria a nivel global, donde el helado ideal es un sistema alimentario de emulsión complejo que incluye cristales de hielo, glóbulos de grasa dispersos, células de aire, estructuras de proteínas-hidrocoloides y una fase acuosa continua que no se congela, debe tener un sabor agradable y con buenas características, debe poseer una textura suave y uniforme, las propiedades de fusión deberán ser las adecuadas junto a un color apropiado, es decir que el helado es proveniente de la mezcla de leche y crema con endulzantes, estabilizadores, emulsificantes, aromatizantes, colorantes y aire incorporado en el batido este deberá estar libre de contenido bacteriano y ser empacado en un envase que lo proteja del medio ambiente y a la vez ser atractivo al consumidor (Wenpu y otros, 2019).

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-036 HELADOS, 1993) los helados son alimentos producidos mediante la congelación con o sin agitación de una mezcla pasteurizada compuesta por una combinación de ingredientes lácteos pudiendo contener grasas vegetales, frutas, huevo y sus derivados, saborizantes, edulcorantes y otros aditivos alimentarios (SSA, 1993 (Bravo González, 2015)). Los emulsionantes y proteínas son moléculas tensioactivas que actúan para mantener dos líquidos que no se mezclan de forma natural, en nuestro caso la grasa de leche y el agua. Una forma de dar estabilidad a las burbujas de una espuma es adicionando un agente estabilizante o tensoactivo.

La proteína de leche desempeña un papel crucial en su producción gracias a sus diversas funciones beneficiosas, como estabilizar las gotas de grasa a través de la repulsión estérica, interactuar con los emulsionantes en la interfaz, estabilizar las burbujas de aire y aumentar la viscosidad de la fase no congelada para evitar el crecimiento de cristales de hielo grandes, además de proporcionar valor nutricional (Dickinson, 2003; Goff & Hartel, 2013).

está directamente relacionada con su contenido en leche, pueden considerarse como una buena alternativa para contribuir al aporte dietético de calcio, la clasificación de los helados elaborados a base de leche en Colombia expuesta en la NTC 1239 se divide de la siguiente manera: Helado de crema de leche, Helado de leche, Helado de leche con grasa vegetal, Sorbete, el mayor contenido medio de calcio se encuentra en los helados de leche (148 mg/ 100 g), seguido de los helados de crema (99 mg /100g).

La leche es objeto de estudio debido a que actualmente se incrementó el porcentaje de personas

intolerantes a la lactosa, cabe destacar que existen alternativas de origen vegetal para poder sustituir a la leche de vaca como es la utilización de la leche de soya y sus derivados, constituyendo ésta en una excelente oportunidad para las personas que no toleran la lactosa por tanto se desarrolló un estudio sobre la “Elaboración de helado con diferentes concentraciones de leche de soya (Glycine max)”, añadieron la leche de soya en diferentes dosis: 20%, 40% 60% y 80%, determinaron las características fisicoquímicas, sensoriales y microbianas (Palomino Rayme, 2022).

Los endulzantes más comunes empleados por la industria son sucrosa y almidón de maíz hidrolizado. Los polisacáridos, como goma locus bean, goma guar, carboximetil celulosa y carrageninas se usan como estabilizantes, además la leche o agua es la fuente principal de agua en la formulación para balancear los componentes (Marshall et al. 2003; Goff 2016).

En las industrias que elaboran helados, los SNGL requeridos en la mezcla, son obtenidos por adición de leche descremada en polvo, leche entera en polvo, leche condensada y caseinato de sodio, entre otros (Cobos Rodríguez & Prada Alvarez, 2021).

Helados a base de Agua

Los helados son postres especialmente populares y preferidos, consumidos en temperaturas altas, diferentes tipos de helados son consumidos con mayor frecuencia por todos independiente de la edad que tengan (Petkova et al., 2022) La combinación de ingredientes y el proceso de fabricación determinan la calidad del helado, como leche, emulsionantes, estabilizadores, edulcorantes, y envejecimiento para lograr el sabor ideal. (Chamari et al., 2024; Durmaz et al., 2020; Mohammadi et al., 2011). Además la grasa que contiene el helado tradicional es portadora de sabores, determina su sabor y su consistencia y esponjosidad adecuadas (Przybylski et al., 2020).

Los colorantes naturales y alimentarios son importantes en postres de helados para mantener el tono de color, la estabilidad del pigmento es crucial durante la producción y almacenamiento, resistiendo a la oxidación y el calor. Algunos colorantes son sensibles al pH, especialmente la antocianina. Las emulsiones de color pueden impactar en la estabilidad del helado. Además, los colorantes deben cumplir con regulaciones legales específicas de cada mercado (Krahl et al., 2024) El sorbete es un tipo de helado elaborado con puré de frutas, jugo de frutas y/o agua y edulcorantes. El sorbete es bajo en calorías porque

no contiene grasa, crema ni proteína animal agregada (Ngamlerst et al., 2024; Palka & Skotnicka, 2022). Las propiedades prosalud de los sorbetes se originan de las frutas utilizadas para su producción, así como de la tecnología de procesamiento. El poder antioxidante de la fruta está estrechamente correlacionado con la presencia de eliminadores efectivos de radicales libres, como la vitamina C y los compuestos fenólicos (Giampieri et al., 2012; Neri et al., 2020; Palka & Wilczyńska, 2023).

Los sorbetes se pueden realizar con frutas enteras y dañadas, pueden ser utilizados para evitar desperdicios, gracias a su fácil preparación con tecnología, lo que hace que estén ampliamente disponibles en el mercado (Fayed et al., 2020; Medeiros & Bolini, 2021; Petkova et al., 2022). Los estabilizantes en los postres de helados aumentan sus beneficios para la salud y confiere a los productos características alimentarias funcionales. Como la inulina que es un prebiótico natural sustituto de la grasa, reduce el valor energético del producto. Puede ser un agente texturizante, mejorando la textura, la untabilidad, la estabilización, el espesamiento y también puede influir en el sabor y el aroma de los productos (Przybylski et al., 2020).

