



epoch

Facultad
de Ciencias
Pecuarias

RECIENA

Revista Científica Agropecuaria



Vol. 4

Núm. 02

ISSN 2773-7608

Abril 2024

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.



latindex
catálogo 2.0





ISSN: 2773-7608

RECIENA.

Licencia Internacional Creative Commons

Reconocimiento - No Comercial - Sin Obra Derivada (by-nc-nd)



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

Volumen 5 / Número 2 Abril 2024

Contenido

1	PRESENCIA DE TOXOPLASMA GONDII EN SUERO SANGUÍNEO DE GANADO BOVINO EN EMPRESAS DE RASTRO Autor Juan Ramón, Paola Ortiz, Fabián Aguilar, Omar Andrade, Andrea Vintimilla, Marco Picón, Alex Villafuerte, Andrés Haro Haro	6 - 10
2	DETERMINACIÓN DE MICROORGANISMOS PATÓGENOS DEL CHIRIUCO Y LECHUGA DEL HORNADO EXPENDIDO EN EL CANTÓN RIOBAMBA Cardozo, Guamán N., López, Salazar J., Díaz, Monroy B.	11 - 20
3	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE GRANOLA FORMULADA CON TROPAEOLUM TUBEROSUM Y OXALIS TUBEROSA Yadira Elena Álvaro Hernández, Ana Lucia Chafra Moina, Carla Viviana Haro Velastegui.	21 - 28
4	EVALUACIÓN DE LA HORMONA (bST) SOBRE EL PORCENTAJE DE CONCEPCIÓN EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS SINCRONIZADAS CON EL PROTOCOLO OVSYNCH Cristian Guilcapi, José Trujillo, Hermenegildo Díaz, Fabián Almeida.	29 - 36
5	CONSUMO RESIDUAL DE ALIMENTO (RFI) EN LA RAZA CHAROLAIS Julio Usca, Ivan Flores, Mauricio Chavez, Maria Baquero.	37 - 43
6	ANÁLISIS COMPARATIVO DEL EFECTO DE 3 TRATAMIENTOS (AD3, ESTRADIOL+AD3 Y ESTEROIDE ANABÓLICO+AD3) EN LA GANANCIA DE PESO EN DISTINTAS RAZAS DE GANADO BOVINO Jumbo Moreira, Jimmy Raphael, Rodríguez Arévalo Andrés Francisco, Guerrero Arrieta, Katherine Geovanna, Villagomez Barreno, Jessica Katherine, Campoverde Santos, Carlos Miguel, Criollo Cantos, Andrea Fernanda.	44 - 50
7	DETERMINACIÓN SÉRICA DE MICROMINERALES EN VACAS VACÍAS Y GESTANTES DE LA RAZA BRAHMAN Ricardo Andrés Moreno Ruiz, Yolanda Mercedes Cedeño Prócel, Juan Alberto Vargas Tipán, Arnulfo Rigoberto Portilla Narváez, Diego Fernando Luna Narváez.	51 - 58
8	IDENTIFICACIÓN MORFOLÓGICA DE PARÁSITOS DE INTERÉS VETERINARIO Kerly Sánchez, Andrés Arguello, Bryan Arévalo, Mileska Cárdenas, Ana Lucía Navarrete, Solange Vaca, Pamela Vinuesa.	59 - 67
9	USO DE ACEITES ESENCIALES EN LA CONSERVACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS Aguiar Santiago, Chicaiza Edgar.	68 - 77
10	VALORACIÓN BROMATOLOGICA DE LA HARINA DE CASCARA DE CACAO Y NACEDERO EN LA FORMULACIÓN DE UN BALANCEADO María Soledad Molina Pinza, Ivan Patricio Salgado Tello, Julio Enrique Usca Mendez, Pablo Antonio Mancheno Neira.	78 - 87



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



epoch

Facultad
de Ciencias
Pecuarias

Comité:

EDITORA GENERAL:

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

EDITOR JEFE:

Msc. Carlos Andrés Mancheno (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador).

MIEMBROS COMITÉ EDITORIAL

Gira Duarte García (Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria, Cuba)

Hugo López Insunza (Universidad Autónoma de Sinaloa, México)

José Miranda Yuquilema (Universidad de Cuenca, 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)

Juan Carlos Llivi (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador)

Santiago Valle (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador)

Wilian Bravo (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador)

COMISIÓN DE SOPORTE

Suporte editorial y logístico:

Nora Tahirí Mejía (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador)

Diseño portada, contraportada y diagramación:

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

PRESENCIA DE TOXOPLASMA GONDII EN SUERO SANGUÍNEO DE GANADO BOVINO EN EMPRESAS DE RASTRO

PRESENCE OF TOXOPLASMA GONDII IN BLOOD SERUM OF CATTLE IN SLAUGHTER CENTERS

	¹ Juan Ramón*	juan.ramonez@ucuenca.edu.ec
	¹ Paola Ortiz	paola.ortizm@ucuenca.edu.ec
	¹ Fabián Aguilar	fabian.aguilar@ucuenca.edu.ec
	¹ Omar Andrade	omar.andrade@ucuenca.edu.ec
	¹ Andrea Vintimilla	andrea.vintimillar@ucuenca.edu.ec
	¹ Marco Picón	marco.picon@ucuenca.edu.ec
	² Alex Villafuerte	avillafuerte@esPOCH.edu.ec
	^{1, 3} Andrés Haro Haro	andresharo86@hotmail.com

¹ Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencia Agropecuarias, Departamento de Ciencias Veterinarias, Cuenca, Ecuador.

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

³ Departamento del Conocimiento Ganadero, Consultora independiente Milk and Meat, Riobamba, Ecuador.

E-mail: * juan.ramonez@ucuenca.edu.ec

RESUMEN

Considerables enfermedades infecciosas como la toxoplasmosis se desarrollan por replicación sexual en mamíferos, incluidos bovinos y el humano. En el ganado bovino puede causar abortos, fiebre, inapetencia, patologías respiratorias y alteraciones del sistema nervioso. Esta investigación tuvo como objetivo analizar la presencia de animales seropositivos a *Toxoplasma gondii* antes del sacrificio del ganado bovino en la Provincia del Azuay-Ecuador. Se muestrearon 148 animales y se identificaron anticuerpos mediante la técnica ELISA. El estudio mostró 48 bovinos seropositivos, con una frecuencia relativa de 33% de animales serorreactivos a *Toxoplasma gondii*. Conjuntamente, se detectó una frecuencia positiva a la presencia de la enfermedad entre grupos de bovinos menores y mayores a 24 meses de edad. La frecuencia relativa de portadores de la enfermedad antes del sacrificio en distintas regiones es del 35% en el cantón Girón definiéndose como la zona de mayor incidencia de animales infectados y portadores de la enfermedad. Entre los grupos de bovinos faenados se incrementa la frecuencia seropositiva por diferencia de sexo y región, por ello, se considera a la toxoplasmosis como una enfermedad invasiva a nivel mundial y de fácil transmisión para los seres humanos por parte ganado bovino.

Palabras clave: *Toxoplasmosis; seropositividad; serorreactividad; bovinos; factores de riesgo.*

ABSTRACT

Infectious diseases such as toxoplasmosis develop by sexual replication in mammals, cattle and humans. In cattle it can cause abortions, fever, low feed intake, respiratory pathologies and nervous system disorders. The objective of this study was to analyze the frequency of bovines seropositive to *Toxoplasma gondii* before slaughter, in slaughterhouses in the Province of Azuay-Ecuador. From three areas, 148 animals were sampled and antibodies were identified using the ELISA technique. The study showed 48 seropositive cattle and a relative frequency of 33% of animals seroreactive *Toxoplasma gondii*. Together, a positive frequency of carrying the disease was observed among groups of cattle under and over 24 months of age. The frequency of carrying the disease by region before slaughter shows a 35% relative frequency in Giron slaughterhouse, defined as the area with the highest incidence of infected animals and carriers of the disease. Among the groups of cattle slaughtered, the seropositive frequency increases due to differences in gender and Region, therefore, toxoplasmosis is considered an invasive disease Worldwide and easily transmitted to humans by animals.

Keywords: *Toxoplasmosis; seropositivity; cattle; risk factors.*

1. INTRODUCCIÓN

La toxoplasmosis es una enfermedad zoonótica y puede alcanzar una mortalidad del 10% en humanos inmunocompetentes, distribuida en el mundo, generando riesgos en las poblaciones humana y animal. La enfermedad produce infecciones subclínicas ocasionada por el parásito intracelular *Toxoplasma gondii* [1, 2]. El *Toxoplasma gondii* tiene replicación sexual o asexual dependiendo del hospedador [3]; en los felinos como hospedador definitivo se desarrollan por replicación sexual y en bovinos (*Bos taurus*) y humanos como hospedador intermediario por replicación asexual [4, 5].

El parásito que se transmite a los seres humanos es por consumo de carnes crudas o por malos tratamientos de cocción recibidos, manteniendo los quistes en los tejidos cárnicos consumidos, también pueden transmitirse por ingesta de agua y alimentos contaminados por los oocistos del mismo [2, 6]. La replicación del *Toxoplasma gondii* en animales como el ganado bovino puede causar abortos, linfadenopatía, fiebre, inapetencia, patologías respiratorias y del sistema nervioso, sobre todo en animales jóvenes [6, 7]. Al mismo tiempo, durante los controles de transmisión en el ganado bovino se han encontrado quistes del parásito en el diafragma y en la membrana ocular, así se muestra la contribución de los bovinos en la transmisión [8].

Conocer la replicación y frecuencia del *Toxoplasma* en animales bovinos es trascendental para prevenir la posibilidad de abortos y mortalidad perinatal en esta especie, se puede evitar que los bovinos infectados con quistes tisulares sean sacrificados para el consumo humano en los centros de faenamiento animal [2, 6, 7]. La toxoplasmosis es una de las principales enfermedades resultantes de una infección parasitaria en los seres humanos, representa una preocupación de gran magnitud a nivel mundial en términos de salud pública, la cual es transmitida mediante el consumo de alimentos [9, 10] Por lo tanto, analizar la frecuencia de bovinos seropositivos a *Toxoplasma gondii* previo el sacrificio en centros de faenamiento autorizados en la provincia del Azuay, fue el objetivo de este estudio.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Las técnicas utilizadas con el ganado bovino se ejecutaron de acuerdo con las normativas ecuatorianas para la protección de animales, de acuerdo con la legislación y los procedimientos de toma de muestras

aprobados por la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario Ecuatoriana (AGROCALIDAD) de la República del Ecuador. La investigación se realizó en tres centros oficiales de faenamiento animal de la Provincia del Azuay certificados por AGROCALIDAD y ubicados en los cantones de Girón, Santiago de Gualaceo y Paute.

Muestreo e identificación de anticuerpos

Las muestras de sangre del ganado bovino se tomaron siguiendo la metodología modificada de Miller y Fowler [11]. Se extrajo una muestra de sangre (10 mL) de la vena coccígea a 148 animales sacrificados por mes en los mataderos. Las muestras fueron identificadas y almacenadas en tubos vacutainer (SENNA Científica, EUA) sin anticoagulante para su posterior procesamiento.

Las muestras de sangre fueron centrifugadas a 10000 G en una centrífuga (Dynac, Clay Adams, EUA) durante 15 min. Se extrajo 1 mL del suero y se almacenó en tubos eppendorf (Citotest® Labware Manufacturing Co, China) a -20 °C (Congelador Indurama, Ecuador), hasta su procesamiento. Las muestras serológicas fueron analizadas según la modificación de la metodología de Györke et al. [12]. El kit comercial de ensayo ELISA-indirecto para inmunoadsorción ligado a enzimas (ID Screen® Toxoplasmosis Indirect Multi-species, IDVET®, Montpellier, Francia) y el conjugado antimultiespecie IgG-HRP, para detección de anticuerpos en suero de animales rumiantes (sensibilidad y especificidad diagnóstica de 95% y 97%, respectivamente) fueron utilizados en este estudio. En relación 2:400, se diluyeron 10 µL del control negativo y positivo en 90 µL de diluyente y distribución con el suero sanguíneo, la mezcla se incubó a 37 °C por 1 h en una estufa de precisión universal (Digitronic-TFT, España). A continuación, las placas fueron aclaradas por 3 ocasiones en 300 µL de con un medio de lavado. Así mismo, en relación de 2:400 se preparó un conjugado con peroxidasa agregando 100 µL de la dilución de anticuerpo secundario multi-especie. Seguidamente, se incubó las microplacas a 37 °C por 1h, las placas fueron aclaradas por 3 ocasiones con solución de lavado. También, se agregó 100 µL de solución de revelado y se incubó a 26 °C por 15 min (Digitronic-TFT, España). Posteriormente, a cada pocillo de la placa se agregó 100 µL de una solución de detención de la reacción para ser analizadas en el lector de microplacas por absorbancia Epoch, Biotek Microplate Spectrophotometer, EEUU. Los análisis para la determinación del porcentaje de presencia o ausencia (S/P: muestra/control positivo) de las muestras de suero se realizaron por triplicado.

Cálculos y análisis estadísticos

Las ponderaciones para la validación de los controles fueron calculadas por diferencia de absorbancia de las muestras y la absorbancia media del control positivo, para obtener el valor S/P. bajo la siguiente fórmula matemática recomendada por el Kit para la detección de anticuerpos: $CN\bar{x} = (CN1 A (450) + CN2 A (450))/2$ y $CP\bar{x} = (CP1 A(450) + CP2 A(450))/2$, por lo tanto, $CN\bar{x} \leq 0,500$, $CP\bar{x} \leq 2,00$ y $CPx\bar{x} - CN\bar{x} \geq 0,300$. Por otro lado, $S/P (\%) = 100 * [Muestra A (450) - CN\bar{x} / CP\bar{x} - CN\bar{x}]$.

Los datos por la prueba ELISA se analizaron por estadística descriptiva con tablas de frecuencia cruzada [12] y procesados con el paquete estadístico SPSS V22.0. Para determinar la asociación y probabilidad de riesgo existente entre la seroprevalencia del *Toxoplasma gondii* y el factor de transmisión, se analizó mediante el cálculo del Chi cuadrado y Odds Ratio [13].

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del estudio de *Toxoplasma gondii* reveló 48 animales seropositivos de un total de 148 animales evaluados (Tabla 1), lo que correspondió a una frecuencia relativa de 33% de animales seroreactores a *Toxoplasma gondii*. Al mismo tiempo, se observó una frecuencia positiva de portar la enfermedad entre grupos de bovinos menores y mayores a 24 meses de edad, alrededor de 29% y 35 %, respectivamente.

Por otro lado, bajo los parámetros de diagnóstico en este estudio, se observó que el ganado bovino entre machos y hembras presentan la enfermedad entre 70 y 65 % de frecuencia de portar *Toxoplasma gondii*.

La frecuencia de portar la enfermedad de Toxoplasmosis en bovinos por regiones antes del sacrificio expone al centro de faenamiento del cantón Girón como la zona de mayor incidencia de animales infectados o portadores de la enfermedad, a comparación con los bovinos de los centros de faenado del cantón Santiago de Gualaceo y Paute (35, 33 y 31%, respectivamente), consiguiendo precisar un alto índice de frecuencia de la enfermedad en el cantón Azuay.

Ítem	Reacción	Nro. Positivos	Frecuencia relativa %
Muestra total	Positivo	48	33,0
	Negativo	100	67,0
Edad, años			
< 2,0	Positivo	15	28,8
	Negativo	37	71,2
≥ 2,0	Positivo	33	34,7
	Negativo	63	65,3

Género			
Hembra	Positivo	23	30,3
	Negativo	54	69,7
Macho	Positivo	25	35,2
	Negativo	46	64,8
Región			
Gualaceo	Positivo	25	32,9
	Negativo	52	67,1
Paute	Positivo	16	31,4
	Negativo	35	68,6
Girón	Positivo	7	35,0
	Negativo	13	65,0

Tabla 1. Presencia de anticuerpos contra *Toxoplasma gondii* en ganado bovino antes del sacrificio (Tamaño de la muestra de 148 bovinos a reacción serológica).

4. DISCUSIÓN

Nuestros resultados coinciden con la frecuencia y condiciones de la enfermedad por investigadores Fernández y García [14]); Suárez-Hernández et al. [15], conjuntamente, Guanes et al. [16], coinciden que los animales adultos tienden a presentar con mayor frecuencia de la enfermedad en zonas de incidencia a *Toxoplasma gondii*.

Evidencias de otros mataderos en Ecuador y países de Latinoamérica muestran frecuencias semejantes a nuestro estudio sobre el vínculo de la enfermedad y la edad de infección. Severino-Lendechy et al. [17] en un estudio de cortes observaron que los bovinos de entre 2 y 5 años de edad eran portadores de la enfermedad, así mismo, en Perú [18] y Colombia [19]. Se muestra que animales mamíferos y de producción pecuaria mayores de 2 años son los más susceptibles al contagio con *Toxoplasma gondii*.

Los resultados expuestos en el porcentaje entre sexo muestra un alto contagio, evento que se expone a nivel mundial en zonas donde la enfermedad es invasiva, los genotipos de *Toxoplasma* en las últimas décadas se encuentran distribuidos por Europa, América, África y Asia, enfermando principalmente a machos bovinos [20, 21].

Se puede demostrar que los resultados expuestos anteriormente sugieren que la enfermedad producida por *Toxoplasma gondii* es de fácil transmisión a los humanos [22], por vínculos con animales de interés pecuario y domésticos en la provincia y el país [7, 8, 23].

5. CONCLUSIONES

El 33% de los animales fueron serorreactivos, indicando la disposición de toxoplasmosis en el ganado bovino que son sacrificados en las empresas de rastro de la provincia del Azuay. Entre los grupos de bovinos sacrificados se incrementa la frecuencia seropositiva según aumenta la edad y por diferencia de género y región, por ello, se considera a la toxoplasmosis como una enfermedad invasiva a nivel mundial y de fácil transmisión para los seres humanos por parte de los animales.

6. AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH y a la Consultora Internacional Milk and Meat.

7. CONFLICTOS DE INTERES

Los autores de este documento declaran no tener conflictos de interés.

8. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- [1] Özlü H, Atasever M, Atasever MA. Knowledge, attitude, and practices of cattle farmers regarding zoonotic diseases in Erzurum, Turkey. [Internet]. *Austral J Vet. Sci.* 2020; 52(3):79-85. <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-81322020000300079>
- [2] Asiyabi-Aghdam S, Hajipour N, Moosavy MH. Use of PCR to determine *Toxoplasma gondii* in milk samples from camels (*Camelus dromedarius*), cattle (*Bos taurus*) and buffalos (*Bubalus bubalis*) in East Azarbaijan province, Iran. [Internet]. *Vet. Med. Sci.* 2023; 9(1):400-404. <https://doi.org/10.1002/vms3.1047>
- [3] Howe DK, Sibley LD. *Toxoplasma gondii* comprises three clonal lineages: correlation of parasite genotype with human disease. [Internet]. *J. Infect. Dis.* 1995; 172(6):1561-1566. <https://doi.org/10.1093/infdis/172.6.1561>
- [4] Sibley LD, Khan A, Ajioka JW, Rosenthal BM. Genetic diversity of *Toxoplasma gondii* in animals and humans. [Internet]. *Biol. Sci.* 2009; 364(1530):2749-2761. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0087>
- [5] Tomasina R, Francia ME. The structural and molecular underpinnings of gametogenesis in *Toxoplasma gondii*. [Internet]. *Front. Cell Infect.* 2020; 10:608291. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2020.608291>
- [6] Tenter AM, Heckeroth AR, Weiss LM. *Toxoplasma gondii*: from animals to humans. [Internet]. *Intern. J. Parasitol.* 2000; 30(12-13):1217-1258. [https://doi.org/10.1016/S0020-7519\(00\)00124-7](https://doi.org/10.1016/S0020-7519(00)00124-7)
- [7] Dubey JP, Murata FHA, Cerqueira-Cézar CK, Kwok OCH, Yang YR. Public Health Significance of *Toxoplasma gondii* Infections in Cattle: 2009–2020. [Internet]. *J. Parasitol.* 2020; 106(6):772-788. <https://doi.org/10.1645/20-82>
- [8] Buxton D, Maley SW, Wright SE, Rodger S, Bartley P, Innes EA. *Toxoplasma gondii* and ovine toxoplasmosis: new aspects of an old story. [Internet]. *Vet. Parasitol.* 2007; 149(1-2): 25-28. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.07.003>
- [9] Food and Agriculture Organization. FAO. [Internet]. [Consultado 20 Jul 2023]. Disponible en: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/112672/9789241564700_eng
- [10] Greye H, Wex T, Taneva E, Redlich A, Costa SD, Rissmann A. Cytomegalovirus seronegativity rate in pregnant women and primary cytomegalovirus infection during pregnancy in rural Germany. [Internet]. *BMC. Pregnancy Childbirth.* 2023; 23(1):1-9. <https://doi.org/10.1186/s12884-023-05612-7>
- [11] Miller ER. *Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine.* [Internet]. Elsevier Health Sci. 2014. <https://doi.org/10.1016/C2012-0-01362-2>
- [12] Györke A, Opsteegh M, Mircean V, Iovu A, Cozma V. *Toxoplasma gondii* in Romanian household cats: evaluation of serological tests, epidemiology and risk factors. [Internet]. *Prev. Vet. Med.* 2011; 102(4):321-328. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2011.07.015>
- [13] García-García JA, Reding-Bernal A, López-Alvarenga JC. Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica. [Internet]. *Educ. Med.* 2011; 2(8):217-224. [https://doi.org/10.1016/S2007-5057\(13\)72715-7](https://doi.org/10.1016/S2007-5057(13)72715-7)
- [14] Fernández-Fernández JG, García F. Diagnóstico serológico de neosporosis bovina en fincas de la región de Tucacas, estado Falcón, Venezuela.

- [Internet]. Zoot. Trop. 2013; 31(4):291-298. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692013000400003&lng=es&nrm=iso
- [15] Suárez-Hernández M, González-Fernández A, Gardón-Quirola BY, Martínez-Sánchez R. Infección y enfermedad por *Toxoplasma gondii* en animales y humanos en 23 años de observación en la provincia de Ciego de Ávila, Cuba. [Internet]. Biomed. 2005; 16(1):21-27. <https://doi.org/10.32776/revbiomed.v16i1.40>
- [16] Guanes JR, Zambrano DC, de la Torre A. El *Toxoplasma gondii* Diversidad de genotipos del parásito. [Internet]. En: *Toxoplasmosis ocular: ¡No coma cuento, ni carne cruda!*. 2022; p. 1-16 <https://doi.org/10.12804/urosario9789587849370>
- [17] Severino-Lendechy VH, Ra PG, Reséndiz-Martínez R, Blanco-Camarillo M, Zelaya-Molina LX, Sánchez-Casas RM, Segura-Correa JC. Detección de *Brucella abortus* y *Toxoplasma gondii* en ganado criollo nunkiní. [Internet]. AICA. 2022; 17:34-38. <https://www.profile/Mario-Blanco-Camarillo/publication/361901275>
- [18] Chang K, Chávez A, Li O, Falcón N, Casas E, Casas G. Seroprevalencia de *Toxoplasma gondii* en llamas hembras de la sierra central del Perú. [Internet]. RIVEP. 2009; 20(2):306-311. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v20n2/a23v20n2.pdf>
- [19] Cárdenas JEP, Giraldo HJA, Ríos SMC, Garay LAG, Osorio JA M, Salgado RAC. Prevalencia de anticuerpos anti-*Toxoplasma gondii* en cuatro especies de consumo humano en Caldas-Colombia. [Internet]. Biosalud. 2006; 33-43. www.link.gale.com/apps/doc/A258132024/IFME
- [20] Hernández SM, Flores RM. *Toxoplasma gondii*, un patógeno asesino re-emergente. [Internet]. REB. 2009; 28(2):52-58. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revedubio/reb-2009/reb092d.pdf>
- [21] Maia ARA, Bezerra RA, Silva SS, Álvares FBV, Santos CDSAB, Alves CJ, ... Azevedo SSD. Herd-level based seroprevalence and associated factors for *Toxoplasma gondii* in cows in the state of Paraíba, Northeastern Brazil. [Internet]. RBPV. 2023; 32(2):e017222. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612023025>
- [22] Lora F, Aricapa HJ, Pérez JE, Arias LE, Idarraga SE, Mier D, Gómez JE. *Toxoplasma gondii* infection of meat for human consumption detected by PCR assay in three cities from the coffee region of Colombia. [Internet]. Infect. 2007; 11(3):117-123. <http://www.scielo.org.co/pdf/inf/v11n3/v11n3a04.pdf>
- [23] Ordoñez EP, Maza AV. Estudio del *Toxoplasma gondii* en bovinos como hospedero intermedio de la toxoplasmosis en humanos. Revisión bibliográfica. [Internet]. Rev. Ecuator. Cien. Anim. 2019; 3(2):226-253. <http://revistaecuatorianadecienciaanimal.com/index.php/RECA/article/view/146>

DETERMINACIÓN DE MICROORGANISMOS PATÓGENOS DEL CHIRIUCHO Y LECHUGA DEL HORNADO EXPENDIDO EN EL CANTÓN RIOBAMBA

DETERMINATION OF PATHOGENIC MICROORGANISMS OF CHIRIUCHO AND HORNADO LETTUCE EXPENDED IN THE RIOBAMBA CANTON

	¹ Cardozo, Guamán N.*	nathalycardozo@outlook.com
	¹ López, Salazar J.*	jeloopez@esPOCH.edu.ec
	¹ Díaz, Monroy B.*	bdiaz@esPOCH.edu.ec

¹* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Dirección postal 06-01-4703, Riobamba, Ecuador

E-mail: *nathalycardozo@outlook.com

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue la determinación de microorganismos patógenos en el chiriucho y lechuga del hornado expendido en el cantón Riobamba. Para lo cual se inició con la identificación de los 4 sectores más comerciales que se dedican al expendio del producto, de los cuales se obtuvieron 3 locales con mayor afluencia de consumidores. Mediante la aplicación de un check list, mismo que se elaboró en base a los requerimientos que establece el ARCSA-057, en el que se verificó la situación inicial de los establecimientos y su nivel de cumplimiento sobre los diferentes parámetros. La toma de muestras del chiriucho y las hojas de lechuga se lo realizó por duplicado, a las 08:00 y las 12:00. Los análisis microbiológicos fueron realizados en el Laboratorio de Microbiología y Biotecnología Animal para analizar la presencia de Aerobios Mesófilos, *E. Coli*, Coliformes totales y *Salmonella* durante los lapsos de tiempo mencionados. Se llevó a cabo el análisis de parásitos para identificar la presencia de *Giardia lamblia*, *Entamoeba histolytica*, *Trichuris trichiura*, *Ascaris lumbricoides*, *Cryptosporidium*, *Taenia solium*. Una vez obtenidos los resultados se procede a la elaboración del Manual de Buenas Prácticas de Manufactura, para entregar a los propietarios de dichos locales. Los resultados del check list refleja la deficiencia de ciertos parámetros, por lo que se puede verificar la contaminación cruzada en el proceso de elaboración. Los resultados microbiológicos sobrepasan lo establecido en la normativa CAC/GL -21 (1997) a excepción de aerobios mesófilos que se encuentran dentro de los rangos establecidos, los resultados parasitarios presentan ausencia. Se concluye que la calidad microbiológica

y parasitaria juega un papel importante en la calidad de los alimentos, recomendado aplicar el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura propuesto, para mejorar la problemática existente y brindar alimentos seguros e inocuos.

Palabras clave: *Chiriucho, Lechuga, Bacterias, Parásitos, Manual de buenas prácticas de manufactura.*

ABSTRACT:

The objective of this experimental study was the determination of pathogenic microorganisms in the chiriucho and lettuce of the baking sold in the Riobamba canton. For which it began with the identification of the 4 most commercial sectors that are dedicated to the sale of baking, of which 3 premises with the greatest influx of consumers were obtained. Through the application of a check list, which was elaborated based on the requirements established by ARCSA-057, in which the initial situation of the establishments and their level of compliance with the different parameters was verified. The sampling of chiriucho and lettuce leaves was done in duplicate, at 08:00 and 12:00. Microbiological analyses were performed in the Laboratory of Animal Microbiology and Biotechnology to analyze the presence of Mesophilic Aerobes *E. Coli*, Total Coliforms and *Salmonella* during the aforementioned time periods. Parasite analysis was performed to identify the presence of *Giardia lamblia*, *Entamoeba histolytica*, *Trichuris trichiura*, *Ascaris lumbricoides*, *Cryptosporidium*, *Taenia solium*. Once the results

are obtained, the Manual of Good Manufacturing Practices is prepared, to be delivered to the owners of said premises. The results obtained in the checklist. It reflects the deficiency of certain parameters so that cross-contamination can be verified in different processes. The microbiological results exceed the provisions of the CAC/GL -21 (1997) standard, except for mesophilic aerobes that are within the established ranges, the parasitic results are absent. It is concluded that microbiological and parasitic quality plays an important role in food quality. The application of the proposed Manual of Good Manufacturing Practices is recommended to improve the existing problem and provide safe and innocuous food.

Keywords: Chiriucho, Bacteria, Lechuga, Parasites, manual of good manufacturing practices.

1. INTRODUCCIÓN

La higiene alimentaria es un conjunto de condiciones y medidas que deben ser llevadas a cabo en cada etapa de la cadena agroalimentaria con el objetivo de brindar al consumidor alimentos seguros, inocuos y de calidad para evitar enfermedades en las personas por la falta de prácticas de higiene y manipulación. El consumidor tiene derecho a acceder a productos seguros que no sean vehículos de enfermedad o intoxicación alimentaria mismos que son generados por microorganismos patógenos como los hongos y levaduras que provocan alteraciones en los alimentos convirtiéndolos en alimentos peligrosos para la salud de quienes los ingieren. (1)

La contaminación de los alimento ocurre con mayor frecuencia al momento de la manipulación y preparación de los alimentos y afecta principalmente a la salud de los consumidores puesto a que adquieren enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs) sobre todo de tipo gastrointestinal y provoca la muerte en los grupos más vulnerables como los niños. Las ETAs se presentan en cualquier eslabón de la cadena alimentaria, sin embargo, son más frecuentes en las áreas en donde carecen de hábitos higiénico-sanitarios, mismos que se pueden prevenir de forma tan sencilla como adoptando un manual general de higiene. La preparación consciente de su papel puede incorporar aquellos aspectos de la producción que permitan conseguir una mejora de las condiciones higiénicas. (2)

Las buenas prácticas de manufactura son un conjunto de principios de higiene que se deben llevar a cabo para garantizar que los alimentos cumplan con todos los requisitos sanitarios para ser expendidos

sin ningún tipo de riesgo asegurando la calidad del mismo. Dichas prácticas deben ser aplicadas en las diferentes etapas por las que pasan los alimentos como son la manipulación, preparación, elaboración o producción, envasado, almacenamiento, transporte y la distribución. Son una base para todas las empresas relacionadas con alimentos y su aplicación evita poner en riesgo la salud de las personas. (3). Uno de los principales microorganismos reportados causantes de enfermedades transmitidas por alimentos es *Escherichia coli* (24).

Las prácticas correctas de higiene son parte fundamental de las Buenas Prácticas de Manufactura, por cuanto permiten controlar las condiciones básicas elementales y el ambiente adecuado para que los alimentos sean manipulados bajo condiciones de seguridad. Son el conjunto de actividades preventivas, junto a los programas sanitarios, cuya meta es lograr la seguridad de los alimentos. (4)

Los principales microorganismos parasitarios que se encuentran en hortalizas son *Giardia Lamblia*, *Entamoeba Histolytica*, *Trichuris Trichiura*, *Ascaris Lumbricoides*, *Cryptosporidium Parvum*, *Taenia Solium*, y bacterias como *Salmonella Sp*, *Escherichia coli*, Coliformes Totales, aerobios mesófilos que pueden estar presentes en el llamado chiriucho, debido a que los productos para su elaboración están en contacto con el suelo y también con el agua utilizada para el riego (22), los mismos que son vehículos para la contaminación de parásitos presentes en heces humanas o de animales, los más comunes son protozoos y helmitos y la sintomatología varía de acuerdo a la especie de parásito con la que se contaminó el consumidor (23), en su mayoría provocan síntomas gastrointestinales sin embargo existen tratamientos para la mayoría de organismos parasitarios que son transmitidos por alimentos contaminados.(5)

El objetivo del estudio es concientizar a los propietarios de locales donde se expende hornado con chiriucho y hojas de lechuga manipulen los alimentos en condiciones seguras, garantizando que su ingesta no implique un riesgo en la salud de los consumidores.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Biotecnología y Microbiología animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). Se realizó el análisis microbiológico y parasitario de las muestras de hojas de lechuga y chiriucho, con el fin

de verificar si los mismos se encuentran dentro de las especificaciones legales garantizando así la calidad e inocuidad alimentaria.

Unidades Experimentales

Se utilizaron 24 unidades experimentales de muestras de lechuga y de chiriucho, que fueron obtenidas de forma aleatoria de 4 sectores de la ciudad de Riobamba que con mayor frecuencia comercializan el hornado; que corresponden a 12 muestras tomadas a las 08h00 y las otras 12 muestras a las 12h00 de cada uno de los productos mencionados, siendo el tamaño de cada de la unidad experimental del chiriucho de 100 ml y de la lechuga 100 g.

Tratamiento y Diseño Experimental

En la investigación no se aplicó tratamientos por tratarse de un estudio de tipo exploratorio y de diagnóstico, en donde es necesario aplicar un muestreo adecuado y realizar análisis de laboratorio de las muestras. Los resultados experimentales de las cargas microbiológicas patógenos se realizaron mediante la prueba de t-Student y ADEVA.

Análisis Estadístico y Pruebas de Significancia

Los resultados obtenidos en la investigación realizada fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Prueba de Ji o Chi cuadrado (Porcentaje e cumplimiento del check list).
- ADEVA
- Prueba t-Student, para establecer si existen o no diferencias significativas entre los sectores de estudio

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación se muestran a continuación.

Resultados del check list

La aplicación de Buenas Prácticas de Manufactura es fundamental para garantizar la inocuidad de los alimentos a expender al consumidor, es por esta razón que se debe considerar varios aspectos y tomar medidas para cumplir con las normas establecidas, de manera que los alimentos sean de calidad y seguros. Es necesario conocer sobre las diferentes fuentes de contaminación que están en los alrededores de los establecimientos y mitigar la probabilidad de adquirir enfermedades provenientes de los alimentos preparados de dichos.

Se realizó la aplicación de un check list en los diferentes sectores de estudio que expenden hornado en el cantón Riobamba. A continuación, se evidencia los resultados obtenidos:

Tabla 1. Resultados del nivel de cumplimiento del check list.

REQUISITOS	La Merced	La Condamine	Vía San Luis	Loma de Quito	xcal	xtab 0.05	xtab 0.01
Infraestructura	49,86%	57,14 %	85,71 %	71,43 %	53,71	7.81	11.34
Baterías sanitarias	27,00 %	38,00 %	75,00 %	64,00 %	110,9	7.81	11.34
Manipulación de alimentos	36,00 %	42,00 %	78,00 %	64,00 %	92,40	7.81	11.34
Control de plagas	43,00 %	56,00 %	82,00 %	74,00 %	61,85	7.81	11.34
Materiales y equipos	36,00 %	48,00 %	75,00 %	63,00 %	87,94	7.81	11.34
Control de productos	38,00 %	47,00 %	73,00 %	66,00 %	85,38	7.81	11.34
Productos de consumo inmediato	47,00 %	52,00 %	78,00 %	63,00 %	69,66	7.81	11.34
Control de tabaco	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	0,00	7.81	11.34
Total	47,10 %	55,02 %	80,83 %	70,67 %	61,20	7.81	11.34

Fuente: (ARCSA, 2022, pp.48-49)

Realizado por: Cardozo, Nataly, 2023.

En la tabla 1 se evalúa el total de cumplimiento de los requerimientos básicos que debería cumplir los locales de los sectores de estudio que expenden hornado en

el cantón Riobamba, en el que se constata que el sector San Luis alcanza el 81% de cumplimiento, Loma de Quito 71%, La Condamine con un 55% y los

establecimientos de la Merced (47.10%) presentan el menor nivel de cumplimiento, siendo las principales deficiencias la infraestructura no adecuada, falta de limpieza y desinfección, capacitación al personal y mala manipulación de los alimentos. Además, los sectores de vía San Luis y Loma de Quito al ser locales privados, se encuentran adecuados de mejor manera, con áreas amplias a diferencia de los puestos de comida del sector público como la Merced y la Condamine, cuyos espacios son reducidos por lo que son más propensos a generar contaminación afectando la calidad e inocuidad de los alimentos a expender.

Dichas falencias se tomaron en cuenta para la elaboración del manual de Buenas Prácticas de Manufactura con el objetivo de erradicar dicha problemática.

Análisis microbiológico de la lechuga

Se realizó una ADEVA aplicando los resultados obtenidos del análisis microbiológico de hojas de lechuga que se expenden en diferentes sectores que se dedican a la comercialización del hornado que se ve reflejado en la tabla 2 que se detalla a continuación.

Tabla 2. Resultados de análisis microbiológico de las hojas de lechuga.

Microorganismos	La Merced	La Condamine	SECTOR			
			Vía San Luis	Loma de Quito	EE	Prob.
Aerobios mesófilos						
UFC/g						
08h00	33,67 a	25,67 b	14,33 d	18 c	1,08	0,0001
12h00	39 a	35,67 a	21 b	24 b	1,42	0,0001
Coliformes totales						
UFC/g						
08h00	20,33 a	15 b	5,33 c	8,33 c	1,04	0,0001
12h00	25,33 a	21,67 a	6,67 b	9 b	1,29	0,0001
Escherichia coli						
UFC/g						
08h00	15 a	11,33 b	3,33 c	5,33 c	0,87	0,0001
12h00	18,33 a	15,33 a	4,67 b	6,67 b	1,13	0,0001
Salmonella sp., UFC/g						
08h00	46,33 c	21,33 d	Ausencia b	Ausencia a	1,76	0,0006
12h00	53 a	28,33 b	1,67 c	3,33 c	1,98	0,0001

Fuente: (CAC/GL-21, 1997 pág. 19)

Realizado por: Cardozo, Nataly, 2023.

La tabla 2 corresponde a los análisis microbiológicos de las muestras de la lechuga, se pudo constatar que existen carga microbiana en los cuatro sectores (La Merced, La Condamine, Vía a San Luis y Loma de Quito) sobrepasan (6) según lo establecido en la normativa CAC/GL a excepción de aerobios mesófilos, por lo que se evidencia la falta de higiene y la contaminación en el alimento, por otro lado las hortalizas (21) también pueden contener Salmonella ya que durante el cultivo puede existir contaminación por el uso y contacto de

estiércol de animales como mejoradores del suelo(7)

Análisis microbiológico del chiriucho

Se realizó una ADEVA aplicando los resultados obtenidos del análisis microbiológico del chiriucho que se expenden en diferentes sectores que se dedican a la comercialización del hornado que se ve reflejado en la tabla 3 que se detalla a continuación.

Tabla 3. Resultados de los análisis microbiológicos del chiriucho.

Microorganismos	La Merced	La Condamine	SECTOR			
			Vía San Luis	Loma de Quito	EE	Prob.
Aerobios mesófilos						
UFC/g						
08h00	28,33 a	24,33 b	15,67 c	21,33 b	1,01	0,000

12h00	37,00 a	31,00 b	26,67 b	29,67 b	1,46	0,007
Coliformes totales UFC/g						
08h00	32,33 a	27,00 b	13,33 d	20,33 c	1,38	0,000
12h00	39,00 a	32,67 b	19,33 d	26,67 c	1,61	0,000
Escherichia coli UFC/g						
08h00	27,67 a	24,33 a	12,00 b	20,00 ab	2,90	0,024
12h00	38,33 a	31,67 b	18,33 c	25,67 b	1,99	0,001
Salmonella sp., UFC/g						
08h00	21,00 a	14,33 a	Ausencia	Ausencia	2,49	0,132

Fuente: (CAC/Gl-21, 1997 pág. 18)

Realizado por: Cardozo, Nataly, 2023.

Los resultados de los análisis microbiológicos de las muestras del chiriucho reportan carga microbiana en los cuatro sectores mencionados, estos exceden a lo establecido en la normativa CAC/GL -21 (6), confirmando la existencia de contaminación el chiriucho, a excepción de los aerobios mesófilos su presencia está dentro del rango límite, debido que su presencia se produce por múltiples factores como altas temperaturas, mala calidad de la materia prima, fallas en la cadena e frío durante el almacenamiento, falta

de limpieza y desinfección para evitar la proliferación de microorganismos que causen daño a la salud de los consumidores.(8)

Análisis parasitario de la lechuga

Una vez realizados el análisis parasitario de la lechuga en los diferentes sectores de estudio en la tabla 4 se detalla a continuación.

Tabla 4. Resultados del análisis de parásitos en la lechuga.

Parásitos	La Merced	La Condamine	Vía San Luis	Loma de Quito
Giardia lamblia	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
Entamoeba histolytica	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
Trichuris trichiura	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
Ascaris lumbricoides	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
Cryptosporidium parvum	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
Taenia solium	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA

Fuente: (CAC/Gl-21, 1997 pág. 19)

Realizado por: Cardozo, Nataly, 2023.

El estudio permitió conocer que en todos los sectores analizados que son la Merced, la Condamine, vía San Luis y Loma de Quito, registran ausencia de parásitos como: *Giardia lamblia*, *Entamoeba histolytica*, *Trichuris trichiura*, *Ascaris lumbricoides*, *Cryptosporidium parvum*, *taenia solium*, debido que a todos los sectores se aplican controles de durante el cultivo de las hortalizas, los productores aplican Buenas Prácticas Agrícolas en sus cultivos. Concuera con Rivera (9), quien justifica señalando en su estudio "Detección de parásitos en lechugas distribuidas en mercados populares del municipio Maracaibo" las malas prácticas higiénicas

durante el cultivo, transporte y comercialización de hortalizas provocan que sea un vehículo para microorganismos patógenos como virus, bacterias hongos y parásitos, por otro lado, los fitoparásitos se encuentran con mayor frecuencia en raíces, hojas y tallos de los diferentes vegetales comestibles.

Análisis parasitario del chiriucho

Una vez realizados el análisis parasitario del chiriucho en los diferentes sectores de estudio en la tabla 5 se detalla a continuación.

Tabla 5. Resultados de los análisis de parásitos en el chiriucho.

Parásitos	La Merced	La Condamine	Vía San Luis	Loma de Quito
Giardia lamblia	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
Entamoeba histolytica	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
Trichuris trichiura	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
Ascaris lumbricoides	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
Cryptosporidium parvum	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
Taenia solium	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA

Fuente: (CAC/GL-21, 1997 pág. 18)

Realizado por: Cardozo, Nataly, 2023.

De acuerdo a los resultados obtenidos de los análisis de parásitos los cuatro sectores, registran ausencia de parásitos como se observa en la tabla 5. Esto se debe a que en la elaboración del chiriucho se utilizan diferentes hortalizas picadas finamente, se añade chicha o vinagre (10) Según Altamirano, (11), las hortalizas como la cebolla, el ajo, el limón e incluso la sal son considerados como antiparasitarios naturales; así también el vinagre posee un efecto aséptico

evitando infecciones por aguas contaminadas.

Análisis microbiológico en la lechuga según su horario de recolección de muestras

A continuación, en la tabla 6 se presentan los resultados del t-Student aplicados a los diferentes microorganismos analizados en las muestras de hojas de lechuga según el horario establecido de 08:00 h y 12:00 h.

Tabla 6. Resultados del análisis microbiológico de la lechuga.

Bacterias	08h00			12h00			
	Media	Desv. Est.		Media	Desv. Est.	Prob	Signf
Aerobios mesófilos, UFC/g	2,29x10 ⁴	± 7,92		2,99x10 ⁴	± 8,19	0,022	ns
Coliformes totales, UFC/g	1,23x10 ⁴	± 6,28		1,57x10 ⁴	± 8,55	0,139	*
Escherichia coli, UFC/g	8,75x10 ³	± 5,02		1,13x10 ⁴	± 6,21	0,145	*
Salmonella sp., UFC/g	3,38x10 ⁴	± 13,96		2,16x10 ⁴	± 22,11	0,086	Ns

Fuente: (CAC/GL-21, 1997 pág. 19)

Realizado por: Cardozo, Nataly, 2023.

Los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos de la lechuga registró presencia de microorganismos en todos los cuatro sectores objeto del estudio. De acuerdo a la normativa CAC/GL -21 (6) menciona que los límites permitidos en aerobios mesófilos son mínimo de 10⁵ y máximo de 10⁶ UFC/g, por lo que se puede apreciar que los resultados de los diferentes sectores analizados no sobrepasan la normativa. Las bacterias (coliformes totales, *E. coli* y *salmonella*) los valores exceden la normativa mencionada, por lo tanto hay registro con mayor contaminación en los sectores públicos (La

Merced y la Condamine) mientras va transcurriendo el tiempo hay incremento de carga microbiana en todos los sectores evaluados.

Análisis microbiológico del chiriucho según su horario de recolección de muestras

A continuación, en la tabla 7 se presentan los resultados del t-Student aplicados a los diferentes microorganismos analizados en las muestras de hojas de lechuga según el horario establecido de 08:00 h y 12:00 h.

Tabla 7. Resultados del análisis microbiológico del chiriucho.

Bacterias	08h00			12h00			
	Media	Desv. Est.		Media	Desv. Est.	Prob	Signf
Aerobios mesófilos, UFC/g	2,24x10 ⁴	± 5,05		3,11x10 ⁴	± 4,48	0,001	**
Coliformes totales, UFC/g	2,33x10 ⁴	± 7,72		2,94x10 ⁴	± 7,95	0,034	*
Escherichia coli, UFC/g	2,10x10 ⁴	± 7,47		2,85x10 ⁴	± 8,25	0,015	*
Salmonella sp., UFC/g	1,77x10 ⁴	± 5,32		2,07x10 ⁴	± 11,58	0,231	Ns

Fuente: (CAC/GL-21, 1997 pág. 18)

Realizado por: Cardozo, Nataly, 2023.

Los análisis microbiológicos del chiriucho registró presencia en los cuatro sectores evaluados donde se expende hornado, y de acuerdo a la normativa CAC/GL-21 (6) menciona que los límites permitidos en aerobios mesófilos como máximo de 10^6 UFC/g, por lo que se puede apreciar que los resultados de los diferentes sectores analizados no sobrepasan la misma. Las bacterias (coliformes totales, *E. coli* y *Salmonella*) los valores exceden la normativa, demostrando mayor contaminación en los sectores públicos (La Merced y la Condamine) mientras va transcurriendo el tiempo hay incremento de carga microbiana en todos los sectores evaluados.

Buenas Prácticas de Manufactura

Las buenas prácticas de manufactura (BPM) son un conjunto de principios y prácticas básicas de higiene que se deben aplicar de forma obligatoria y responsable en todos los procesos de la elaboración y manipulación de los alimentos, una vez aplicados se garantiza la inocuidad del producto a expender. (12)

Su aplicación es de gran importancia para un correcto diseño de las instalaciones y por ende el funcionamiento de los establecimientos, a raíz de las BPM se puede aplicar un sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) para una mayor eficiencia.(13)

La implementación de BPM en establecimientos en donde se expenden alimentos, genera confianza en el consumidor de que los productos que se comercializan son seguros y sin peligro de contraer algún tipo de enfermedad transmitida por alimentos (ETAs). Así también, logran reconocimiento generando ganancias y beneficios directos (14)

La propuesta presentada se basa en la a Normativa Técnica Sanitaria Unificada para Alimentos Procesados, Plantas Procesadoras de Alimentos, Establecimientos de Distribución, Comercialización, Transporte de Alimentos y Establecimientos de Alimentación Colectiva; Resolución del ARCSA (15) para que los productores puedan tener una directriz más clara de las condiciones que deben seguir para brindar a la comunidad productos inocuos, garantizando la seguridad alimentaria. (15)

Ámbito de aplicación

El presente estudio se enfoca a resaltar sobre la manipulación segura de los alimentos en los diferentes lugares que comercializan hornado en la ciudad de Riobamba. El hornado es acompañado con el chiriucho

y hojas de lechuga mismos que son objeto de estudio, está dirigido para los diferentes sectores tomados como muestra en donde se analizaron los locales y puestos de mercado más concurridos que expenden hornado dentro de la urbe, cuyo objetivo es concientizar a los propietarios sobre un conocimiento más claro de las medidas de higiene que se deben tomar para garantiza la calidad e inocuidad de los productos que expenden a la ciudadanía.

Recepción de materias primas

- Los productores deben realizar las entregas en horarios en donde no exista mucha afluencia de clientes, con el fin de verificar y controlar el ingreso de los mismos a través de una inspección adecuada.
- Debe existir una buena planificación para el almacenamiento y de esta forma no se genere sobre almacenamiento que provoque pérdidas por desperdicios.
- Al momento de la recepción de las materias primas se debe verificar las diferentes características organolépticas tales como el olor, sabor, textura, entre otros.
- Los alimentos crudos deben ser almacenados en la parte baja y aquellos que están listos para ingerir en la parte superior, de esta manera se evitará contaminación cruzada.
- Los alimentos que son almacenados deben estar situados en envases estériles y con tapa, debidamente rotulados.
- Evitar los productos caducados o con fecha próxima de caducidad. (16)

Tipos de contaminación

- Primaria o de origen: es aquella sé que produce durante el proceso de producción.
- Cruzada directa: se produce cuando los alimentos contaminados entran en contacto con aquellos que no tienen algún tipo de contaminación.
- Cruzada indirecta: se produce cuando se transfiere un contaminante a través de cuchillos, manos, equipos, etc.

Es por eso que se requiere mayor cuidado al momento de manejar los utensilios ya que cada uno debe ser utilizado en un proceso específico. (16)

Manejo de frutas y hortalizas

Los productos como frutas y hortalizas por lo general están contaminados debido a que son portadores de una carga inicial de bacterias que se adquirieren a través del agua, suelo o aire, incluso los insectos son portadores de contaminación. La contaminación

más frecuente de los productos hortícolas y de mayor preocupación para los organismos de Salud Pública, es la contaminación por materias fecales tanto de personas como de animales que se hallan en el agua de riego e incluso en el mismo suelo ya que por lo general el estiércol de los animales son utilizados como abono orgánico. (17)

Como hace mención el ARCSA (15), las verduras de hojas deben ser seleccionadas y se procede al retiro de las hojas externas en mal estado y que tengan excesiva suciedad, una vez lista, la verdura pasa por un lavado con agua potable libre de impurezas de forma abundante para que la limpieza sea profunda y la desinfección debe llevarse a cabo con desinfectantes que sea apropiados y aprobados para el tipo de alimento.

Higiene personal

Los gérmenes están presentes en todo el cuerpo de las personas, mismas que al no tener una buena higiene son causante de muchas enfermedades. El ARCSA (15) hace mención que la mayoría de los casos de enfermedades transmitidos por alimentos se debe a la falta de hábitos de higiene por parte de las personas que manipula y lleva a cabo todos los procesos de la cadena alimentaria de un alimento. Las prácticas de higiene se enfoca en la vestimenta del trabajador, higiene personal, salud y las diferentes prácticas de aseo durante la manipulación. (18)

Mantenimiento de las instalaciones y equipos

El entorno debe estar alejado de depósitos de basura, lugares que se dedican a la producción de tóxicos, polvo, malos olores y otras fuentes de contaminación.

- La edificación debe cumplir con los siguientes parámetros de construcción.
- Los pisos deben ser lisos, su acabado debe tener hendiduras que no permita que la suciedad o desperdicios se acumulen. Deben poseer rejillas para facilitar la higienización. Por otro lado, deben ser impermeables a la humedad.
- Debe poseer suministros de agua para la higiene necesaria tanto del personal como de los productos.
- Las áreas deben contar con buena iluminación y ventilación.
- Las lámparas deben poseer protección para evitar los pedazos de vidrio en caso de que exista rotura de los focos.
- Una buena ventilación ayudará a controlar el ingreso del polvo, las cocinas deben tener escapes de humo y gases. Las áreas de ventilación deben estar limpias.
- Las puertas y ventanas deben poseer rejillas o

mosqueteros para prevenir el ingreso de insectos.

- Las paredes deben ser de color blanco y de un material que facilite la limpieza y desinfección.
- El techo debe ser liso y sin grietas. (15)

Disposición de desechos

Todos los locales o empresas que se dedican a la producción de alimentos, deben contar con un área específica para colocar los desechos obtenidos de los diferentes procesos, misma que debe estar alejados del área de producción y contar con la señalética respectiva. (15)

Limpieza y desinfección

Según lo que menciona la FAO (19), la limpieza es el proceso de eliminación de tierra, desechos, residuos de alimentos, u otras materias objetables adheridas a los diferentes productos.

Por otro lado, la desinfección es la utilización de agentes biológicos o químicos o métodos físicos, para la reducción de microorganismos viables en las superficies, agua o aire que este en contacto con productos alimenticios afectando la inocuidad de los mismos. (20)

4. CONCLUSIONES

- Al evaluarse el cumplimiento de los requisitos establecidos en la Norma 057 (15), los locales de la vía San Luis alcanzan el 81% de cumplimiento, mientras los establecimientos de la Merced (47,10%) presentan el menor nivel de cumplimiento; siendo las principales deficiencias la infraestructura no adecuada, falta de limpieza y desinfección, déficit de capacitación al personal, mala manipulación de los alimentos.
- En la lechuga y el chiriucho se registran carga microbiana, los resultados obtenidos de los cuatro sectores (La Merced, la Condamine, vía San Luis y Loma de Quito) sobrepasan lo establecido en la normativa CAC/GL -21 (6) a excepción de aerobios mesófilos, con respecto a coliformes totales, *E. Coli* el sector de la vía San Luis registra menor contaminación microbiológica y la Merced el sector que posee mayor contaminación, por otro lado se evidencia la presencia de *Salmonella* en la Merced y la Condamine por lo que se refleja la problemática existente considerándose no aptos para el consumo humano; por otro lado el análisis de parásitos indican la ausencia de los mismos tanto en el chiriucho como en las hojas de lechuga.

- En la elaboración del manual se tomó en cuenta las deficiencias encontradas en el check list tales como las condiciones de las instalaciones, higiene del personal, higiene de los alimentos, entre otros., para que los propietarios de dichos locales tengan un conocimiento más claro sobre lo que deben cumplir para expender alimentos de calidad e inocuos asegurando la seguridad alimentaria de los consumidores y mitigando las enfermedades que se transmiten por la excesiva contaminación en alimentos.

5. RECOMENDACIONES

- Se sugiere que la aplicación del Manual de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en todos los sectores, pero especialmente en la Merced y la Condamine ya que son en esto locales tienen menores niveles de cumplimiento en relación a los parámetros establecidos por el ARCSA (15).
- Capacitar al personal sobre los temas que abarca el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura que puedan tener un conocimiento más claro y conciso y sea aplicado por los mismos antes, durante y después de la manipulación de alimentos elevando las condiciones sanitarias e inocuas de los productos a expender.
- Realizar controles periódicos mediante Agrocalidad, ARSCA, Municipalidad de Riobamba entre otros para los lugares principalmente en los sectores públicos en la materia prima y los diferentes alimentos que expenden, para garantizar que los procesos son llevados de forma higiénica y así asegurar la seguridad alimentaria.

7. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Clínica Universidad de Navarra. (2023). Higiene alimentaria. Obtenido de <https://www.cun.es/chequeos-salud/vida-sana/nutricion/higiene-alimentaria>.
2. Zúñiga, I., & Caro, J. (2017). Enfermedades transmitidas por los alimentos: una mirada puntual para el personal de salud. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/micro/ei-2017/ei173e.pdf>. 96.
3. Winterhalter. (2022). Qué son las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y su importancia en la industria de alimentos. 2022. Obtenido de <https://www.controlsanitario.gob.ec/las-bpm-garantizan-la-inocuidad-en-la-cadena-de-produccion-de-los-alimentos-procesados/#:~:text=Las%20Buenas%20Pr%C3%A1cticas%20de%20Manufactura,de%20producci%C3%B3n%2C%20distribuci%C3%B3n%20y%20comercializaci%C3%B3n>
4. Intedya. (2022). Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Obtenido de <https://www.intedya.com/internacional/103/consultoria-buenas-practicas-de-manufactura-bpm.html>
5. American Academy of Pediatrics. (2022). Intoxicación y contaminación alimentaria. Obtenido de <https://www.healthychildren.org/Spanish/health-issues/conditions/abdominal/Paginas/Food-Poisoning-and-Food-Contamination.aspx>
6. CAC/GI-21. (1997). Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Obtenido de http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Proy_RM615-2003.pdf.
7. Bautista, S., & Cortes, M. (2021). Bacterias patógenas de los alimentos agrícolas frescos y mínimamente procesados. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/813/81367929003/html/>
8. OPS.(2021). Factores determinantes de las enfermedades transmitidas por alimentos. factores de contaminación, supervivencia y multiplicación. Obtenido de https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10808:2015-anexo-g-factores-determinantes-alimentos&Itemid=0&lang=es#gsc.tab=0
9. Rivera, Zulbey., & otros. (2019). Detección de parásitos en lechugas distribuidas en mercados populares del Municipio Maracaibo. Obtenido de <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-294321>.
10. Oña , P., & Velastegui, J. (2017). Influencia de la llegada y dinámica del tren sobre la evolución de la gastronomía quiteña del período 1950-1990. Obtenido de https://www.unibe.edu.ec/wp-content/uploads/2017/08/03_20170327_ARTICULO-O%C3%91A-VELASTEGUI-TREN_UNIBE-1.pdf.
11. Altamirano. (2018). Desarrollo del manual de Buenas Prácticas de Manufactura para la empresa Dulcifresa. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27786/1/AL%20673.pdf>
12. OPS. (2022). Justificación e importancia del Sistema HACCP. Obtenido de https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&

- view=article&id=10834:2015-justificacion-e-importancia-del-sistema-haccp&Itemid=0&lang=es#gsc.tab=0
13. Váldez, H. (2019). Detección de parásitos en verduras y frutas frescas en Talca. Obtenido de <http://dspace.otalca.cl/bitstream/1950/12443/3/2019A000140.pdf>.
 14. OIRSA. (2019). Manual de Buenas Prácticas de Manufactura. Obtenido de <https://www.oirsa.org/contenido/biblioteca/Manual%20de%20buenas%20pr%C3%A1cticas%20de%20manufactura%20en%20productos%20acu%C3%ADcolas%20y%20pesqueros%20-%20OIRSA.pdf>.
 15. ARCSA 057. (2022). Instructivo Externo para la Evaluación de Establecimientos de Alimentación Colectiva. Obtenido de https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/11/IE-E.2.2-EST-42-A2_Instructivo-Externo-Para-la-Evaluacion-de-Establecimientos-De-Alimentacion-Colectiva.pdf. 3-50.
 16. ARCSA. (2022). Las BPM garantizan la inocuidad en la cadena de producción de los alimentos procesados. Obtenido de <https://www.controlsanitario.gob.ec/las-bpm-garantizan-la-inocuidad-en-la-cadena-de-produccion-de-los-alimentos-procesados/>.
 17. Coformación. (2023). Higiene personal de los manipuladores. Obtenido de <https://manipulador-de-alimentos.com/carnet-curso-higiene-de-los-manipuladores/>
 18. Gestema. (2021). El plan de mantenimiento preventivo. Obtenido de <https://www.gestema.com/el-plan-de-mantenimiento-preventivo/>
 19. FAO. (2020). Principios generales de higiene de los alimentos. Obtenido de https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXC%2B1-1969%252FCXC_001s.pdf.
 20. Universidad Zaragoza. (2021). Procedimientos de descontaminación y desinfección. Obtenido de <https://uprl.unizar.es/higiene-industrial/procedimientos-de-descontaminacion-y-desinfeccion>.
 21. FAO. (2015); 12 p. Obtenido de: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/agns/pdf/FAO_E.Coli_FCC_2011.06.231.pdf.
 22. Vidovic S, Block HC, Korber DR. Effect of soil composition, temperature, indigenous microflora and environmental conditions on the survival of *Escherichia coli* O157:H7. *Can J Microbiol.* 2007;57:822---9.
 23. Solomon EB, Yaron S, Matthews KR. Transmission of *Escherichia coli* O157:H7 from contaminated manure and irrigation water to lettuce plant tissue and its subsequent internalization. *Appl Environ Microbiol.* 2002; 68:397---400.
 24. FDA. (2015). Obtenido de: <https://www.fda.gov/ucm/groups/fdagovpublic/@fdagov-foods/gen/documents/webcontent/ucm187529.pdf>.

COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE GRANOLA FORMULADA CON *TROPAEOLUM TUBEROSUM* Y *OXALIS TUBEROSA*

BROMATOLOGICAL COMPOSITION AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF GRANOLA FORMULATED WITH *TROPAEOLUM TUBEROSUM* AND *OXALIS TUBEROSA*.

	¹ Yadira Elena Álvaro Hernández	yadihelen1983@gmail.com
	¹ Ana Lucia Chafla Moina	achafla@uea.edu.ec
	² Carla Viviana Haro Velastegui	carlav.haro@esPOCH.edu.ec

¹ Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Tierra, Departamento de Posgrado, Puyo, Ecuador.

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

E-mail: *yadihelen1983@gmail.com

RESUMEN

Tropaeolum tuberosum y *Oxalis tuberosa* son especies botánicas endémicas de la región andina en Sudamérica, cultivadas primordialmente por sus tubérculos nutricionales. Estas especies son eminentemente reconocidas por su perfil fitoquímico, destacando su riqueza en compuestos antioxidantes con potenciales beneficios saludables. Esta investigación evaluó el efecto de incorporar *T. tuberosum* y *O. tuberosa*, tubérculos andinos, en la composición nutricional y capacidad antioxidante de granola. Con un diseño experimental aleatorizado de tres tratamientos y cinco repeticiones, se analizó la conformidad con la Norma INEN 2595:2011, evaluando humedad, cenizas, lípidos, proteínas y azúcares no estructurales libres (ANEL). La adición de *T. tuberosum* aumentó significativamente los niveles de cenizas (1,65%) y lípidos (23,18%), mientras que *O. tuberosa* mejoró el contenido proteico (4,14%) y de ANEL (64,64%), enriqueciendo nutricionalmente la granola. No se hallaron diferencias significativas en la capacidad antioxidante entre granolas con *T. tuberosum* (41,22 μm Trolox/g) y *O. tuberosa* (43,75 μm Trolox/g), indicando que ambos tubérculos aportan de forma similar a esta propiedad. Este descubrimiento destaca el potencial de *T. tuberosum* y *O. tuberosa* para enriquecer alimentos procesados, no solo mejorando su perfil nutricional, sino también manteniendo o potenciando sus beneficios saludables. La investigación subraya la importancia de integrar ingredientes naturales y tradicionales en la industria alimentaria, ofreciendo productos con mayor valor agregado y propiedades funcionales.

Palabras clave: Granola, Antioxidantes bioactivos, *T. Tuberosum*, *O. Tuberosa*

ABSTRACT:

Tropaeolum tuberosum and *Oxalis tuberosa* are botanical species endemic to the Andean region in South America, primarily cultivated for their nutritional tubers. These species are prominently recognized for their phytochemical profile, highlighting their richness in antioxidant compounds with potential health benefits. This research evaluated the effect of incorporating *T. tuberosum* and *O. tuberosa*, Andean tubers, on the nutritional composition and antioxidant capacity of granola. Using a randomized experimental design with three treatments and five repetitions, compliance with INEN Standard 2595:2011 was analyzed, assessing moisture, ash, lipids, proteins, and free non-structural sugars (FNS). The addition of *T. tuberosum* significantly increased ash (1.65%) and lipid levels (23.18%), while *O. tuberosa* improved protein content (4.14%) and FNS (64.64%), nutritionally enriching the granola. No significant differences were found in the antioxidant capacity between granolas with *T. tuberosum* (41.22 μm Trolox/g) and *O. tuberosa* (43.75 μm Trolox/g), indicating that both tubers similarly contribute to this property. This discovery highlights the potential of *T. tuberosum* and *O. tuberosa* to enrich processed foods, not only improving their nutritional profile but also maintaining or enhancing their health benefits. The research emphasizes the importance of integrating natural and traditional ingredients into the food industry, offering products with greater added value and functional properties.

Keywords: Granola, Bioactive antioxidant, *T. Tuberosum*, *O. Tuberosa*.

1. INTRODUCCIÓN

La nutrición contemporánea ha trascendido las fronteras de simplemente satisfacer necesidades dietéticas básicas, evolucionando hacia un enfoque holístico que posiciona la alimentación como un pilar esencial para la salud y el bienestar integral. Este nuevo paradigma resalta el valor de los alimentos no solo en la nutrición sino como agentes preventivos en la lucha contra enfermedades, el manejo del estrés y la mejora general de la calidad de vida, poniendo especial énfasis en el impacto benéfico de los compuestos bioactivos sobre la salud metabólica, cognitiva y emocional (1).

Tal perspectiva ha impulsado una revolución en la industria alimentaria, dando paso al auge de los alimentos funcionales que combinan nutrientes esenciales con propiedades terapéuticas, reflejando un interés creciente en el bienestar completo de los individuos. Este movimiento ha sido acelerado por progresos en la investigación, innovaciones tecnológicas y una mayor conciencia sobre la importancia de una alimentación saludable (2).

Dentro de esta corriente, las granolas se destacan como ejemplos emblemáticos, gracias a su equilibrada mezcla de cereales, frutos secos y semillas que no solo proporcionan sabor y energía sino también beneficios significativos para la salud, encarnando el concepto y las promesas de los alimentos funcionales. Es el caso demostrado de la granola enriquecida con feijoa confitada que emerge como un destacado alimento funcional en la investigación, mostrando su capacidad para combatir la deficiencia de yodo, un problema de salud prevalente (3).

Este avance subraya la eficacia de incorporar ingredientes naturales y ricos en nutrientes en la dieta diaria, no solo para satisfacer necesidades nutricionales sino también para prevenir trastornos específicos. Tal innovación demuestra el potencial de los alimentos funcionales en mejorar la salud pública, posicionando a la granola enriquecida como un ejemplo clave de cómo la ciencia y la nutrición pueden converger para ofrecer soluciones alimentarias beneficiosas y prácticas.

La granola se ha establecido como un lienzo ideal para la innovación nutricional, permitiendo la inclusión de ingredientes no tradicionales con alto valor nutritivo como la mashua (*T. tuberosum*) y la oca (*O. tuberosa*), cultivos andinos valorados por su abundancia en compuestos fitoquímicos.

T. tuberosum y la *O. tuberosa*, reconocidas por sus perfiles nutricionales diversificados y ricos en antioxidantes como fenoles totales, flavonoides y antocianinas, representan un potencial sin explotar en la formulación de granolas

enriquecidas destinadas a combatir el estrés oxidativo y promover la salud (4, 5,6).

Este estudio, enfocado en la "Composición Bromatológica y Actividad Antioxidante de Granola formulada con *T. tuberosum* y *O. tuberosa*", no solo pretende ampliar el campo de la investigación alimentaria sino también destacar la importancia de la biodiversidad andina y su contribución a una nutrición enriquecedora y a la prevención del envejecimiento, subrayando el valor de integrar ingredientes ancestrales en la dieta moderna para un bienestar holístico.

Asimismo, la oca, con su perfil nutricional diverso que incluye almidones digeribles, proteínas, fibra, vitaminas y minerales, también revela un potencial antioxidante, especialmente en variedades de colores vivos que contienen carotenoides y antocianinas (6).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Selección de Materias Primas: Se adquirieron tubérculos de *T. tuberosum* y *O. tuberosa* de fuentes locales verificadas en los mercados de Riobamba, provincia de Chimborazo, asegurando la procedencia confiable de estos especímenes. Las muestras fueron meticulosamente seleccionadas para garantizar su homogeneidad y óptima calidad.

Procedimiento de Preparación de las Materias Primas: Los tubérculos de *T. tuberosum* y *O. tuberosa* fueron sometidos a un riguroso proceso de limpieza, pelado y corte en secciones de aproximadamente 3 a 4 mm de grosor, buscando estandarizar el tamaño para facilitar un secado uniforme y eficaz. A continuación, se realizó un escaldado a 80 °C por un periodo de cinco minutos, con el objetivo de eliminar excesos de almidón superficial, minimizar la actividad enzimática y atenuar la astringencia inherente. El proceso de deshidratación se efectuó en el laboratorio de Química de la Escuela Politécnica de Chimborazo, empleando una estufa de convección forzada marca Binder, Series ED-FD-FED, a una temperatura regulada de 60 °C durante un lapso de 8 horas, logrando así la preparación adecuada de los tubérculos para su posterior análisis y utilización.

Formulación de la Granola: La formulación de la granola se elaboró utilizando una combinación de ingredientes tradicionales, que incluyó avena y una selección de frutos secos como almendras, arándanos y nueces, complementada con aceite de coco. A esta base se integraron trozos deshidratados de *T. tuberosum* y *O. tuberosa*, enriqueciendo así el perfil nutricional de la mezcla. La incorporación de miel de caña de azúcar,

previamente calentada en un recipiente a fuego directo, permitió homogeneizar la mezcla mediante agitación constante con una varilla metálica, asegurando una distribución uniforme de todos los componentes. La composición resultante fue expuesta a un proceso de tostado en una sartén antiadherente a fuego medio por un periodo de 15 minutos, facilitando la caramelización y realzando los sabores. Finalmente, la granola fue enfriada a temperatura ambiente antes de su empaque, resultando en la creación de tres variantes distintas para su análisis comparativo (referenciadas en la Tabla 1), optimizando así las características organolépticas y funcionales del producto final.

Ingredientes (g)	A	B	C
Avena	300	300	300
Frutos secos	135	120	120
T. tuberosum	-	15	-
O. tuberosa	-	-	15
Aceite de coco	5	5	5
Miel de caña	10	10	10
Total	450	450	450

Tabla 1. Formulación de granola estándar con adición de *T. tuberosum* y *O. tuberosa*

Diseño Experimental: Se empleó un diseño experimental aleatorio completo para evaluar tres tratamientos distintos: granola sin adición de tubérculos (A), granola enriquecida con *T. tuberosum* (B) y granola enriquecida con *O. tuberosa* (C). Para asegurar la solidez y reproducibilidad de los datos obtenidos, cada tratamiento se replicó en cinco ocasiones, permitiendo así una evaluación estadística rigurosa de los efectos de cada variable sobre las propiedades organolépticas, nutricionales y funcionales de la granola. Esta metodología facilitó la comparación directa entre los grupos de tratamiento, proporcionando una base sólida para inferencias sobre el impacto de la incorporación de tubérculos específicos en el perfil final del producto.

Análisis Bromatológico: Se realizaron análisis bromatológicos detallados para cuantificar la composición química de las granolas mediante la evaluación de diversos parámetros nutricionales, incluyendo el contenido de humedad, cenizas, proteínas, lípidos y carbohidratos totales. Estos análisis se llevaron a cabo conforme a los protocolos estandarizados establecidos por la Asociación Oficial de Químicos Analíticos (AOAC, por sus siglas en inglés), edición del año 2000. Dicha metodología permitió una evaluación precisa y fiable de las características nutricionales de cada variante de granola, proporcionando una base científica para comparar el impacto de los diferentes tratamientos en la composición nutricional del producto final.

Determinación de Capacidad Antioxidante: La actividad antioxidante de las granolas se evaluó en el laboratorio de alimentos del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) Santa Catalina mediante el método estandarizado colorimétrico de ABTS (2,2'-azino-bis- (3-etil benzotiazolin-6-sulfonato de amonio) para determinar la capacidad de neutralización de radicales libres.

Análisis Estadístico: Los datos obtenidos se analizaron mediante técnicas estadísticas descriptivas y comparativas avanzadas. Se aplicó el Análisis de Varianza (ANOVA) para evaluar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Posteriormente, se realizaron pruebas post hoc, específicamente diseñadas para discernir las diferencias específicas entre los grupos de tratamiento. Este enfoque metodológico riguroso permitió una interpretación precisa de la variabilidad dentro del conjunto de datos y facilitó la identificación de patrones significativos o anomalías específicas atribuibles a los tratamientos aplicados.



Figura 1. Granola formulada con *Tropaeolum tuberosum* y *Oxalis tuberosa*

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contenido de Humedad

Los niveles de humedad en las granolas elaboradas con *Tropaeolum tuberosum* y *Oxalis tuberosa*, presentados en la Tabla 2, variaron en función del porcentaje de tubérculo incorporado; sin embargo, las diferencias observadas entre los tratamientos no resultaron estadísticamente significativas. Los contenidos de humedad registrados para las granolas experimentales fueron de 6.63%, 7.51% y 7.15%, mostrando una reducción del 11.35% al 18.73% en comparación con los valores reportados por (7) para granolas formuladas con arroz glutinoso y componentes secos. Este análisis sugiere que la inclusión de *T. tuberosum* y *O. tuberosa* podría influir en la retención de humedad de las granolas, aunque dentro de un margen que no

compromete significativamente su perfil de humedad en comparación con formulaciones basadas en otros ingredientes.

Parámetros	A	B	C
Humedad (%)	6.63 ^a	7.51 ^a	7.15 ^a
Ceniza (%)	1.57 ^a	1.65 ^b	1.60 ^{ab}
Grasa (%)	21.92 ^{ab}	23.18 ^b	19.66 ^a
Proteína (%)	4.69 ^b	4.58 ^b	4.14 ^a
Fibra cruda (%)	2.42 ^a	2.84 ^b	2.8 ^b
ELN (%)	62.76 ^{ab}	60.22 ^a	64.64 ^b

Tabla 2. Composición bromatológica de la granola con adición de *T. tuberosum* y *O. tuberosa* a,b: letras distintas indican diferencias significativas $P < 0,05$ según Duncan (1955).