(Ogueke et al., 2010; Yasmin et al., 2015) sugieren que la inulina reduce la producción de toxinas por bacterias como *Clostridium* spp. y *Escherichia coli*, alivia los trastornos intestinales, aumenta la biodisponibilidad de minerales y tiene efectos beneficiosos en trastornos metabólicos como el hipercolesterolemia y la hiperglucemia (Przybylski et al., 2020). En los helados y las emulsiones lácteas batidas, la actividad superficial de los emulsionantes les permite adsorberse a la superficie de las burbujas de aire en las espumas, o a la superficie de las gotitas de aceite en las emulsiones, facilitando así la formación de burbujas y gotitas más pequeñas y ayudando a controlar la estabilidad. Los emulsionantes también juegan un papel en la nucleación de la cristalización de la grasa en los helados y la nata montada, y contribuyen a la estructura y estabilidad de estos productos al promover la coalescencia parcial que ayuda a estabilizar las espumas. (Euston & Goff, 2019).

Se utiliza una mezcla de polirricinoleato de poliglicerol (PGPR)-lecitina y goma guar (GG) o una mezcla de goma guar-goma tragacanto (GGGT) como emulsionante y estabilizador en las formulaciones en la heladería (Tekin et al., 2017). Los polisacáridos, como la goma guar y la goma de algarroba (LBG), se utilizan como estabilizadores en el helado para la inhibición de la recristalización del hielo (Li et

al., 2023). Con un mercado cada vez más competitivo y consumidores más exigentes, resulta de suma importancia encontrar alternativas más eficientes y diversificadas para mejorar la calidad de los helados. Un estudio desarrolló helados utilizando galactomanano de *Caesalpinia pulcherrima* como sustituto de los estabilizantes para evaluar sus propiedades y hacer una comparación con dos estabilizantes comúnmente utilizados (goma xantana y superligante neutro) (Passos et al., 2016).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio es de tipo revisión bibliográfica. La ruta metodológica está comprendida básicamente cuatro momentos: búsqueda, organización, sistematización y análisis de documentos relacionados con el tema efecto del neutro en la elaboración de helados a base de agua y leche.

La investigación está realizada en una selectiva revisión bibliográfica y un profundo análisis crítico de los datos obtenidos relacionado con el estudio. Para la localización de información relacionada con el tema se utilizaron varias bases de datos como: Scopus, Web of Science, Scielo, Google académico, Science Direct, etc. Gran parte de información cualitativa y cuantitativa proviene de diversos temas tanto primarias como secundarias como: libros, revistas, artículos, tesis, en donde se hizo una investigación exhaustiva haciendo referencia a los documentos encontrados.

Criterios de selección

Para el análisis se establecieron algunos criterios de selección entre ellos la utilidad para la recolección de información que se utilizó durante el proceso de investigación e establecieron los parámetros siguientes: La información con un nivel de validez alto es decir que sea reconocidos académicamente como libros, revistas, reportes técnicos, tesis donde el 80% pertenece a los últimos 6 años y el 20% corresponde a años anteriores esta información se recopiló de países nacionales e internacionales. Como criterios de búsqueda se incluyen los siguientes descriptores tanto en español como en inglés: *helados, estabilizantes, emulsionantes, neutro, helados de agua, helados de leche*. Estas palabras claves fueron combinadas en varias formas, con el objetivo de ampliar los criterios de búsqueda. Al realizar la búsqueda de los documentos, se preseleccionaron varios archivos de los cuales se escogió los que se centraban más a fin de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Helados a base de Leche

Tabla 1.

Autores	Título de investigación	Formulación de Helado	Métodos de Investigación	Resultados
Shane N.D. Lal, Charmian J. O'Connor Laurence Eyres b Showmore (Lal et 2006)	Aplicación de emulsionantes /estabilizadores en productos lácteos de alta reología.	El helado ha sido identificado como un sistema coloidal complejo y se compone de 10 a 17 % de grasa láctea, 13 a 17 % de azúcar, 8 a 11 % de masa seca de leche descremada (lactosa, proteínas, sales minerales), 0,2 a 0,5% de estabilizantes/agentes emulsionantes y el componente principal, agua. La fabricación de helado comienza con la formulación, pasteurización, homogeneización y enfriamiento de la premezcla en emulsión, seguido de aireación y congelación de la premezcla en un tamiz cilíndrico giratorio cuya superficie externa se remueve continuamente.	En esta revisión, se discute la aplicación de emulsionantes y estabilizantes en productos lácteos como la leche (leche líquida), el yogur y el helado. Cuando sea relevante se da una breve descripción de su producción, haciendo énfasis en el papel que juegan los emulsionantes y estabilizantes en la formación y estabilización del producto.	La nueva gama de productos lácteos de alta reología, como leche líquida funcionalizada, yogur y helado, ha sido desarrollada gracias a la incorporación de emulsionantes y estabilizadores. Estos aditivos han sido efectivos para mejorar la formulación de leche funcionalizada y la calidad de productos lácteos cultivados, como yogures. Aunque el análisis de composición no mostró cambios en la acidez y pH, el uso de emulsionantes aumentó el tiempo de flujo, siendo más alto con el 70% de α -monoglicéridos. Además, la viscosidad mejoró, lo que incrementó la suavidad y resistencia a la fusión, reduciendo la capacidad de batido. El tamaño de los cristales de hielo se redujo gracias al emulsionante, posiblemente por una menor tensión superficial.
Reihaneh Feizi , Kelvin K.T. Goh , Anthony N. Mutukumira (Feizi et al., 2021)	Efecto del mucílago de semillas de chíca como estabilizadores en helados	Las formulaciones de helado utilizadas en este estudio consistieron en 10% de grasa (p/p), 11% de sólidos lácteos descremados (NMS) (p/p), 12% de azúcar (p/p), 0,3% de vainilla (p/p) y el resto del agua. Otros ingredientes incluyeron mono-/diglicéridos (0,15%, p/p), CSG (0,1, 0,2, 0,3%, p/p) y goma guar (0,2%, p/p). (37,3% de grasa) se compró en un supermercado local.	De forma experimental. El rendimiento de extracción promedio de CSG obtenido en este estudio fue de $3,4 \pm 0,2\%$ (p/p) a una temperatura de extracción de 50 °C con una proporción semilla:agua de 1:20, lo que fue consistente con el informe de Capitani et al. (2015).	Se evaluó el potencial de diferentes concentraciones de mucílago de semilla de chíca como estabilizador en helados. La adición de CSG (0,2%) como estabilizante produjo un helado con características comparables o superiores a la muestra de control que contenía estabilizante comercial (goma guar). La tasa de exceso y fusión disminuyó al aumentar la concentración de CSG en las formulaciones de helado.

Tabla 2.

N°	Parámetro	Descripción														
	Autores	Verónica Gabriela Rivera Ruiz														
	Título de investigación	“Elaboración de helado de leche con la utilización de tres diferentes niveles de almidón de canna edulis yunga (achira yunga), como agente gelificante” (Rivera Ruiz Verónica Gabriela, 2014).														
		Formulación del helado.														
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ingredientes</th> <th>Cantidad (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Leche</td> <td>58</td> </tr> <tr> <td>Azúcar</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>Glucosa</td> <td>1.5</td> </tr> <tr> <td>Leche en polvo.</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Estabilizador para helado.</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>Crema líquida</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	Ingredientes	Cantidad (%)	Leche	58	Azúcar	16	Glucosa	1.5	Leche en polvo.	4	Estabilizador para helado.	0.5	Crema líquida	20
Ingredientes	Cantidad (%)															
Leche	58															
Azúcar	16															
Glucosa	1.5															
Leche en polvo.	4															
Estabilizador para helado.	0.5															
Crema líquida	20															
		Autor: (Rivera, 2014)														

	Métodos de investigación	<p style="text-align: center;">Análisis Físico químico Extracto Etéreo / Grasa Proteína Contenido acuoso Sólidos totales pH, Acidez</p> <p>Análisis sensorial: Se realizará una evaluación sensorial para determinar la aceptabilidad y las características sensoriales (aspecto sabor, dulzor, apariencia, color), del helado con adición de diferentes niveles de almidón de achira. El test utilizado fue el Rating Test de respuesta objetiva, seleccionando un panel conformado por 8 personas, todos dispuestos a proporcionar información, quienes juzgaron el producto durante 4 sesiones comprendidas en 4 días, en los cuales se degustó 4 tratamientos diferentes por sesión y todos los degustadores ensayaron todos los tratamientos, repitiéndose el mismo procedimiento por dos veces más cada vez que se elaboró el producto, previo a un plan estadístico.</p> <p style="text-align: center;">Análisis Microbiológico Recuento de mohos y levaduras Recuento de coliformes y E. coli</p>																														
	Resultados	<p>Los valores medios obtenidos del contenido de humedad del helado de leche no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$), por efecto de la inclusión de los niveles empleados de almidón de achira, observándose que la mejor opción es al utilizar el tratamiento control con una media de 90,74%, en relación a los tratamientos 25 y 45% con medias de 90,58%, 90,49% respectivamente, mientras tanto que el contenido más bajo de humedad registra el tratamiento T2 (35%), con media de 90,44%; Los resultados obtenidos del contenido de materia seca en el helado de leche presentaron diferencias altamente significativas.</p> <p style="text-align: center;">Análisis Sensorial:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Variable</th> <th>0%</th> <th>25%</th> <th>35%</th> <th>45%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Color</td> <td>15,42</td> <td>15,3</td> <td>6,17</td> <td>4,5</td> </tr> <tr> <td>Dulzor</td> <td>15,79</td> <td>15,74</td> <td>15,26</td> <td>15,01</td> </tr> <tr> <td>Sabor</td> <td>15,82</td> <td>15,67</td> <td>15,3</td> <td>15,27</td> </tr> <tr> <td>Apariencia</td> <td>15,23</td> <td>15,67</td> <td>14,64</td> <td>14,45</td> </tr> <tr> <td>Textura</td> <td>14,61</td> <td>15,05</td> <td>14,89</td> <td>14,85</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Autor: (Rivera, 2014)</p>	Variable	0%	25%	35%	45%	Color	15,42	15,3	6,17	4,5	Dulzor	15,79	15,74	15,26	15,01	Sabor	15,82	15,67	15,3	15,27	Apariencia	15,23	15,67	14,64	14,45	Textura	14,61	15,05	14,89	14,85
Variable	0%	25%	35%	45%																												
Color	15,42	15,3	6,17	4,5																												
Dulzor	15,79	15,74	15,26	15,01																												
Sabor	15,82	15,67	15,3	15,27																												
Apariencia	15,23	15,67	14,64	14,45																												
Textura	14,61	15,05	14,89	14,85																												

Helados a base de Agua

Tabla 3. Efecto de emulsionantes/estabilizantes en la elaboración de helados a base de agua.

Autor	Título de investigación	Formulación de helado	Métodos de investigación	Resultados
(Anchivilca Valentin, 2019)	Formulación y caracterización de helados tipo sorbete a base de pulpa de tamarindo (tamarindus indica L.) Enriquecido con ácido ascórbico	Para las formulaciones de los helados se utilizó como factores a la pulpa de tamarindo y al ácido ascórbico en concentraciones de 10%, 15% y 20%, y 0,3, 0,4 y 0,5% Respectivamente.	Análisis fisicoquímico, mecánico (viscosidad), funcional (overrun o aireado) y sensorial.	. Los resultados de ph (2,9 - 3,4), sólidos solubles totales (27 - 32°brix), y color (L^* entre 45 - 46, a^* entre 5,5 - 8,6; b^* entre 16,4 - 20,3; h^* entre 66,9 - 71,3 y c^* entre 17,3 - 22,1) evidenciaron ser influidos significativamente por la pulpa de tamarindo.
(Zhindon Macias, 2010)	Diseño del proceso para la elaboración de helados de fruta tipo sorbete	Composición del sorbete de mora: Agua: 272g Dextrosa: 150g Sacarosa: 73g Estabilizante: 5g Pulpa de mora: 500g	Se realizó un estudio de las características del producto, del proceso de producción y de los equipos necesarios para la nueva línea. Los métodos de investigación empleados incluyeron criterios de balance de materia y energía. Se utilizó métodos de van y tri para determinar si la negociación es rentable o no.	En función del análisis de factibilidad del proyecto, realizado mediante el método van y tir, se determinó que el proyecto debe ser aprobado. De acuerdo con las necesidades caloríficas del proceso, se determina que puede abastecer mediante el caldero de 30hp con el que actualmente cuenta la empresa para el proceso de descongelación y preparación de jarabe son 15hp.