Este estudio reveló que los contenidos de humedad obtenidos fueron más favorables en comparación con los reportados por (7), sugiriendo que niveles más bajos de humedad contribuyen a prolongar la vida útil del producto al mejorar su estabilidad durante el almacenamiento.(8) examinaron cómo el contenido de humedad afecta la calidad masticatoria de la granola enriquecida, resaltando la importancia de un control riguroso del mismo para preservar las características físicas y sensoriales óptimas de la granola, donde se observó un contenido de humedad del 5,84%. Por otro lado, en el estudio de (9) sobre la calidad de granola enriquecida con *Anacardium othonianum* Rizz deshidratado, se identificó un contenido de humedad de 7,22% en un tratamiento similar. Es importante notar que el incremento en la proporción de fruta frecuentemente resulta en un aumento del contenido de humedad, tal como se ha documentado en literatura previa (7). Un contenido de humedad reducido indica que estas granolas pueden ser almacenadas por períodos prolongados sin deteriorarse ni incrementar su susceptibilidad al crecimiento microbiano, mejorando así su seguridad y calidad alimentaria (10).

Contenido de ceniza

En relación con el contenido de cenizas, se observaron diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento A y el tratamiento B, mientras que no se detectaron diferencias significativas al compararlo con el tratamiento C. Específicamente, el tratamiento A mostró un contenido de cenizas del 1,65%, atribuido a la inclusión de *T. tuberosum*. Este incremento en el contenido de cenizas se asocia directamente con la adición de tubérculos, que naturalmente presentan valores de cenizas que fluctúan entre el 4% y el 6,5%, según los hallazgos reportados por (11, 12, 13). En un estudio paralelo, (8) utilizaron maní para elaborar

una granola prototipo, registrando un contenido de cenizas de $1,63 \pm 0,007\%$, coincidiendo con el rango de los valores de cenizas observados en este estudio. Los tratamientos evaluados se situaron dentro de los intervalos documentados por (7), quienes reportaron contenidos de cenizas entre 0,97% y 1,88% en granolas formuladas con arroz glutinoso inflado y componentes secos. La presencia de cenizas en los alimentos es un indicador clave de su aporte mineral, dado que las cenizas consisten principalmente en minerales inorgánicos. Por tanto, el análisis de cenizas emerge como una herramienta crucial para la evaluación de la calidad nutricional de los alimentos y para determinar su contribución a la ingesta mineral en la dieta, según lo destacado por (14).

Contenido de grasa

El tratamiento A con el valor de 21.92 % no es significativamente diferente en términos de contenido de grasa para el tratamiento B con valor de 23,18 % y C 19,66 %. Los tratamientos B y A superan los datos reportados por (15), quienes encontraron contenidos de grasa en barras de cereales y maní con cotiledón de algarrobo que variaban del 17 % al 20 %, siendo el tratamiento C el que se encuentra en este rango. (15) en su estudio con barras de cereales y nueces con cotiledón de algarrobo obtuvieron contenidos de grasa similar al tratamiento B y superiores los tratamientos A y con valores de grasa del 23 % al 27 %. La diferencia en el contenido de grasa podría atribuirse a la diferencia en los ingredientes.

En relación con el estudio de (16) sobre las barras de granola formuladas con cáñamo en polvo, encontraron una variación en la composición grasa entre 24,17 % y 25,60 % valores superiores a la presente investigación. Esto podría atribuirse al contenido de aceite en la semilla de cáñamo de 42 % (17). (18) también investigaron barras de cereal con adición de linaza que contiene de 35 a 43 % de aceite (19), y obtuvieron una composición grasa inferior a este estudio de 11,86%. Estas diferencias podrían explicarse por la adición de materias primas con contenido de grasa en diferentes proporciones. (20) encontraron valores de 46,96 % de grasa en barras de granola en base a semillas y nueces, valores superiores a los determinados en la presente investigación La presencia ligeramente mayor de grasa en la granola podría ser relevante para reponer la energía utilizada durante el ejercicio físico, ya que se agota energía durante estas actividades (21).

Contenido de Proteína

En los resultados obtenidos para proteína, el tratamiento

C fue el que presentó diferencias significativas con **A** y **B** con un valor de 4,14 %. Los resultados obtenidos son muy cercanos a los de (7) en las formulaciones de granola y frutos secos como dátiles, higos y pasas con valores promedios de 3,38 a 4,04 %. Por su parte, (22) determinaron contenidos de proteína cercanos, con valores entre 4,60 % y 4,80 %, cantidades que se atribuye a sus materias primas a base de arroz y frutas Sunnah secas. (23) determinaron valores de 6,83 % a 7,66 % estos valores fueron superiores a los obtenidos en esta investigación esto debido a su formulación con pseudocereales. En cambio, los resultados de cuatro barras de granola obtenidos por (7) evidenciaron valores que van desde 9,13 a 22,10 % de proteína, superiores a los obtenidos en la presente investigación. (24) en su investigación menciona que la barra de cereal a base de *Myciaria dubia*, soya y chocolate reportó un valor de 15,81 % de proteína. La adición de los tubérculos resultó insignificante en el contenido de proteína en la granola debido a su bajo porcentaje en proteínas. Las barras/granolas de cereales suelen tener un bajo contenido de proteína (10).

Contenido de Fibra cruda

Los resultados de fibra cruda en la presente investigación oscilan entre 2,42 % a 2,84 % existiendo diferencias significativas entre los tratamientos **B** y **C** frente al tratamiento **A** como se muestra en la tabla 2. (24) menciona que las barras de cereales que se encuentran en el mercado más cercano o concurrente contienen comúnmente ingredientes a base de avena en hojuelas, arroz inflado, pasas y saborizantes con bajos contenidos de fibra como se muestra en la investigación realizada por (25) al determinar el contenido de fibra de 2,9 % en granolas comerciales, con valores muy cercanos a los encontrados en la presente investigación. (7) desarrollaron granolas con arroz insuflado y frutos secos y determinaron contenido de fibra de 1,81 % y 1,94 % para los tratamientos con menor contenido de aglutinante y miel estos valores cercanos al contenido encontrado en las granolas en estudio. (8) en su investigación encontraron un contenido de fibra cruda de 6,25 % en la elaboración de una granola prototipo con hojuela de avena, maní triturado, kwicha, quinua expandida, partícula de coco, ajonjolí. Los resultados del contenido de fibra reportados por (7) en sus tratamientos con incrementos en aglutinante y miel en este estudio variaron desde 4,24 % hasta 13,42%. Esto se asemejó más al hallazgo de (26) en barras de cereales elaboradas con almendra de barú y pulpa, que tuvieron una composición promedio de fibra del 18,13%. Hay que considerar que *T. tuberosum* contiene 69,7 a 79,50 % de carbohidratos (12); (27), valores inferiores en relación con la *O. tuberosa* que tiene 87,23

% de carbohidratos (28).

Actividad antioxidante de la granola casera con la adición t. tuberosum y o. tuberosa deshidratada.

Mediante el método ABTS se determinó la capacidad antioxidante de la granola con adición de mashua y oca, los resultados se detallan en la tabla 3.

Parámetros	A	B	C
Capacidad antioxidante ($\mu\text{m Trolox/g}$)	33.66 ^a	41.22 ^b	43.75 ^b

Tabla 3. Capacidad antioxidante para los tres tratamientos de la granola

a,b: letras distintas indican diferencias significativas $p < 0,05$ según Duncan (1955).

El análisis estadístico reveló diferencias significativas en la capacidad antioxidante entre los tratamientos B y C en comparación con el grupo control A, que registró 33,66 $\mu\text{m Trolox/g}$. Se observó un aumento en la capacidad antioxidante en las muestras enriquecidas con *T. tuberosum* y *O. tuberosa*, alcanzando valores de 41,22 $\mu\text{m Trolox/g}$ y 43,75 $\mu\text{m Trolox/g}$, respectivamente. Este fenómeno se atribuye a la presencia y concentración de antioxidantes naturales en los tubérculos, como compuestos fenólicos, carotenoides, antocianinas y ácido ascórbico, los cuales son reconocidos por su capacidad de secuestrar radicales peroxílicos. La sinergia entre estos compuestos bioactivos en la granola enriquecida contribuye significativamente a su potencial antioxidante (29).

Investigaciones previas han documentado la capacidad antioxidante y el contenido de compuestos bioactivos en *T. tuberosum* y *O. tuberosa*. (29) analizó 84 cultivares de *T. tuberosum*, reportando un rango de capacidad antioxidante por ABTS de 20,6 a 128,2 $\mu\text{mol TE/g}$. Por otro lado, (30) estudiaron *O. tuberosa* fresca, encontrando valores de capacidad antioxidante por ABTS entre 722 y 1732 $\mu\text{mol TE/g}$. Adicionalmente, (11) identificaron que la capacidad antioxidante de *O. tuberosa* amarilla es de 39,29 $\mu\text{m Trolox/g}$, mientras que *T. tuberosum* presenta una variabilidad de 16,2 a 92 $\mu\text{m Trolox/g}$ debido a la diversidad genética. En estudios específicos, se descubrió que el extracto de *T. tuberosum* morada tiene una capacidad antioxidante de 100,29 $\mu\text{m Trolox/100 mL}$ y un extracto encapsulante de 47,18 $\mu\text{m Trolox/g}$, siendo estos valores comparables a los hallados en este estudio, donde una bebida basada en *T. tuberosum* morada demostró una actividad antioxidante de 15,96 $\mu\text{m Trolox/g}$ después de un tratamiento térmico a 77 °C por 13 minutos. Estos resultados subrayan el valioso aporte de los tubérculos andinos en la mejora de la capacidad antioxidante de la granola, ofreciendo una

base científica para su promoción como alimento funcional.

4. CONCLUSIONES

La investigación demostró que la inclusión de los tubérculos *T. tuberosum* y *O. tuberosa* en la granola contribuyó significativamente al aporte de carbohidratos, fibra y cenizas, exhibiendo perfiles nutricionales óptimos. Los índices de lípidos y proteínas observados se alinearon con los espectros reportados en estudios previos, mientras que el contenido de humedad se ajustó a los parámetros establecidos por la legislación vigente. Específicamente, el tratamiento enriquecido con *O. tuberosa* destacó por su superior capacidad antioxidante, alcanzando un valor de 43,75 μm de Trolox/g, lo que subraya el impacto positivo de la integración de estos tubérculos en la mejora de la capacidad antioxidante de la granola. Este hallazgo resalta la relevancia de la adición de tubérculos andinos como una estrategia efectiva para potenciar las propiedades antioxidantes de productos alimenticios, contribuyendo así a su valor nutricional y funcional.

5. AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a la Noble Universidad Estatal Amazónica que gracias al otorgamiento de una beca académica del 50 % de la colegiatura, se pudo culminar con éxito la Maestría en Agroindustrias. Mención Sistemas Agroindustriales Cohorte III. Y a la vez a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, de manera especial a la Facultad de Ciencias por el apoyo en la determinación bromatológica de los tres tratamientos bajo estudio.

6. CONFLICTO DE INTERESES

Los autores de este estudio declaran que no existen conflictos de interés personales, financieros o institucionales que pudieran haber influido en el desarrollo, la interpretación o la publicación de los resultados obtenidos. Este pronunciamiento incluye la ausencia de vínculos comerciales, consultorías, patrocinios o cualquier otra relación que pudiera ser considerada como potencialmente conflictiva. La integridad y la objetividad de la investigación se han mantenido en todo momento, asegurando que las conclusiones presentadas son el resultado exclusivo del análisis científico y de la interpretación imparcial de los datos recogidos.

7. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. "Food as medicine: translating the evidence." *Nature Medicine*. 2023;29(4):753–754. <https://doi.org/10.1038/s41591-023-02330-7>.
2. Silva LBAR, Pinheiro-Castro N, Novaes GM, Pascoal G de FL, Ong TP. Bioactive food compounds, epigenetics and chronic disease prevention: Focus on early-life interventions with polyphenols. *Food Res Int*. 2019;125:108646. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108646>.
3. Kalugina I, Dzyuba N, Yakymenko I. The prophylactic granola development with increased iodine content. *Sci Messeng LNU Vet Med Biotechnol*. 2019;21(91):60–68. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f9111>.
4. Arteaga-Cano D, Chacón-Calvo L, Samamé-Herrera V, Valverde-Cerna D, Paucar-Menacho LM. Mashua (*tropaeolum tuberosum*): Nutritional composition, chemical characteristics, bioactive compounds and beneficial properties for health. *Agroind Sci*. 2022;12(1):95–101. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2022.01.12>.
5. Calana A. Alimentación saludable basada en la evidencia. *Endocrinol Nutr*. 2015;52(2):8–24.
6. Ore Areche F, Muñoz Ccencho RV, Ruiz Rodríguez A, Corilla Flores DD. Actividad antioxidante de la bebida funcional del extracto de tallo de *Oxalis tuberosa* Mol. y jugo de *Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer tratado térmicamente. *Rev Alfa*. 2022;6(18):545–556. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.190>.
7. Agbaje R, Hassan CZ, Norlelawati A, Abdul Rahman A, Huda-Faujan N. Development and physico-chemical analysis of granola formulated with puffed glutinous rice and selected dried Sunnah foods. *Int Food Res J*. 2016;23(2):498–506.
8. Farfán C, Coaquira-Quispe JJ, Lezcano MF, Arias A, Navarro P, Fuentes R. Análisis Cinemático de la Masticación de una Granola Prototipo en Contraste con la Masticación de Maní. *Int J Odontostomatol*. 2020;14(2):198–204. <https://doi.org/10.4067/S0718-381X2020000200198>.
9. Souza PLC, Silva MR. Quality of granola prepared with dried caju-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz) and baru almonds (*Dipteryx alata* Vog). *J Food Sci Technol*. 2015;52(3):1712–1717. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1134-4>.

10. Olivera CM, Ferreyra DV, Giacomino MS, Curia CA, Pellegrino GN, Fournier UM, Apro CN. Desarrollo de barras de cereales nutritivas y efecto del procesado en la calidad proteica. *Rev Chil Nutr.* 2012;39(3):18-25. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182012000300003>.
11. Velásquez F, Velezmore C. Propiedades reológicas y viscoelásticas de almidones de tubérculos andinos. *Scientia Agropecuaria.* 2018;8(2):189-197.
12. Dilas J, Acurra D. Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) cultivo subutilizado con alto potencial para zonas altoandinas en el Perú. *Alpha Centauri.* 2020;1(1):15-24. <https://doi.org/10.47422/ac.v1i1.3>.
13. Esparza J, Flores I, Mancheno F, Sánchez T. Bromatological and Microbiological Characterization of Andean Tubers Mashwa (*Tropaeolum Tuberosum*) and Oca (*Oxalis Tuberosa*). *ESPOCH Congresses: The Ecuadorian Journal of S.T.E.A.M.* 2021. <https://doi.org/10.18502/esPOCH.v1i5.9567>.
14. Vega A, Ávila F. Análisis de cenizas y minerales de hongos comestibles *Pleurotus* spp., cultivados sobre paja de arroz (*Oryza sativa*), tuza y rastrojo de maíz (*Zea mayz*). *RIDTEC.* 2012;8(2):3-9.
15. Estévez A, Escobar B, Ugarte V. Utilización de cotiledones de algarobo (*Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz) en la elaboración de barras de cereales. *Arch Latinoam Nutr.* 2000;50(2):148-151.
16. Norajit K, Gu BJ, Ryu GH. Effects of the addition of hemp powder on the physicochemical properties and energy bar qualities of extruded rice. *Food Chem.* 2011;129(4):1919-1925. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.06.002>.
17. Cicero N, Albergamo A, Salvo A, Bua GD, Bartolomeo G, Mangano V, Rotondo A, Di Stefano V, Di Bella G, Dugo G. Chemical characterization of a variety of cold-pressed gourmet oils available on the Brazilian market. *Food Res Int.* 2018;109:517-525. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.04.064>.
18. Mridula D, Singh KK, Barnwal P. Development of omega-3 rich energy bar with flaxseed. *J Food Sci Technol.* 2013;50(5):950-957. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0425-x>.
19. Figuerola F, Muñoz O, Estévez A. La linaza como fuente de compuestos bioactivos para la elaboración de alimentos. *Agro Sur.* 2008;36(2):49-58.
20. Toscano L, García G, Gómez F, Beltrán G, Valenzuela I, Armenta J. Análisis de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de barra alimenticia a base de semillas y nueces sin componentes de origen animal. *Rev Esp Nutr Hum Diet.* 2020;24(2):143-153.
21. Bennion N, Spruance LA, Maddock JE. Do Youth Consume More Calories than they Expended in Youth Sports Leagues? An Observational Study of Physical Activity, Snacks, and Beverages. *Am J Health Behav.* 2020;44(2):180-187. <https://doi.org/10.5993/AJHB.44.2.6>.
22. Santos C, Bonomo R, Fontan R, Bonomo P, Velloso C, Fontan G. Characterization and sensorial evaluation of cereal bars with jackfruit. *Acta Scientiarum. Technol. Maringá.* 2011;33(1):81-85.
23. Pagamunici L, Souza A, Gohara A, Souza N, Gomes S, Matsushita M. Characterization and Chemometric Analysis of a gluten-free Food bar containing whole flour from a new cultivar of Amaranth. *J Sci Agrotechnol. Maringa.* 2014;38(3):270-277.
24. Zenteno S. Barras de cereales energéticas y enriquecidas con otras fuentes vegetales. *Rev Invest Univ.* 2014;3(2):58-66.
25. Iñarruti M, Vega L. Las barras de cereales como alimento funcional en los niños. *Rev Mex Pediatr.* 2001;68(1):8-12.
26. Mendes Nda SR, Gomes-Ruffi CR, Lage ME, Becker FS, Melo AAM de, Silva FA da, Damiani C. Oxidative stability of cereal bars made with fruit peels and baru nuts packaged in different types of packaging. *Food Sci Technol (Campinas).* 2013;33(4):730-736. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612013000400019>.
27. Velásquez Barreto FF, Ramírez Tixe E, Chuquilín Goicochea R, Aliaga-Barrera I. Optimization of the functional properties of a drink based on tubers of purple mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón). *Agroind Sci.* 2020;10(1):71-77.
28. Villacrés E, Quelal MB, Álvarez J. Redescubriendo la oca y la mashua. Desarrollo de nuevos snacks. Editorial Académica Española; 2016. <https://doi.org/http://dnb.d-nb.de>.
29. Huaccho C. Capacidad Antioxidante, Compuestos Fenólicos, Carotenoides Y Antocianinas De 84 Cultivares De Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón). Universidad Nacional Agraria La Molina; 2016.