<p>Tania Francisca Pérez Navarro</p>	<p>Formulación y caracterización de helados y sorbetes artesanales con adición de pulpa de tunas de colores</p>	<p>La mezcla base de los helados consistió en que para los sorbetes fue de 89,5 % de agua, 10 % de azúcar y 0,5 % de agar agar. Los helados seleccionados fueron aquellos con 25 % y 20% de pulpa y los sorbetes con 40% y 35 %, para tuna anaranjada y púrpura respectivamente.</p>	<p>Se determinaron las características químicas y físicas de la materia prima y los productos resultantes (color, ph, acidez, sólidos solubles, capacidad antioxidante, contenido de betalainas, peso específico, overrun). A ambos productos, se les realizó un análisis sensorial, para lo cual previamente un focus group determinó los atributos sensoriales a Medir.</p>	<p>En el caso de los sorbetes anaranjados, la preferencia, indica que sa40 fue el sorbete más preferido. La elección, al igual que los ensayos anteriores, estuvo dada por incluir la mayor adición de pulpa, ya que la calidad sensorial sólo indicó diferencias en intensidad de color. El sorbete elegido fue Sa40.</p>
<p>Erika Stefania Hidalgo Pogo</p>	<p>Obtención de goma de guarango (caesalpinia spinosa), para su aplicación como espesante en la elaboración de helados</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pulpa de frutilla: - Control: 1,5 g - Azúcar: - Control: 1,5 g - Agua: - Control: 55 g - Espesante: Control: 0.1 g 	<p>Es de carácter cuantitativo experimental debido a que se tiene variables medibles y ensayos experimentales aplicados en los varios métodos de extracción de la goma de guarango, en los análisis físicos y químicos y en la elaboración de helados.</p>	<p>Se puede observar los resultados de la prueba test de tuckey aplicada a los parámetros de caracterización en los helados en función de la adición de la goma. Concluyendo que existe diferencias significativas entre cada grupo analizado con excepción del parámetro de acidez y ph.</p>

4. DISCUSIONES

(Chen et al., 2019), revela cómo el aislado de proteína de soja y sus hidrolizados influyen en la estructura del helado, destacando el impacto de la composición proteica en la desestabilización de la grasa y la tasa de fusión mientras que (Chicaiza Vilca Dario Javier & Toapanta Guasgua, n.d.) mencionan que la leche de soja tiene un gran beneficio para el estudio investigativo y su aplicación en productos alimentarios. Además, (Ceron Cevallos Geovanni & Cevallos Ortiz Camilo, 2007) comentan que se determinó que la formulación adecuada para el helado de soja tipo paleta es 20% de aceite de soja, 10% de leche de soja en polvo, 0.3% de estabilizante y 53% de leche de soja líquida.

Ávalos R. realiza varios análisis para la elaboración de helados. Además, varios autores realizaron pruebas estadísticas y características tanto fisicoquímicas, sensoriales, viscosidad, densidad y nutricionales como son Ilansuriyan et al, también teniendo estudios de la utilización de diferentes emulsionantes y estabilizantes como Shane ND, Vargas, R et al (2022) mencionan dos estabilizantes comerciales utilizados (EE), y Reihaneh F et al utilizando mucilago de chia como estabilizador.

Por otro lado, existen algunos resultados acerca de helados a base de agua que se asemejan a los demás autores como las características fisicoquímicas, sensoriales y nutricionales en los sorbetes y helados.

Un claro ejemplo se muestra en los estudios de Tania Francisca Pérez Navarro ,Luis Alberto Andino Valdivieso y Erika Andrea Villacis Barba los cuales se centraron en las características fisicoquímicas, en el análisis sensorial de sorbetes y helados con distintas materias. También las investigaciones de Stuart Dirck Anchivil Ca Valenti N y Mark Santiago se enfocan en la calidad funcional y nutricional del producto.

Sin embargo, Erika Sofía Hidalgo Pacheco y F. Rincón,S. Mayer conjunto con G. León De Pinto,M. Martínez y Dayanny Baena García ,Nataly Muñoz Osorio ,Karelis Peñaloza Jimenez realizan evaluaciones sensoriales como del pH y grados brix de helado sabor a fresa. Además, varios autores utilizaron pruebas estadísticas para calcular las variables independientes de los productos. Las investigaciones cuentan con una metodología muy estricto, con ello validar los resultados.

5. CONCLUSIONES

Los resultados mostraron que la formulación y el procesamiento del helado, por ejemplo, utilizando diferentes concentraciones de almidón de achira yunga y proteína de soja, afectaron significativamente las propiedades físicas y sensoriales del producto final

incluyendo aspectos como la estabilidad del hielo, la textura y la velocidad de fusión.

Las investigaciones muestran que la calidad y aceptabilidad del helado se pueden mejorar significativamente optimizando los ingredientes y la formulación adecuada. Además, las investigaciones destacan la importancia de considerar aspectos nutricionales y sensoriales a la hora de desarrollar nuevos productos.

El estudio realizado en la Formulación y caracterización de helados y sorbetes artesanales con adición de pulpa de tunas de colores se obtuvo el mejor resultado el sorbete de tuna anaranjada con el 40% de pulpa (SA40), además fue el más preferido por los consumidores en los análisis sensoriales.

Según los datos obtenidos en los resultados del efecto de la sustitución de azúcar por edulcorantes en las propiedades organoléptica del helado de agua sabor a fresa indicaron que el tratamiento 3 con 100% azúcar fue el mejor valorado, seguido por el tratamiento 05 con 25% azúcar y 75% aspartame, demostrando que la combinación de azúcar y edulcorantes puede mantener la aceptabilidad sensorial del producto.

6. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Ávalos Rodríguez, R. G. (2018). Evaluación de dos emulsificantes y tres proporciones de mezclas de helado y yogur en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de helado de yogur sabor café. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/2aa1009a-8343-4709-9316-e1182f57204c/content>
- Bravo González, A. M. (2015). ELABORACIÓN DE HELADITOS TRADICIONALES A BASE DE LECHE DE CABRA EN LA CIUDAD DE LA PAZ, B.C.S. <https://biblio.uabcs.mx/tesis/te3411.pdf>
- Cobos Rodriguez, D. L., & Prada Alvarez, Y. G. (2021). EVALUACIÓN DEL EFECTO TECNOLÓGICO DE LA ALBÚMINA DE HUEVO EN POLVO COMO ESTABILIZANTE EN UN HELADO DE CREMA. https://doi.org/https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1736&context=ing_alimentos
- Dickinson, E. 2009. Hydrocolloids as emulsifiers and emulsion stabilizers. *Food Hydrocolloid*, 23(3):1473-1482.
- Durmaz, Y., Kilicli, M., Toker, O. S., Konar, N., Palabiyik, I., & Tamtürk, F. (2020). Using spray-dried microalgae in ice cream formulation as a natural colorant: Effect on physicochemical and functional properties. *Algal Research*, 47, 101811. <https://doi.org/10.1016/J.ALGAL.2020.101811>
- Euston, S. R., & Goff, H. D. (2019). Emulsifiers in Dairy Products and Dairy Substitutes. In *Food Emulsifiers and their Applications: Third Edition*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-29187-7_7
- Fayed, A., Abo El-Naga, M., Khallaf, M., & Eid, M. (2020). VALUE ADDITION TO FROZEN DESSERTS THROUGH INCORPORATION OF PUMPKIN SOLIDS AND UF MILK PERMEATE. *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*, 28(3), 857-870. <https://doi.org/10.21608/ajs.2020.153600>
- Giampieri, F., Tulipani, S., Alvarez-Suarez, J. M., Quiles, J. L., Mezzetti, B., & Battino, M. (2012). The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health. *Nutrition*, 28(1), 9-19. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2011.08.009>
- Goff, H. y Hartel R. (2013). "Ice cream". Springer Science Business Media New York, USA.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. 2002. Norma Técnica Colombiana NTC 1239 Helados. ICONTEC, Bogotá. 18 p.
- Krahl, T., Fuhrmann, H., & Dräger, S. (2024). Ice cream. *Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages: Industrial Applications for Improving Food Color*, Second Edition, 283-293. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99608-2.00020-3>
- Li, M., Reeder, M. W., & Wu, T. (2023). Ice recrystallization inhibition and acceleration by cellulose nanocrystals in the presence of anionic and neutral polymers. *Food Hydrocolloids*, 145, 109127. <https://doi.org/10.1016/J.FOODHYD.2023.109127>
- Marshall, R., Goff, H. y Hartel, R. 2003," Ice Cream", 6ta Edición, Editor Springer, Estados Unidos, pp. 77,78.
- Medeiros, A. C. de, & Bolini, H. M. A. (2021). Plant-based frozen desserts: temporal sensory profile and preference. *Brazilian Journal of Food Technology*, 24. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.03720>
- Mohammadi, R., Mortazavian, A. M., Khosrokharvar, R., & da Cruz, A. G. (2011). Probiotic ice cream: viability of probiotic bacteria and sensory properties. *Annals of Microbiology*, 61(3), 411-424. <https://doi.org/10.1007/s13213-010-0188-z>
- Neri, L., Faieta, M., Di Mattia, C., Sacchetti, G., Mastrocola, D., & Pittia, P. (2020). Antioxidant Activity in Frozen Plant Foods: Effect of Cryoprotectants, Freezing Process and Frozen Storage. *Foods*, 9(12), 1886. <https://doi.org/10.3390/foods9121886>

17. Ngamlerst, C., Kosum, S., Chomshome, N., Aukkanit, N., Kaewyai, K., Promyos, N., & Masavang, S. (2024). Development of Thai-taste maoberry (*Antidesma bunius* (L.) Spreng.) vegan sorbet from fruit of different maturities with added inulin: Physicochemical and antioxidant properties. *International Food Research Journal*, 31(2), 433–442. <https://doi.org/10.47836/ifrj.31.2.14>
18. Ogueke, C. C., Owuamanam, C. I., Ihediohanm, N. C., & Iwouno, J. O. (2010). Probiotics and Prebiotics: Unfolding Prospects for Better Human Health. *Pakistan Journal of Nutrition*, 9(9), 833–843. <https://doi.org/10.3923/pjn.2010.833.843>
19. Palka, A., & Skotnicka, M. (2022). The Health-Promoting and Sensory Properties of Tropical Fruit Sorbets with Inulin. *Molecules*, 27(13), 4239. <https://doi.org/10.3390/molecules27134239>
20. Palomino Rayme, M. S. (2022). ADICIÓN DE HOJUELAS DE KIWICHA (*Amaranthus caudatus*) AL HELADO TIPO CREMA Y SU EFECTO EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS, FUNCIONALES Y SENSORIALES. <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/eb1ac9f6-8017-47ae-b006-10219ee0dfe1/content>
21. Passos, A. A. C., Sá, D. M. A. T., De Moraes, G. M. D., Da Silva Chacon, L. S., & Braga, R. C. (2016). Evaluation of incorporating galactomannan from *Caesalpinia pulcherrima* into ice cream and comparison with commercial stabilizers | Avaliação da incorporação de galactomanana de *Caesalpinia pulcherrima* em sorvetes e comparação com estabilizantes comerciais. *Revista Ciencia Agronomica*, 47(2), 275–282. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20160032>
22. Petkova, T., Doykina, P., Alexieva, I., Mihaylova, D., & Popova, A. (2022). Characterization of Fruit Sorbet Matrices with Added Value from *Zizyphus jujuba* and *Stevia rebaudiana*. *Foods*, 11(18), 2748. <https://doi.org/10.3390/foods11182748>
23. Przybylski, W., Sionek, B., Jaworska, D., Spychalska, A., & Rupińska, M. (2020). Wpływ dodatku inuliny na jakość sorbetów owocowych i warzywnych. *Zywnosc Nauka Technologia Jakosc/Food Science Technology Quality*, 124(3), 66–76. <https://doi.org/10.15193/zntj/2020/124/348>
24. Tekin, E., Sahin, S., & Sumnu, G. (2017). Physicochemical, rheological, and sensory properties of low-fat ice cream designed by double emulsions. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 119(9). <https://doi.org/10.1002/ejlt.201600505>
25. Wenpu, C., Guijiang, L., Xiang, L., Zhiyong, H., Maomao, Z., Daming, G., . . . Jie, C. (2019). Effects of soy proteins and hydrolysates on fat globule coalescence and meltdown properties of ice cream (Vol. 94). <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.02.045>
26. Yasmin, A., Butt, M. S., Afzaal, M., van Baak, M., Nadeem, M. T., & Shahid, M. Z. (2015). Prebiotics, gut microbiota, and metabolic risks: Unveiling the relationship. *Journal of Functional Foods*, 17, 189–201. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.05.004>