30. Gamarra N, Girón C, Roque B, Díaz J. Evaluación Del Contenido De Antocianinas De Tres Accesiones De Oca (Oxalis Tuberosa) En Condiciones Frescas Y Cocidas Del Departamento De Junín. *Prospectiva Universitaria*. 2011;8(2):13-18.

EVALUACIÓN DE LA HORMONA (bST) SOBRE EL PORCENTAJE DE CONCEPCIÓN EN VACAS HOLSTEIN MESTIZAS SINCRONIZADAS CON EL PROTOCOLO OVSYNCH

EVALUATION OF (bST) HORMONE ON THE CONCEPTION PERCENTAGE IN HOLSTEIN CROSS-BREED COWS SYNCHRONIZED WITH THE OVSYNCH PROTOCOL

	¹ Cristian Guilcapi*	cristian.guilcapi@esPOCH.edu.ec
	¹ José Trujillo	jose.trujillo@esPOCH.edu.ec
	¹ Hermenegildo Díaz	hermenegildo.diaz@esPOCH.edu.ec
	¹ Fabián Almeida	fabian.almeida@esPOCH.edu.ec

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (EsPOCH), Facultad de Ciencias Pecuarias, Riobamba, Ecuador.

E-mail: *cristian.guilcapi@esPOCH.edu.ec

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal evaluar la hormona somatotropina recombinante bovina sobre el porcentaje de concepción en vacas Holstein mestizas sincronizadas con el protocolo Ovsynch; la problemática se basó en la carencia de un criterio técnico para el manejo reproductivo de las hembras bovinas lo que representa consecuencias económicas al disminuir la rentabilidad. El tipo de investigación fue de campo y exploratoria con un enfoque de tipo cuali y cuantitativo, dentro de los métodos utilizados se encuentran el deductivo y analítico-sintético; como muestra se tomó 20 vacas que cumplieron con ciertas características. Dichos animales pertenecieron a la hacienda Achín del cantón Pallatanga, la unidad de análisis se basó en los siguientes parámetros: porcentaje de concepción al día 30, porcentaje de fertilidad global, número de servicios por concepción en cada grupo e impacto económico y se trabajó con dos grupos: el control y el experimental. Los principales resultados demostraron que el grupo control tuvo un 40% de concepción al día 30 mientras que del experimental fue del 70%; concluyendo así en lo referente a la fertilidad global el 60 % de vacas fue del grupo de control y el 90 % del experimental; en cuanto a costos para el grupo de control fue de \$686,80 y del experimental de \$751,85 ; se recomendó al ganadero que se considere los resultados generados para la toma de decisiones buscando de esta manera mejorar los parámetros reproductivos, la producción de leche por

lactancia y mejorar el nivel de ingresos económicos.

Palabras clave: Somatotropina, recombinante, ovsynch, concepción, fertilidad.

ABSTRACT:

The main objective of the present investigation was evaluate the recombinant bovine somatotropin hormone (bST) on the conception percentage in crossbred Holstein cows synchronized with the Ovsynch protocol, the problem was based on the lack of a technical criterion for the reproductive management of the animals, which It represents economic consequences by decreasing profitability. The type of research was field and exploratory with a qualitative and quantitative approach, among the methods used are deductive and analytical-synthetic; As a sample, 20 cows were taken that met certain characteristics. These animals belonged to the Achín ranch in the Pallatanga canton. The unit of analysis was based on the following parameters: conception percentage as of day 30, global fertility percentage, number of services by conception in each group and economic impact and we worked with two groups: the control and the experimental. The main results showed that the control group had a 40% conception on day 30 while the experimental group was 70%; thus concluding regarding global fertility,

60% of cows were from the control group and 90% from the experimental group; Regarding costs, the control group was \$ 686.80 and the experimental group was \$ 751.85; it was recommended that the farmer consider the results generated for decision-making, seeking to improve reproductive parameters, milk production per lactation and improve the level of economic income.

Keywords: Somatotropin, recombinant, ovsynch, conception, fertility.

1. INTRODUCCIÓN

En nuestro país existen varias producciones de tipo pecuario de pequeña, mediana y gran escala, en los cuales están involucrados principalmente las personas de los diferentes sectores rurales. La ganadería lechera ocupa uno de los renglones de mayor importancia en sector agropecuario en el país, razón por la cual se debe prestar una mayor atención a los diferentes parámetros reproductivos que maneja cada finca ya que al tener alteraciones en estos parámetros y en especial a la concepción, son un indicativo de que existe un mal manejo alimenticio, fallas en la detección de celo, confort ambiental, etc (1). La elevada incidencia de muerte embrionaria temprana, constituye también una causa de pérdidas económicas y puede ocurrir en vacas infértiles como en vacas con fertilidad normal (2). Se ha observado que cerca del 90% de los ovocitos son fertilizados, sin embargo, antes de los 16 días pos inseminación los embriones mueren; dichas fallas están directamente relacionadas con un incremento en los siguientes parámetros reproductivos: el intervalo parto concepción, índice coital y tasas de descarte por infertilidad, los cuales van a disminuir la eficiencia reproductiva del hato, afectando al futuro de las ganaderías. Es por ello que, se debe tomar en cuenta a la hora de la inseminación artificial que las vacas tengan una buena condicional corporal, que se encuentren libres de cualquier enfermedad reproductiva para prestar las condiciones óptimas y lograr incrementar la concepción, mejorando de esta manera los diferentes índices reproductivos, ya que estos son un componente muy importante en el manejo de bovinos lecheros por su efecto en la rentabilidad del hato. De esta forma se podrá incrementar la producción lechera por día y por vaca, favoreciendo así a que las vacas tengan una vida útil más larga dentro de cada hacienda, lográndose así reducir el descarte de vacas por causas reproductivas, lo cual aumentaría el ingreso neto de la lechería, más aún teniendo animales de buena genética (3). Luego de la fertilización, el desarrollo del embrión puede ser influenciado por la rBST y por el IGF-1, ya que se ha identificado receptores para dichas sustancias

en los diferentes estados. Hay dos ventanas que se relacionan con el desarrollo embrionario, en el primer tipo corresponde a la fertilización y desarrollo embrionario en los primeros 7 días, en el segundo caso hace referencia al reconocimiento materno de la gestación. Al administrar rBST al momento del servicio se incrementa el porcentaje de ovocitos fertilizados y la proporción de embriones transferibles. (4) Una de las alternativas para mejorar los parámetros reproductivos es el uso de la hormona somatotropina recombinante bovina en el momento del servicio, ya sea por inseminación artificial o por monta. Ya que el mecanismo por el cual actúa la hormona antes mencionada, favorece el porcentaje de concepción, y esto se debe al efecto en la maduración del ovocito, desarrollo embrionario temprano, función del cuerpo lúteo, reconocimiento materno y fertilización (5). Con los antecedentes antes mencionados, en la presente investigación se estableció como objetivo general evaluar la hormona bST sobre el porcentaje de concepción en vacas Holstein mestizas sincronizadas con el protocolo Ovsynch.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación tuvo un enfoque de tipo cualitativo ya que se valoró las opiniones de autores, información que fue recopilada en la revisión bibliográfica, además fue considerada de tipo cuantitativo, porque se recopiló información en el estudio de campo, y posteriormente se analizó a través de programas estadísticos, determinando así las correlaciones existentes entre las variables de estudio.

2.1. Tipo y diseño de Investigación

En esta investigación se realizó un estudio de campo, con visitas periódicas a la hacienda Achin con la finalidad de evaluar una posible alternativa, obtener datos y dar una solución viable para mejorar los parámetros reproductivos de sus animales.

De la misma manera, se consideró a la presente investigación de tipo exploratorio, sin embargo, sus resultados se analizaron utilizando la prueba Chi Cuadrado, para comprobar la hipótesis de este trabajo investigativo.

2.2. Métodos de Investigación

En el presente estudio se determinó el uso del método deductivo para el análisis comprendido sobre la información recopilada, la misma que permitió

generar criterios que sirvieron a nivel general como un referente para el sector ganadero, en función de las variables de estudio; lo cual representó una posible solución al problema planteado en la investigación. Al mismo tiempo se empleó el método analítico – sintético para recopilar criterios de varios autores y expertos por medio de información obtenida de estudios referenciales, lo cual fue analizado y posteriormente dicha información clasificada según el interés específico de la presente investigación.

2.3 Población de Estudio

Este trabajo investigativo se desarrolló en la hacienda Achin ubicada en la provincia de Chimborazo, cantón Pallatanga sector Panza Redonda, ubicada a 2700 msnm, con 15 °C de temperatura promedio. La propiedad tenía 56 hectáreas y sus vacas eran manejadas al pastoreo, en cuyos pastizales se encontraban mezclas forrajeras de Rye grass perenne tetraploide, Kikuyo, trébol blanco y llantén. Se ordeñaba dos veces al día un total de 60 vacas con una producción promedio de 17 litros por vaca y sus animales recibían en promedio 3 kg de concentrado (Nutravan) más 180 gramos de sal mineral al día. El consumo promedio por vaca fue de 16 kg/ms/vaca/día y la rotación promedio de sus potreros fue de aproximadamente 28 días.

Para este estudio se utilizó toda la información diaria asentada en los diferentes registros reproductivos de cada vaca pertenecientes a la hacienda y de esta manera se seleccionó todas las hembras bovinas repetidoras de celo hasta llegar a las 20 unidades, de las cuales 10 correspondieron al grupo control y la diferencia perteneció al grupo experimental. Esta investigación se basó en visitas constantes a la hacienda durante el tiempo necesario para poder realizar la selección de los animales y seguir adecuadamente los protocolos para la aplicación de las respectivas hormonas y la posterior toma de los resultados para levantar toda la información para la investigación.

Las vacas seleccionadas en la hacienda fueron Holstein mestizas de tercer parto, alimentadas al pastoreo, con una condición corporal de 2,5 a 3 en una escala de 1 a 5, se encontraban en la primera fase de lactación. Además, fueron vacas que no hayan presentado problemas clínicos post parto.

2.4. Unidad de Análisis

- Porcentaje de concepción al día 30
- Porcentaje de fertilidad global
- Número de servicios por concepción en cada grupo.

- Impacto económico.

2.5. Selección de la Muestra

Para el cálculo de la muestra se requirió la aplicación de la fórmula que a continuación se detalla:

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

Debido a que el tamaño del hato de la hacienda era pequeño y por el alto costo que representó realizar este tipo de investigación, el número de vacas establecido fue una muestra representativa para esta investigación experimental por lo que no fue necesario realizar el cálculo antes mencionado.

En tal razón, las vacas seleccionadas en la hacienda fueron Holstein mestizas de tercer parto, alimentadas al pastoreo y tuvieron una condición corporal de 2,5 a 3 en una escala de 1 a 5, y se encontraban en la primera fase de lactación. Además, fueron vacas que no hayan presentado problemas clínicos post parto.

2.6 Técnica de Recolección de Datos

Para la presente investigación se utilizó los registros reproductivos individuales de cada vaca perteneciente a la hacienda y los resultados de concepción que se determinaron mediante el chequeo ginecológico en el grupo control y en el grupo experimental.

2.7 Tipo de estudio:

GRUPO CONTROL: Se ejecutó de la siguiente manera:

Selección: Se seleccionó vacas Holstein mestizas post parto que tuvieron un buen estado clínico aparente, buena condición corporal y mediante el chequeo ginecológico se observó que tenían un útero limpio y los ovarios funcionales. Estos animales fueron registrados en una hoja de campo, en la cual se anotó su número de arete correspondiente.

Sincronización de celos: Pasada la etapa de involución uterina se realizó la sincronización de celo con el protocolo Ovsynch, para lo cual se inició el día cero con la aplicación intramuscular de 0.01 mg de acetato de Buserelina y la colocación del parche para detectar celo, luego al día 7 se aplicó por vía intramuscular una dosis de 50 mg de cloprostenol sódico y al día 9 se repitió la aplicación intramuscular de 0.01 mg de acetato de Buserelina.

Inseminación artificial: Luego de las 24 horas de la última dosis de acetato de Buserelina se observó la intensidad de celo mediante el parche despintado (coloración roja). A continuación, del tanque criogénico de 20 kg, se seleccionó y sacó la pajuela a utilizar en función de cada animal, e inmediatamente se procedió a descongelar la misma en un termo con agua a 37°C por 45 segundos. Transcurrido este tiempo, se sacó la pajuela del termo, se la secó con papel desechable y se colocó en la pistola de IA para armarle completamente y proceder con la inseminación artificial. Finalmente, se realizó la IA, para lo cual se depositó el semen en el cuerpo uterino. Además, este grupo control no recibió ninguna dosis de la hormona somatotropina.

Diagnóstico de gestación 30 días: Para determinar las vacas preñadas, se realizó una ecografía transrectal utilizando el ecógrafo Kaixin RKU-10. Mediante este equipo, se evidenció al embrión, a través de una imagen ecogénica dentro de una zona negra (anecogénica). Asimismo, se observó la presencia de líquido uterino intraluminal y de un cuerpo lúteo en el ovario ipsilateral. Además, a las vacas vacías se determinó que existe cuerpo lúteo y se aprovechó esta fase del ciclo estral inyectando una dosis de 50 mg de cloprostenol sódico para luego de unos 3 a 5 días detectar el celo y realizar la IA. Posteriormente se realizó el chequeo de preñez a los 30 días pos inseminación para confirmar preñez o no.

GRUPO EXPERIMENTAL: Se ejecutó de la siguiente manera:

Selección: Se seleccionó vacas Holstein mestizas post parto que tuvieron un buen estado clínico aparente, buena condición corporal y mediante el chequeo ginecológico se observó que tengan un útero limpio y los ovarios funcionales. Estas vacas fueron registradas en una hoja de campo, en la cual se anotó su número de arete correspondiente.

Sincronización de celos: Pasada la etapa de involución uterina se realizó la sincronización de celo con el protocolo Ovsynch, para lo cual se inició el día cero con la aplicación intramuscular de 0.01 mg de acetato de Buserelina y la colocación del parche para detectar celo, luego al día 7 se aplicó por vía intramuscular una dosis de 50 mg de cloprostenol sódico y al día 9 se repitió la aplicación intramuscular de 0.01 mg de acetato de Buserelina.

Inseminación artificial: Luego de las 24 horas de la última dosis de acetato de Buserelina se observó la intensidad de celo mediante el parche despintado (coloración roja). A continuación, del tanque criogénico

de 20 kg, se seleccionó y sacó la pajuela a utilizar en función de cada animal, e inmediatamente se procedió a descongelar la misma en un termo con agua a 37°C por 45 segundos. Transcurrido este tiempo, se sacó la pajuela del termo, se la secó con papel desechable y se colocó en la pistola de IA para armarle completamente y proceder con la inseminación artificial. Finalmente, se realizó la IA, para lo cual se depositó el semen en el cuerpo uterino. Además, en ese día, al grupo experimental se administró por vía subcutánea en la tabla del cuello la primera dosis de 325 mg de la bST (día 0).

Segunda dosis de la hormona bST 325mg (día 14 pos Inseminación): Se aplicó vía subcutánea en la tabla del cuello a cada vaca del grupo experimental.

Diagnóstico de gestación 30 días: Para determinar las vacas preñadas, se realizó una ecografía transrectal utilizando el ecógrafo Kaixin RKU-10. Mediante este equipo, se evidenció al embrión, a través de una imagen ecogénica dentro de una zona negra (anecogénica). Asimismo, se observó la presencia de líquido uterino intraluminal y de un cuerpo lúteo en el ovario ipsilateral. Además, a las vacas vacías se determinó que existe cuerpo lúteo y se aprovechó esta fase del ciclo estral inyectando una dosis de cloprostenol sódico para luego de unos 3 a 5 días detectar el celo y realizar la IA. Posteriormente se realizó el chequeo de preñez a los 30 días pos inseminación para confirmar preñez o no.

2.10. Instrumentos de Recolección de datos primarios y secundarios

En la presente investigación, se utilizó todas las fichas de observación, registros individuales de las vacas en estudio y los resultados obtenidos mediante la ecografía.

2.11. Instrumentos para procesar los datos recopilados

Para procesar los datos de este estudio, se utilizó un computador y el programa Excel.

3. RESULTADOS

3.1. Porcentaje de concepción al día 30

Grupos	Nº de observaciones	Nº de vacas preñadas al día 30	% de Concepción al día 30
Control	10	4	40
Experimental	10	7	70

Tabla 1. Porcentaje de concepción al día 30.

Al visualizar la tabla 1, se logra identificar que para el estudio se utilizó tanto para el grupo de control como para el experimental un total de 10 vacas para cada grupo, en lo referente al porcentaje de concepción al día 30 se determinó que el 40% de vacas del grupo de

control está en un estado de gestación frente a un 70% del grupo experimental, existiendo una diferencia del 30% de efectividad del proceso.

3.2. Porcentaje de fertilidad global

Grupos	Nº de observaciones	Nº de vacas preñadas al día 30	Nº de vacas preñadas al día 70	% Fertilidad global
Control	10	4	2	60
Experimental	10	7	2	90

Tabla 2. Porcentaje de fertilidad global.

En la tabla 2 se observa que, en esta investigación el grupo control obtuvo el 60% en lo relacionado con la fertilidad global, en cambio el grupo experimental alcanzó un 90%; concluyendo así que el grupo experimental logró mayores niveles de fertilidad global

lo cual se traduce en una mejor eficiencia reproductiva del hato.

3.3. Número de servicios por concepción

Grupos	Nº de observaciones a la 1ra IA	Servicios/ Concepción con la 1ra IA	Vacas preñadas a la 1ra IA	Nº de observaciones a la 2da IA	Servicios/ Concepción con la 2da IA	Vacas preñadas a la 2da IA	Total Vacas preñadas	Nº Total-Servicios por Concepción
Control	10	1	4	6	2	2	6	3
Experimental	10	1	7	3	1	2	9	2

Tabla 3. Número de servicios por concepción

En la tabla 3 presentada anteriormente, se visualiza que en el grupo control existió un total de 6 vacas preñadas y se obtuvo 3 servicios por concepción, contrariamente al grupo experimental que tuvo 9 vacas preñadas y

existieron 2 servicios por concepción, evidenciado así la eficiencia del grupo experimental.