LA ECONOMÍA AGRÍCOLA Y LA TEORÍA GENERAL DE KEYNES

AGRICULTURAL ECONOMICS AND KEYNES' GENERAL THEORY

	¹ Álvaro Andrés Auquilla Ordóñez *	andres.auquilla.ordonez@gmail.com
	² María José Chávez Villacrés	majocv2587@gmail.com
	³ Luis Armijo Auquilla Belema	lauquilla@uea.edu.ec
	⁴ César Fernando Padilla Palacios	cpadillapalacios2712@hotmail.com

^{1, 3, 4} Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Vida, Puyo, Ecuador.

² Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca, Quito, Ecuador.

E-mail: * andres.auquilla.ordonez@gmail.com

RESUMEN

Este trabajo aborda la relación entre la economía agrícola y la teoría general de Jhon Maynard Keynes, centrado, en cómo los principios keynesianos pueden aplicarse al sector agrícola. El objetivo fue analizar los conceptos clave de la teoría keynesiana, principalmente la demanda agregada, el equilibrio macroeconómico y la intervención estatal. Se adoptó la metodología PRISMA para realizar una revisión sistemática de investigaciones publicadas entre 2014 y 2024. Los resultados señalan que principalmente el sector agrícola es un pilar fundamental en las economías en desarrollo, al constituirse como su principal fuente de desarrollo económico, y por ende su estabilidad es crucial para el bienestar de las naciones. El incentivo de la demanda agregada, a través de políticas económicas expansivas, incentivos fiscales y tributarios, multiplicador del gasto público en la agricultura, entre otras; han permitido que la economía agrícola no colapse y entre en crisis a lo largo de los años. La principal conclusión es que los postulados y principios del keynesianismo adaptados a la actualidad de las realidades agrícolas de cada una de las regiones, pueden ser clave para garantizar la estabilidad y el crecimiento sostenible de este sector económico.

Palabras clave: *Economía agrícola; Keynes, keynesianismo, crecimiento sostenible, desarrollo económico.*

John Maynard Keynes, focusing on how Keynesian principles can be applied to the agricultural sector. The objective was to analyze the key concepts of Keynesian theory, mainly aggregate demand, macroeconomic equilibrium and state intervention. The PRISMA methodology was adopted to conduct a systematic review of research published between 2014 and 2024. The results indicate that the agricultural sector is a fundamental pillar in developing economies, as it is the main source of economic development, and therefore its stability is crucial for the welfare of nations. The incentive of aggregate demand, through expansive economic policies, fiscal and tax incentives, public spending multiplier in agriculture, among others, have allowed the agricultural economy not to collapse and enter into crisis over the years. The main conclusion is that the postulates and principles of Keynesianism, adapted to the current agricultural realities of each of the regions, can be key to guaranteeing the stability and sustainable growth of this economic sector.

Palabras clave: *Agricultural economics; Keynes, Keynesianism, sustainable growth, economic development.*

1. INTRODUCCIÓN

La agricultura ha sido históricamente uno de los sectores económicos más importantes en varias regiones a nivel mundial, de manera especial en las naciones que son denominadas como economías en desarrollo. Su desarrollo, crecimiento y estabilidad han garantizado la soberanía alimentaria de cada uno de estos países, por otro lado han influido de manera directa o indirecta en otros sectores de la economía mediante la oferta y demanda de insumos necesarios

ABSTRACT:

This paper addresses the relationship between agricultural economics and the general theory of

para el desarrollo de la actividad agrícola. Empero, el sector de la economía agrícola está sometido a grandes fluctuaciones como consecuencia del clima, preferencias de consumo y volatilidad de precios internacionales.

La transformación económica de los países en desarrollo de ingresos bajos y medios y explora los medios para acelerar el crecimiento agrícola y la reducción de la pobreza (1). La teoría keynesiana señala que el estado puede asistir a la economía nacional a través de diversas herramientas dentro de su política monetaria o política fiscal, y de esta forma incentivar la demanda agregada; o a su vez con políticas fiscales contractivas o restrictivas con el principal objetivo de disminuir la demanda agregada.

Las asistencias financieras y técnicas son dos instrumentos públicos diferentes que se utilizan para corregir fallas del mercado y facilitar la innovación eficiente mediante la reducción de los gastos de investigación y desarrollo (I+D) (2).

Los conceptos de la teoría general de Keynes y su relación con la economía agrícola en los actuales sistemas económicos, con sus diferentes interacciones con el sector de la innovación y desarrollo, siguen teniendo vigencia a pesar de que cada vez las economías mundiales están dejando de ser primarias. Este documento tiene como objetivo realizar una revisión sistémica de los conceptos y postulados del keynesianismo en la economía agrícola. Se analizarán enfoques que integren equilibrio macroeconómico e intervención estatal.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Estrategia de Búsqueda y Recopilación de Datos

Para la presente investigación, se aplicó una estrategia basada en el protocolo metodológico denominado *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*, conocido por sus siglas en inglés como PRISMA, de esta manera garantizar la revisión sistemática documental, el por qué de la revisión, qué hicieron los autores y qué encontraron (3). Se efectuaron indagaciones profundas en múltiples bases de datos académicas de alto impacto, como Scopus, ScienceDirect, y PubMed. También, se recurrió a bases de datos regionales como Scielo y Latindex Catálogo; en conjunto con Google Académico, para asegurar cubrir de manera global los estudios realizados.

El conjunto de palabras utilizadas en la búsqueda

incluyeron “*agricultural economics*”, “*Keynes`General Theory*”, “*keynesianism*”, “*aggregate demand*”, “*sustainable growth*”. Se utilizaron de manera conjunta operadores booleanos “OR” para incluir variables temáticas y “AND” para relacionar conceptos entre sí. No se utilizaron estudios sin relevancia y para ello se utilizó el operador “NOT”. Con estos antecedentes, la búsqueda se centró en estudios e investigaciones recientes que tratan las aplicaciones de los postulados y conceptos de la Teoría General de Keynes en la economía agrícola.

Parámetros de inclusión y exclusión

Inclusión:

Investigaciones publicadas entre 2014 y 2024.

Artículos originales en inglés o español.

Estudios empíricos que aborden las interacciones entre la economía agrícola y la Teoría General de Keynes.

Estudios que cualifiquen o cuantifiquen el impacto de los postulados keynesianos en la economía agrícola.

Exclusión:

Metaanálisis.

Cartas al editor.

Revisiones documentales.

Proceso de selección

Dos revisores externos e independientes procedieron a realizar la selección de investigaciones en dos etapas:

Resumen y título: Se eliminaron las investigaciones que no cumplieran con los parámetros de inclusión.

Texto completo: Las investigaciones escogidas en el paso anterior, fueron valoradas a detalle, con el fin de comprobar si cumplieran con todos los parámetros de inclusión y exclusión.

De no existir concordancia entre los revisores, se estableció una discusión o a su vez, un tercer revisor fue consultado.

3. RESULTADOS

En esta sección se demuestran los hallazgos encontrados en el presente estudio sobre la interacción de la economía agrícola y la Teoría General de Keynes, centrados en el equilibrio económico y la intervención estatal, reveló que los postulados que nacieron con la economía keynesiana en 1963, son la base estructural de la macroeconomía al día de hoy. Si bien es cierto se adoptan ciertos conceptos microeconómicos que son parte de la nueva economía keynesiana como la pegosidad, inercia o rigidez de precios y salarios, es decir, que ni precios ni salarios responden de manera inmediata a cambios en el mercado (4).

Los resultados están organizados en cuatro categorías principales que engloban la demanda agregada, el equilibrio económico y la intervención estatal. Cada una de estas categorías presenta una discusión que resume e ilustra cómo los postulados y conceptos del keynesianismo se aplican en la economía agrícola, además centran su pensamiento en la idea de que la demanda agregada es el motor principal de la actividad económica (5). Keynes argumenta que, en épocas de recesión o contracción de la demanda, es el estado quien debe tomar el papel de interventor en la economía, con el principal objetivo de estimular la demanda agregada a través del gasto público (6).

1. *El rol del estado y la estabilización de la economía agrícola.*

Uno de los principales postulados del keynesianismo es la intervención del estado. En la economía agrícola, el gobierno juega un papel crucial al momento de realizar compras públicas de los excedentes del sector agrícola, en la creación estratégica de bancos de alimentos y la regulación de precios en los productos. A través de estas políticas el gobierno controla los shocks de oferta y demanda que comunmente afectan al sector (7).

Por ejemplo, cuando un país se encuentre en años de sobreproducción, el estado puede comprar este exceso de producción para evitar el desplome de precios, y contruir un banco de alimentos para tiempos de escasez, y de este modo mitigar una inflación excesiva en los precios de los alimentos.

2. *Demanda agregada y precios agrícolas:*

La teoría de Keynes señala que la demanda agregada determina el nivel general de producción y empleo de una economía, a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Oferta Agregada} = \text{Demanda Agregada} \tag{1}$$

$$\text{Oferta Agregada} = \text{Producto Interno Bruto (PIB)} \tag{2}$$

$$\text{Demanda Agregada} = C + I + G + (X - M) \tag{3}$$

Donde:

C: Consumo.

I: Inversión.

G: Gasto Público.

X: Exportaciones.

M: Importaciones

Resulta:

$$\text{PIB} = C + I + G + (X - M) \tag{4}$$

En el contexto de la economía agrícola, un descenso en la demanda agregada a nivel nacional, regional o mundial puede conllevar una caída en los precios del sector agrícola, por ende esto desincentiva la producción. La caída de precios en productos lácteos, en granos o cereales afecta de manera grave a los pequeños agricultores, quienes de por sí ya operan con márgenes limitados (8). En este contexto, una política fiscal expansiva (incremento del gasto público) encaminada a incentivar la demanda de productos agrícolas puede estabilizar los precios, y los agricultores recibir los ingresos adecuados.

3. *Inversión en el sector agrícola.*

Para Keynes, la inversión es un factor crucial en el crecimiento económico. En el sector agrícola, la inversión en tecnología, infraestructura de riego y fertilizantes puede aumentar la productividad y mitigar los efectos de la variabilidad climática (9). No obstante, debido a la naturaleza cíclica y a los riesgos propios del sector, los inversores privados suelen ser reticentes a financiar proyectos agrícolas. En este escenario, el Estado puede desempeñar un papel clave al ofrecer subsidios, créditos blandos o incentivos fiscales para fomentar la inversión en el sector agrícola.