3.4. Costos por tratamiento

Grupos	DETALLES	Total/vaca	Unidad	Costo/ml	Total/Vacas (\$)
CONTROL	Acet. Buser. (5ml/vaca)	5	ml	2,85	142,5
	PARCHE	1	Unidad	2	20
	Cloprost sód (2ml/vaca)	2	ml	2,49	49,8
	Pajuelas	18	Unidad	25	450
	Jeringas de 3 ml	3	Unidad	0,15	4,5
	Guantes (5/vaca)	5	Unidad	0,25	20
COSTO TOTAL DE TODO EL TRATAMIENTO					686,8
EXPERIMENTAL	Acet. Buser. (5ml/vaca)	5	ml	2,85	142,5
	PARCHE	1	unidad	2	20
	Cloprost sód (2ml/vaca)	2	ml	2,49	49,8
	Pajuelas	13	unidad	25	325
	Jeringas de 3 ml	3	unidad	0,15	4,5
	Guantes (5/vaca)	5	unidad	0,25	16,25
	Hor. bST(1ra dosis 325 mg)	1	unidad	9,69	96,9
	Hor. bST(2da dosis 325 mg)	1	unidad	9,69	96,9
COSTO TOTAL DE TODO EL TRATAMIENTO					751,85

Tabla 4. Costos por tratamiento

En la tabla 4 se muestran los datos que representaron los costos por tratamiento tanto del grupo de control como el experimental.

Es importante mencionar que en el grupo experimental se aplicó la hormona bST para la primera y segunda dosis, en lo relacionado a los costos totales en el grupo de control fue de \$686,80 mientras que en el experimental fue de \$751,85 existiendo una diferencia de \$65,05. Sin embargo, es necesario recalcar que el grupo experimental alcanzó el 90% de vacas preñadas a nivel global mientras que en el grupo de control fue del 60%.

4. DISCUSIÓN

4.1 Porcentaje de concepción al día 30.

En la presente investigación se reportó que, en el grupo experimental se alcanzaron valores más altos en comparación al grupo control en lo relacionado al porcentaje de concepción al día 30, obteniéndose el 70% para el grupo experimental, frente a un 40% del grupo de control. Por lo que se pudo indicar que la aplicación del tratamiento en estudio mejoró notablemente el porcentaje de concepción.

En la investigación efectuada (6), se determinó que al día 30 el grupo experimental tuvo un 48% de gestación mientras que el grupo de control obtuvo un 40%, se aplicó 325 mg comparable a los 500 mg usados en vacas repetidoras, (7) usó 500 mg de bST con un protocolo de inseminación artificial obteniendo una tasa de concepción del 41.8% frente al 25,4% del grupo de control.

El tratamiento en el que se utilizó 500 mg de bST a la detección del celo ayudó a la concepción del 29,3% frente a 16,9% perteneciente al grupo de control (8).

En la investigación efectuada en Florida concluyeron que al utilizar la hormona bST con el protocolo Ovsynch el nivel de tasas de concepción en vacas lecheras se incrementó (9).

Una vez analizado los resultados de la presente investigación con los resultados de los autores, se visualiza con claridad que el grupo experimental en este trabajo investigativo obtuvo mayores niveles de concepción al día 30 y estos resultados se alcanzaron porque se logró mantener los niveles de la hormona bST para ayudar a que el embrión se desarrolle adecuadamente y se mejore la secreción de hormonas en el momento del reconocimiento materno.

Demostrando así la efectividad del uso de la bST en la preñez de los animales (10). Los resultados encontrados en la presente investigación contrastan con los autores antes citados. La causa de variación puede estar relacionada con el mecanismo de acción de la hormona bST, el número de dosis, la concentración del producto, el intervalo utilizado, el manejo de la vaca durante en la etapa de transición, y al estado nutricional.

4.2 Porcentaje de fertilidad global.

En la presente investigación se determinó que el grupo de control obtuvo un 60% de eficiencia frente a un 90% del grupo experimental demostrando así que existió una mayor tasa de efectividad de la fertilidad global con el grupo experimental.

En la investigación se concluyó que el porcentaje de fertilidad global fue del 46% para el grupo experimental y del 35% para el grupo control en una muestra de 316 vacas divididas en los dos grupos mencionados (11).

En el estudio se determinó que el porcentaje global de fertilidad en su estudio fue del 72% en el grupo experimental frente al 50% del grupo de control en una muestra de 50 vacas para cada grupo (12).

En el trabajo investigativo se demuestra que el tratamiento en lo referente a la fertilidad global fue del 56% para el grupo experimental y del 48% para el grupo control con un total de 25 vacas en cada grupo (13).

Una vez analizado los resultados se observó que la presente investigación alcanzó en el grupo experimental un porcentaje de fertilidad global de 90% siendo superior frente a los estudios de (11), (13), y (12), esto fue porque el estado sanitario y nutricional de las vacas previo al tratamiento fue excelente, además tenían un útero limpio y sus ovarios funcionales. Concluyendo de esta manera que con el uso de bST y con el protocolo de sincronización Ovsynch obtenemos un mayor porcentaje de fertilidad global frente a otros métodos u hormonas.

Al respecto se debe señalar que, en el presente estudio se determinó valores superiores en cuanto a la fertilidad global; esto posiblemente se debió al tamaño de la muestra, la variación climática, a los efectos directos de la hormona del crecimiento (GH) e indirectos, mediados por el IGF-I en los procesos reproductivos. Además, que la bST modificó el ambiente uterino lo cual favoreció las condiciones de desarrollo embrionario, ayudando a una mejor maduración del ovocito, desarrollo embrionario y posteriormente,

asegurando un correcto reconocimiento materno de la gestación.

4.3 Número de servicios por concepción

En el presente trabajo investigativo se determinó que, el grupo control obtuvo un total de 3 servicios por concepción, y en el caso del grupo experimental alcanzó un total de 2 servicios por concepción. Concluyendo que, el número de servicios por concepción del grupo experimental fue bueno y su valor obtenido se acercó a los parámetros reproductivos ideales en el que se menciona que 1,5 servicios por concepción es excelente.

En su investigación concluyeron que en el grupo experimental obtuvieron un total de 2 servicios por concepción mientras que el grupo de control alcanzó 4. Como se visualizó tanto en el presente estudio como en el mencionado (14), existió una similitud en el número de servicios por concepción considerando que el grupo experimental fue menor al grupo control (14).

(13) en su investigación obtuvo un número de servicios para el grupo de control de 2,5 y el experimental fue de 2; en el estudio efectuado por (15), tanto en el grupo de control como el experimental tuvieron 2 servicios por concepción respectivamente

Luego de haber comparado los resultados del presente estudio con las otras investigaciones, se determinó que el número de servicios por concepción se acercó al ideal a nivel nacional, esto posiblemente se debió a que se mantuvo los niveles de IGF-I constantemente altos lo cual favoreció a que no exista pérdidas embrionarias. Además, estos resultados posiblemente se obtuvieron como respuesta a una eficiencia en la detección de celo y del inseminador.

4.4 Costos

En lo referente al tema económico este varió, ya que se consideró varias condicionantes como por ejemplo:

- Número de vacas seleccionadas para el presente estudio.
- Cantidad de requerimientos
- Costos de las hormonas, pajuelas, etc.

En lo relacionado a los costos, el grupo de control obtuvo un total de \$686,80 reportando 6 vacas preñadas, mientras que en el experimental el costo fue de \$751,85 con 9 vacas preñadas existiendo una diferencia de \$65,05. Donde se pudo concluir que, si bien es cierto el tratamiento control tuvo un menor costo, pero el costo

beneficio es favorable para el grupo experimental.

La investigación de (16), determinó que el costo total del tratamiento fue de \$1.496,11 para un total de 27 vacas, teniendo un costo unitario de \$50,37. Al respecto se obtuvo un total en su ensayo de \$ 1152,20 y por cada vaca invirtió \$76,81 de las 15 vacas tratadas 10 resultaron gestantes (17). En el estudio de Proaño, el costo por tratamiento con protocolo Ovsynch fue de 214,52, el costo del tratamiento por vaca fue de 35,75, es importante considerar que se trataron 6 vacas (15).

Como se mencionó anteriormente, hay varios aspectos que influyeron en los costos económicos de cada tratamiento, considerando los elementos antes mencionados. Por lo que, una vez que se analizó los resultados del presente trabajo investigativo se concluye que, esta investigación fue beneficiosa dentro del aspecto de rentabilidad en comparación con los autores (16), (17), y (15). Por lo tanto, una vez realizado los cálculos correspondientes al costo se concluyó que el costo beneficio fue favorable para el grupo experimental porque en relación al beneficio costo, por cada dólar invertido se tuvo para el grupo de control un valor de 0,17 de ganancia mientras que para el grupo experimental fue de 0,29, siendo este superior.

Los resultados del presente estudio posiblemente pudieron estar relacionados con el número de vacas utilizadas y por los costos que representaron cada tratamiento, ya que una vez realizado los cálculos correspondientes se obtuvo que el grupo control utilizó \$686,80 obteniendo 6 vacas preñadas con un costo unitario de \$114,46, mientras que el grupo experimental invirtió \$751,85 obteniendo 9 vacas gestantes con un costo unitario de \$83,53.

Estos resultados del presente estudio indican que el mecanismo de acción de la hormona bST permite acrecentar las concentraciones plasmáticas de IGF-1 incrementado la longitud del concepto y perfeccionando la producción del IFN-T, disponiendo al endometrio para la formación y placentación, logrando así mejorar la concepción de hembras bovinas.

5. CONCLUSIONES

- Por medio de la investigación efectuada se determinó que en lo referente a la concepción al día 30 en vacas Holstein mestizas el grupo control obtuvo un 40% mientras que en el grupo experimental fue del 70%, concluyendo así que los resultados favorecen al grupo en utilizó la hormona bST.

- En lo relacionado a la fertilidad global en vacas Holstein mestizas sincronizadas con el protocolo Ovsynch, en el grupo control se visualizó un 60 %, no así el grupo experimental que utilizó la doble inyección de la bST presentó un 90%, habiendo demostrado que el grupo experimental reflejó una fertilidad superior.
- A través de la investigación realizada, en lo concerniente al número de servicios por concepción, el grupo experimental que utilizó el protocolo Ovsynch más hormona bST, reflejó un total de 2,0 servicios por concepción, siendo así este valor más bajo que el grupo control, demostrándose que este resultado obtenido fue bueno para una ganadería productora de leche.
- En lo correspondiente al costo total del estudio, el grupo de control tuvo un valor de \$686,80 con un total de 6 vacas preñadas. Mientras que el costo del tratamiento del grupo experimental fue de \$ 751,85 dólares con un total de 9 vacas preñadas; estos resultados permitieron concluir que el costo beneficio refleja un efecto favorable al grupo experimental, ya que por cada dólar invertido hay una ganancia de 0,29 centavos.

6. AGRADECIMIENTOS

Al Ing. José Trujillo, Ing. Hermenegildo Díaz y al Ing. Fabián Almeida, por compartir sus sabios conocimientos y experiencias, mismas que han servido para ir enriqueciendo el presente documento.

A los propietarios de la hacienda Achín, perteneciente al cantón Pallatanga por prestarme sus instalaciones para poder obtener los datos para la presente investigación.

7. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Rippe C. Ciclo estral. The Dairy Cattle Reproduction Council does not support one product over another and any mention herein is meant as an example not an endorsement. ABS Global Inc. 2009.
- Becaluba F. Métodos de sincronización de celos en bovinos. [Online]; 2015. Available from: <http://www.infogranjas.com.ar/inseminacion-artificial/metodos-de-sincronizacion-de-celos-en-bovinos>.
- Colazo M. Protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en Bos Taurus. Scielo. 2015; p. 23-68.
- Bragaglia G. O uso da somatotropina bovina recombinante em reprodução bovina. [Online]; 2009. Available from: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/118384>.
- Calcedo V. La hormona del crecimiento bST en la producción y el consumo de leche. Scielo. 2015; p. 12-29.
- Franco J, Uribe L. Hormonas reproductivas de importancia veterinaria en hembras domésticos rumiantes. Scielo. 2015; p. 28-36.
- Jácome A. Fisiología endocrina Bogotá: Academia Nacional de Medicina ; 2005.
- Berlanga E. Diagnóstico bioquímico del exceso de secreción de somatotropina. ModolGEX. 2016; p. 559-564.
- McMahon R. Neuroregulation of growth hormone secretion in domestic animals. Domest Anim Endocrinol. 2001; p. 65-87.
- Moreira E, Risco M, Pires J, Ambrose M. Use of bovine somatotropin in lactating dairy cows receiving timed artificial insemination. Dairy Science. 2010; p. 1237-1247.
- Mendoza G. Porcentaje de concepción en vacas Holstein. IBSA. 2012.
- Reina M. Evaluación del efecto de dosis bajas de somatotropina bovina recombinante sobre el porcentaje de concepción en vacas lecheras repetidoras al pastoreo en dos ganaderías en el cantón Mejía Quito : Universidad Central del Ecuador ; 2018.
- Yanza F. "Efecto de la Somatotropina Recombinante Bovina sobre la concepción en vacas Holstein sincronizadas con Ovsynch (GNRH + Prostaglandina) e inseminadas a tiempo fijo Cuenca : Universidad de Cuenca ; 2013.
- Rodríguez O, Díaz R, Ortiz O, Gutiérrez C. Porcentaje de concepción al primer servicio en vacas Holstein tratadas con hormona bovina del crecimiento de la inseminación. Scielo. 2009.
- Proaño L. Evaluación de tres protocolos de sincronización de celo en la reproducción de vacas lactantes Holstein Friesian, Cadet, Tumbaco, Pichincha Quito: Universidad Central del Ecuador ; 2015.
- Yanzaguano C. Evaluación de la tasa de preñez utilizando la inseminación artificial a tiempo fijo a 1-10-20 horas post aplicar el protocolo de sincronización ovsynch Cuenca: Universidad de Cuenca; 2013.
- Sarmiento M. Evaluación de la tasa de preñez con protocolos de sincronización con tres tiempos de retiro del dispositivo intravaginal, en vacas holstein Cuenca : Universidad de Cuenca ; 2014.

CONSUMO RESIDUAL DE ALIMENTO (RFI) EN LA RAZA CHAROLAIS

RESIDUAL FEED INTAKE (RFI) IN THE CHAROLAIS BREED

	¹ Julio Usca *	julio.usca@esPOCH.edu.ec
	¹ Ivan Flores	cesar.flores@esPOCH.edu.ec
	¹ Mauricio Chavez	mauricio.chavez@esPOCH.edu.ec
	¹ Maria Baquero	maria.baquero@esPOCH.edu.ec

¹ Carrera de Zootecnia, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur km 1 1/2, Riobamba-Ecuador.

E-mail: * julio.usca@esPOCH.edu.ec

RESUMEN

La presente investigación se enfocó en analizar sistemáticamente fuentes bibliográficas, criterios por parte de expertos, acerca de las investigaciones y resultados que se han llevado a cabo en el estudio del Consumo Residual de Alimento RFI en la raza Charoláis.

Para el análisis de los documentos se establecieron algunos criterios de selección, los cuales fueron de utilidad para la recolección de información que se utilizó durante el proceso de la investigación, por lo cual se planteó los siguientes parámetros: información con un nivel de validez alto es decir que estas se encuentran en formatos reconocidos y mejor valorados académicamente como lo son revistas, artículos científicos, tesis y documentos científicos donde el 100% de información pertenecen a los últimos cinco años, en idiomas tanto en español, portugués como en inglés se emplearon criterios de búsquedas incluyen los siguientes descriptores: "Charoláis" y "RFI".

Por lo que se concluye que a través del análisis y procesamiento de la información de las bases científicas se determina que las variables que se utiliza para determinar el consumo residual de alimento son: Peso inicial Ajustado (PIA), Peso final Ajustado (PFA), Ganancia diaria de peso (GDPA), consumo diario en base seca (CDBS) y Conversión Alimenticia (CA) las cuales son obtenidas en un proceso de estabulación de los ejemplares mientras dure la prueba de comportamiento.

Palabras clave: RFI, charoláis, CRA, novillos, peso ajustado.

ABSTRACT:

The objective of this research was to systematically analyze bibliographic sources, criteria by experts, about the research and results that have been carried out in the study of Residual Feed Intake RFI in the Charolais breed.

For the analysis of the documents, some selection criteria were established, which were useful for the collection of information that was used during the research process, for which the following parameters were proposed: information with a high level of validity, that is to say that these are in recognized and better academically valued formats such as magazines, scientific articles, theses and scientific documents where 100% of the information belongs to the last five years, in Spanish, Portuguese and English languages, search criteria were used including the following descriptors: "Charolais" and "RFI".

Therefore, it is concluded that through the analysis and processing of the information of the scientific bases it is determined that the variables used to determine the residual feed consumption are: Adjusted initial weight (AIW), Adjusted final weight (AFW), Average daily gain (ADG), daily consumption on dry basis (DMI) and Feed efficiency (FE) which are obtained in a process of stabling the specimens for the duration of the behavioral test.

Palabras clave: RFI, charolais, steers, adjusted weight.

1. INTRODUCCIÓN

La ganadería de carne, actividad popular y prácticamente desarrollada en toda la región, es considerada un área socioeconómica importante para el desarrollo de las campañas, ha sido y sigue siendo fuertemente desafiada en términos de su eficiencia productiva y su impacto ambiental; De hecho, el pastoreo de ganado vacuno es una actividad muy amplia, en zonas reconocidas como áreas socioeconómicas de gran importancia para el desarrollo un área que ha sido cuestionada sobre el RFI.

Sin embargo, para reconocer sus verdaderas dificultades, es necesario evaluar aspectos internos como el proceso de crianza y la presión sobre los recursos naturales, baja productividad y rentabilidad económica, poca visibilidad comercial, labor social tímida, débil evolución de la situación actual de la ganadería cárnica en la región.

También se espera que los mayores aumentos en la demanda de productos cárnicos en general provengan de los países en desarrollo (la población aumentará de alrededor de 6 mil millones en 2015 a alrededor de 6 mil millones).

2. MATERIALES Y MÉTODOS (Metodología)

2.1 Búsqueda de Información bibliográfica.

La metodología descriptiva fue aplicada para el desarrollo de la presente investigación, en la cual implica analizar sistemáticamente fuentes bibliográficas, criterios por parte de expertos, acerca de las investigaciones y resultados que se han llevado a cabo en el estudio del Consumo Residual de Alimento RFI en la raza Charoláis y sus diferentes cruza rascales, la misma que podrá ser utilizada y replicada para posteriores investigaciones.