4. *El multiplicador del gasto público en la economía agrícola.*

El concepto del multiplicador keynesiano es relevante en el sector agrícola. El gasto público dirigido a infraestructuras agrícolas (caminos rurales, sistemas de riego, almacenamiento) no solo mejora la productividad, sino que también genera efectos multiplicadores positivos en la economía rural (10). Al aumentar los ingresos de los agricultores, se incrementa su capacidad de gasto en bienes y servicios locales, lo que dinamiza la economía rural y reduce la pobreza.

4. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio coinciden en su mayoría con economistas que han adoptado un pensamiento keynesiano para establecer los medios e instrumentos para lograr un crecimiento económico sostenible como en el trabajo publicado por Delgado - Martínez (11). La discusión de los resultados obtenidos permite reflexionar sobre las implicaciones de aplicar los principios keynesianos en el ámbito agrícola, así como los ajustes necesarios para adaptar la teoría a las particularidades de este sector.

En primer lugar, un hallazgo clave es que la intervención estatal, central en la teoría keynesiana, tiene un impacto significativo en la estabilización de los precios agrícolas y la mejora de los ingresos rurales. Las políticas de apoyo, como las compras gubernamentales de excedentes agrícolas o la implementación de precios mínimos garantizados, pueden mitigar los efectos negativos de la volatilidad propia de los mercados agrícolas. Estos mecanismos coinciden con el enfoque keynesiano de utilizar el gasto público para contrarrestar las deficiencias de la demanda agregada. No obstante, se observa que estas políticas pueden ser difíciles de implementar en economías con recursos fiscales limitados, lo que sugiere la necesidad de evaluar la sostenibilidad fiscal a largo plazo de dichas intervenciones.

En línea con la teoría, los efectos multiplicadores de estas inversiones pueden mejorar significativamente el bienestar de las zonas rurales, estimulando el consumo y la actividad económica local. Sin embargo, la efectividad del multiplicador en el sector agrícola puede verse atenuada por problemas de oferta, como la degradación del suelo o la falta de acceso a tecnologías avanzadas.

5. CONCLUSIONES

Este artículo ha examinado las herramientas desde el lado económico y su enfoque keynesiano para entender y abordar los desafíos de la economía agrícola en la actualidad. Mediante la intervención del estado a través del desarrollo de políticas públicas que sean aplicadas de acuerdo al contexto que esté atravesando el sector. Generar un estímulo estratégico en la demanda, podría mitigar los ciclos de sobreproducción y la volatilidad de precios que afectan en gran magnitud a la economía agrícola. Sin embargo, es importante reconocer las limitaciones del enfoque keynesiano y complementarlo con políticas de la escuela económica neoclásica que abordan los problemas de oferta y las especificidades del sector agrícola. Una combinación de políticas keynesianas adaptadas a las realidades agrícolas puede ser clave para garantizar la estabilidad y el crecimiento sostenible de este sector crucial para el desarrollo económico.

6. AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Estatal Amazónica y al Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca.

7. CONFLICTO DE INTERESES

Los autores de este documento declaran no tener conflicto de intereses.

8. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Mellor JW. Agricultural Development and Economic Transformation: Promoting Growth with Poverty Reduction Barrett C, editor. New York: Palgrave Macmillan; 2017. <https://doi.org/10.1111/1467-8489.12302>
2. Doan AT, Khan A, Holmes S, Tran T. SMEs' efficiency in a transitional economy: does innovation and public support schemes matter? *Journal of the Asia Pacific Economy*. 2021 Julio; 28(3). DOI: 10.1007/978-3-319-65259-7_2.
3. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Hoffman TC, Mulrow CD. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Revista Española de Cardiología*. 2021 September; 74(9). <https://doi.org/10.1016/j.rec.2021.07.010>.
4. Baquedano Gomollón CD. Rigidez nominal de salarios y mercado Economía Fd, editor. Zaragoza: Universidad de Zaragoza; 2020.
5. Zeigler MM, Steensland A. Participatory farmer research and exploring the phytobiome: Next steps for agricultural productivity growth. *Russian Journal of Economics*. 2022 March; 8(1). DOI: 10.1007/978-3-319-65259-7_3.
6. Aihounon G, Christiaensen L. Does agricultural intensification pay in the context of structural transformation? *Food Policy*. 2023 December; 122. DOI: 10.1007/978-3-319-65259-7_3.
7. Seyoum B. State Fragility, Business, and Economic Performance Palgrave Macmillan C, editor. Florida: Universidad Nova Southeastern; 2024. DOI: 10.1007/978-3-319-65259-7.
8. Muoghalu LN, Akanwa AO. Ecological Intensification of Natural Resources for Sustainable Agriculture Springer, editor. Singapur: Biomedical and Life Sciences; 2021. DOI: 10.1007/978-981-33-4203-3_15.
9. Norton GW. Lessons from a Career in Agricultural Development and Research Evaluation. *Applied Economic Perspectives and Policy*. 2020 April; 42(2). DOI: 10.1007/978-3-319-65259-7.
10. Das N, Kapoor R. Assessing labour freedom in agriculture: Developing world perspective fo-



- cusing on India. Journal of Public Affairs. 2024 March; 24(2). DOI: 10.1007/978-3-319-65259-7.
11. Delgado Martínez MJ. J. M. KEYNES: CRECIMIENTO ECONÓMICO Y DISTRIBUCIÓN DEL INGRESO. Revista de Economía Institucional. 2014 June; 16(30). ISSN 0124-5996



epoch

Facultad
de Ciencias
Pecuarias



RECIENA

Revista Científica Agropecuaria

Líneas de investigación:

Ciencias agrícolas y agroindustriales

Ciencias zootécnicas y biológicas

Ciencia e ingeniería de Alimentos

Ciencia e ingeniería de biomateriales

Medicina animal

Procesos agropecuarios y agroindustriales

Economía, gerencia y negocios agropecuarios

Aplicaciones de otras ciencias a estas áreas.

✉ **Información:** reciena.fcp@epoch.edu.ec

epoch.edu.ec