Para iniciar con la redacción de la investigación se tomó en cuenta que el 100% de las investigaciones sean desarrolladas desde el año 2015 en adelante, dichos datos se tomó en cuenta gracias a la importancia de sus resultados para contribuir en la presente trabajo, lo cual fue tomado de varias fuentes confiables como artículos científicos, artículos de revisión, revistas especializadas, libros y trabajos de titulación, para su búsqueda se utilizaron plataformas digitales como: Google, Google académico, Scielo, Dialnet, entre otras.

2.2 Criterios de selección

Para el análisis de los documentos se establecieron algunos criterios de selección, los cuales fueron de utilidad para la recolección de información que se

utilizó durante el proceso de la investigación, por lo cual se planteó los siguientes parámetros: información con un nivel de validez alto es decir que estas se encuentran en formatos reconocidos y mejor valorados académicamente como lo son revistas, artículos científicos, tesis y documentos científicos donde un 100% de información pertenecen a los últimos cinco años, en idiomas tanto en español, inglés y portugués; en lo referente al ámbito geográfico se centró en países como México, Brasil, Uruguay, Canadá y EEUU además de tomar en cuenta documentos fácilmente accesibles con información de calidad.

Como criterios de búsquedas incluyen los siguientes descriptores: "Charoláis", "CRA", "Novillo" y "RFI". Estas palabras claves fueron combinadas de diversas formas al momento de la exploración con el objetivo de ampliar los criterios de búsqueda. Al realizar la búsqueda de los documentos, en cada una de las bases de datos, se preseleccionaron varios artículos y documentos de los cuales se escogió aquellos que se encontraron con más relación de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión.

Hay que mencionar que no se tomaron en consideración para el análisis aquellos documentos que no cumplen con la información adecuada. Las estrategias de búsqueda se detallan a continuación:

- Raza Charoláis
 - Carne y calidad sensorial de los principales músculos de novillos Angus, Charolais y mestizos Angus con alto y bajo consumo de alimento residual.
 - Common and diet-specific metabolic pathways underlying residual feed intake in fattening Charolais yearling bulls. (2021, 21 diciembre).
 - Higgins, M. G. (2019, 26 junio). The effect of breed and diet type on the global transcriptome of hepatic tissue in beef cattle divergent for feed efficiency - BMC Genomics.
 - Mukiiibi, R. (2020, 9 noviembre). Bovine hepatic miRNAome profiling and differential miRNA expression analyses between beef steers with divergent feed efficiency phenotypes.
- RFI
 - Evaluación del efecto de medidas alternativas de ganancia de peso corporal y consumo de materia seca para el cálculo del consumo residual de alimento en ganado bovino pura raza Charolais y Red Angus en crecimiento. (2015, 1 julio).
 - Relationship between feed efficiency and slaughter traits of French Charolais bulls. (2019, 8 abril).

Journal of Animal Science.

- Relaciones fenotípicas y genéticas del comportamiento alimentario con el consumo de alimento, el rendimiento del crecimiento, la eficiencia alimenticia y las características de mérito de la canal en novillos Angus y Charolais. (2014, 1 marzo).

2.3 Métodos para la sistematización de la información

Constatando a través de la literatura revisada el efecto positivo sobre el uso del consumo residual de alimento como un indicador de eficiencia en la producción de Ganado de carne, los estudios publicados sobre este indicador usado en la Raza Charoláis como productora de carne, se destacan como Garza-Brenner (1), quienes en sus investigaciones reportan el RFI en la raza Charoláis quienes han realizado su investigación con cruces raciales con la raza Charoláis como Charoláis x Brahman. La información fue sistematizada mediante gráficas, tablas que fue fundamental para la realización de los resultados discusiones y conclusiones.

3. RESULTADOS

3.1 Consumo residual de alimento (RFI) en la raza Charoláis

3.1.1 Variables para el cálculo del Consumo Residual de Alimento

Las variables analizadas en las diferentes investigaciones fueron las siguientes:

PIA: Peso inicial ajustado: Es el indicador del peso inicial ajustado del animal.

PFA: Peso final ajustado: Es el indicador del peso final ajustado del animal.

GDPA: Ganancia diaria de peso ajustado: Es el indicador que determina el peso parcial final de los animales en engorde.

CDDBS: Consumo diario en base seca: se expresa como la cantidad de materia seca que el animal ingirió durante un día; Factores dependientes: del animal que es la capacidad de gestión aparte de los alimentos igual digestibilidad. La estimación del consumo voluntario de materia seca es un factor importante considerar en evaluación de un forraje como fuente de nutrientes para los ovinos; también permite tener conocimiento de la cantidad de nutrientes que los animales están consumiendo y compararlos con los necesarios para satisfacer los requerimientos nutricionales.

CA: Conversión Alimenticia: Es la relación entre el alimento entregado a un grupo de animales y la ganancia de peso que estos tienen durante el tiempo en que la consumen.

RFI: Consumo residual de alimento: El RFI es un criterio alternativo para la evaluación de la eficiencia alimenticia neta.

3.1.2 Consumo Residual de Alimento RFI

Se observó que la raza Charoláis presentó la mayor conversión alimenticia, demostrando que, bajo las condiciones llevadas del experimento, la raza Charoláis es menos eficiente en términos de conversión alimenticia, al requerir un mayor consumo de alimento (5.91) para desarrollar un kilogramo de peso vivo, esto se lo observa también al tener un RFI positivo significa que consume más alimento del esperado.

Para el siguiente estudio, se evaluó las mismas variables anteriores en 28 animales, pero en tres grupos raciales: 481 Charoláis, 36 Charoláis x Brahman.

A continuación, se muestran los valores: como se observa en la tabla 1

Tabla 1. Grupo Raciales con constantes para determinar el RFI

Raza	N	PIA(Kg)	PFA(Kg)	GDPA(Kg)	CDDBS(Kg)	CA	RFI	Autor
Charoláis	60	355± 7.15	473± 7.21	0.95±0.19	9.26±1.37	7.85±0.80	0.80±0.18	Kayser-Glaze et al. (2015)
Charoláis	32	217.20±7.12	394.50±7.79	1.53±0.04	9.00±0.20	5.91±0.15	-0.165±0.13	Garza- Brenner et al. (2019)
Charoláis	69	297.4±13.4	416.1±9.2	1.7±0.1	10.1±0.4	8.50±0.64	0.04±0.11	Herrera-Camacho et al. (2018)
Charoláis	145	238 ± 7.46	372±6.58	5.58 ±0.89	7.04±1.09	7.62±0.61	0.89±0.65	Cassady etal. (2016)
Charoláis	175	267 ± 6.46	392±7.56	1.79 ±0.24	8.03±1.06	5.71±0.54	0.86±0.67	Cassady etal. (2016)
Charbray	36	275.3±13.2	395.7±8.7	1.7±0.1	9.9±0.4	8.22±0.64	0.07±0.081	Herrera- Camacho et al. (2018)

Nota. Elaboración propia.

Los resultados obtenidos demuestran que el RFI es una medida alternativa de la eficiencia en la alimentación que es independiente del crecimiento y del tamaño corporal, y da la oportunidad de identificar al ganado más eficiente, para así seleccionar a los mejores ejemplares en base a la eficiencia alimenticia.

Así también, dado que los novillos evaluados en este estudio tienen tanto eficiencia alimenticia neta como conversión alimenticia similar, se recomienda la selección de novillos con las características deseadas tanto para crecimiento como para eficiencia alimenticia evaluada mediante RFI que se puede llevar a cabo dentro de cada grupo.

Los resultados, por lo tanto, demuestran que las razas especializadas para la producción de carne y sus cruces presentan mejor desempeño en crecimiento, tomando en cuenta siempre si se les proporcione la alimentación adecuada, por lo que se considera una buena alternativa de cruce para los productores haciendo uso de la raza Charoláis.

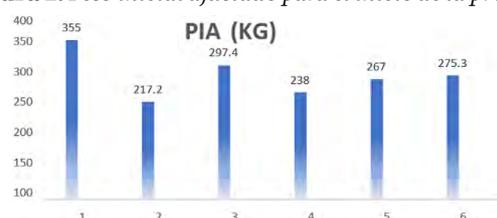
Se obtuvo como resultado una relación entre los genes y los procesos biológicos asociados con la variación, por lo que la ingesta residual de alimento es un rasgo complejo con una heredabilidad moderada. La dirección de la correlación entre la RFI y la expresión génica en algunos casos se invirtió entre los tejidos. Por ejemplo, los niveles bajos de proteólisis en el músculo se asociaron con una alta eficiencia en toros en crecimiento.

4. DISCUSIÓN

4.1 Peso inicial ajustado

En la figura 1, se puede observar que al utilizar 517 ejemplares de la raza Charoláis tuvieron un peso promedio de $274,98 \pm 48,32$ kg. Estos valores pueden variar de acuerdo a la línea genética de bovinos Charoláis que se estudien. Ancho (especialmente en las regiones posteriores a la mitad del dorso) y de buena profundidad, cuenta con contornos redondeados y musculosos. Posee garganta sin papada, y en general no acumula grasas debajo de la piel. Sus patas son bien aplomadas y separadas, con huesos sólidos; y sus brazos, fuertes y anchos.

Figura 1. Peso inicial ajustado para el inicio de la prueba.



Nota. Elaboración propia.

Para analizar los pesos vivos de los animales, la edad es uno de los factores determinantes que se debe tomar en cuenta para que las estimaciones de los factores genéticos sean confiables. Cualquier comparación entre pesos vivos de los animales, que se base sobre índices genéticos o directamente sobre los mismos pesos, impone la necesidad de que los pesos detectados a diferentes edades sean comparables. Este problema puede ser solucionado multiplicando los pesos por específicos coeficientes de ajuste que buscan eliminar de los datos productivos la variabilidad debida a la edad.

4.2 Peso Final Ajustado

En la figura 2 se puede observar que al utilizar 517 ejemplares de la raza Charoláis tuvieron un peso promedio de $407,22 \pm 35,14$ kg. Estos valores son superiores a los demás autores debido a que la raza Charoláis es un animal de biotipo productora de carne, es un animal voluminoso, largo y de tamaño moderado.

Figura 2. Peso final ajustado para el inicio de la prueba



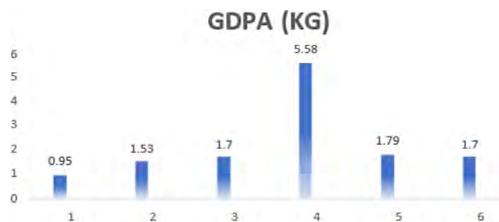
Nota. Elaboración propia.

El comportamiento productivo de una especie animal depende de factores genéticos y medio ambientales como la especie, raza, peso vivo, edad, sexo, desarrollo gastrointestinal, actividad nictemeral, además conjugándose factores como la palatabilidad del alimento, la estructura física, la forma de distribución de las comidas, la disponibilidad de agua, la temperatura ambiental, etc. La composición del peso variará con la necesidad del animal, en consecuencia, las necesidades se centrarán en la producción y luego en el mantenimiento corporal.

4.3 Ganancia Diaria de Peso

Al analizar la variable ganancia diaria de peso los valores presentados por (2), donde los toretes de la Raza Charoláis ganaban 5.58 ± 0.89 kg/día estos valores siendo superiores a los presentados a los demás autores. Como se puede observar en la figura 3.

Figura 3. Ganancia Diaria de Peso Ajustada



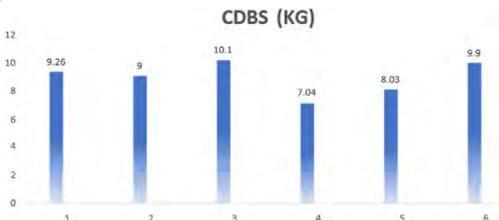
Nota. Elaboración propia.

Los datos de la presente investigación son notablemente superiores, debido a que el medio ambiente es un factor que afecta la eficiencia productiva por diversas causas, como son el permanente estrés calórico, pasturas pobres, escasez o exceso de agua, aspectos todos relacionados con épocas y fases críticas del animal y también a la edad de los animales.

4.4 Consumo Diario en Base Seca

La figura 4 reporta un consumo diario en base seca de $10,1 \pm 0,4$ estos valores son superiores a las demás investigaciones esto debido a que la determinación del consumo voluntario de materia seca por los animales es indispensable para determinar su capacidad productiva y su estado nutricional.

Figura 4. Consumo de Alimento en Base Seca



Nota. Elaboración propia.

El incremento en degradabilidad ruminal de la dieta puede explicar el aumento de consumo de MS en bovinos. La ingestión máxima de MS se produce cuando la digestibilidad de la dieta se encuentra entre el 66 y el 68 % (3).

4.5 Conversión Alimenticia

En la figura 5 los ejemplares utilizados en la investigación realizada por (1), se observa que los animales son más eficientes con $5,91 \pm 0,15$.

Figura 5. Conversión Alimenticia

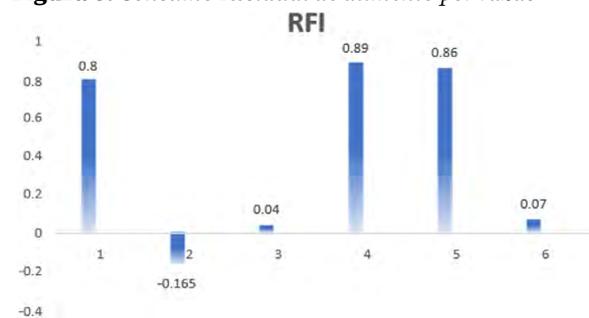


Nota. Elaboración propia.

4.6 Consumo Residual de Alimento

En la figura 6, se puede observar que la investigación realizada por (1), ya que al utilizar 32 animales de la Raza Charoláis con un RFI -0,165 estos animales son más eficientes versus a los animales que fueron objeto de las investigaciones de los otros autores, los resultados obtenidos demuestran que el RFI es una medida alternativa de la eficiencia en la alimentación que es independiente del crecimiento y del tamaño corporal, y da la oportunidad de identificar al ganado más eficiente, para así seleccionar a los mejores ejemplares en base a la eficiencia alimenticia.

Figura 6. Consumo Residual de alimento por razas



Nota. Elaboración propia.

Los resultados, por lo tanto, demuestran que las razas especializadas para la producción de carne presentan mejor desempeño en crecimiento, tomando en cuenta siempre si se les proporciona la alimentación adecuada, para los productores haciendo uso de la raza Charoláis.

5. CONCLUSIONES

A través del análisis y procesamiento de la información de las bases científicas se determina que las variables que se utiliza para determinar el consumo residual de alimento son: Peso inicial Ajustado (PIA), Peso final Ajustado (PFA), Ganancia diaria de peso (GDPA), consumo diario en base seca (CDBS) y Conversión Alimenticia (CA) las cuales son obtenidas en un proceso de estabulación de los ejemplares.

Mediante el análisis de la información de varios autores los cuales utilizan la fórmula de la regresión para la determinación del Consumo Residual de Alimento en condiciones de estabulación donde la información de las variables fueron tomadas con mayor exactitud con la utilización de sistemas informáticos, la aplicación de la regresión lineal fue aplicada para todas las investigaciones.

Los resultados obtenidos en el presente estudio

sugieren que el comportamiento de consumo aún no podría ser utilizado como un criterio de selección independiente, pero proporciona cierta comprensión de la variación en la eficiencia de conversión del alimento que permitiría mejorar su estimación.

El contar con sistemas de monitoreo basados en radio frecuencia para la determinación del CMS permite llevar a cabo estudios de comportamiento y, por tanto, mejorar la predicción de la eficiencia sin costo adicional. En general, los animales más eficientes emplean menos tiempo en su alimentación) y consumen menos kg de materia seca por comida.

8. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Higgins K&F. The effect of breed and diet type on the global transcriptome of hepatic tissue in beef cattle divergent for feed efficiency. [Online].; 2019 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: <https://bmcgenomics.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12864-019-5906-8>.
- Chen F&C. Phenotypic and genetic relationships of feeding behavior with feed intake, growth performance, feed efficiency, and carcass merit traits in Angus and Charolais steers Get access Arrow. [Online].; 2014 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: <https://doi.org/10.2527/jas.2013-6926>.
- Taussat S&K. Relationship between feed efficiency and slaughter traits of French Charolais bulls Get access Arrow. [Online].; 2019 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: <https://doi.org/10.1093/jas/skz108>.
- Zhiqiang BC&W. Meat and sensory quality of major muscles from Angus, Charolais, and Angus crossbred steers with high and low residual feed intake. [Online].; 2019 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: <https://doi.org/10.1139/cjas-2019-0012>.
- Smeding BR&T. Common and diet-specific metabolic pathways underlying residual feed intake in fattening Charolais yearling bulls. [Online].; 2021 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-03678-x>.
- Kayser G&W. Evaluation of the effect of alternative measurements of body weight gain and dry matter intake for the calculation of residual feed intake in growing purebred Charolais and Red Angus cattle1. [Online].; 2015 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: <https://doi.org/10.2527/jas.2014-8337>.
- Mukiibi J&V. Bovine hepatic miRNAome profiling and differential miRNA expression analyses between beef steers with divergent feed efficiency phenotypes. [Online].; 2020 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41598-020-73885-5>.
- Bishop H&. Genetic variation in residual feed intake and its association with other production traits in British Hereford cattle. [Online].; 2000 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(99\)00122-0](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(99)00122-0).
- Villagómez L&. Manual de prácticas de manejo para el ganado de engorda en el rancho Puente La Reyna. La Antigua, Ver. [Online].; 2011 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: https://www.uv.mx/personal/avillagomez/files/2012/12/Hernandez-2011._Manejo-de-ganado.pdf.
- Inchausti E&. Bovinotécnia Explotación del ganado bovino. Primera ed. Buenos Aires: INCHAUSTI D, E.C.T. ; 1997.
- Editorial INTAGRI. Fases de Alimentación para Bovinos de Engorda. Serie Ganadería. [Online].; 2019 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: <https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/fases-de-alimentacion-para-bovinos-de-engorda>.
- Dekkers. Commercial application of marker- and gene-assisted selection in livestock: Strategies and lessons. [Online].; 2004 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: https://doi.org/10.2527/2004.8213_supplE313x.
- Mahecha A&M. Estudio bovinométrico y relaciones entre medidas corporales y el peso vivo en la raza Lucerna. [Online].; 2016 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.323791>.
- Medina. EFICIENCIA ALIMENTICIA NETA EN BECERRAS DE LOS GRUPOS RACIALES CRIOLLO, ANGUS X CRIOLLO Y HEREFORD X ANGUS. [Online].; 2016 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewi_hbmw382EAXWps4QIHbikCE8QF-noECBwQAQ&url=http%3A%2F%2F repositorio.uach.mx%2F171%2F1%2FTesis%2520Edgar%2520Enrique%2520Medina%2520Ortega1.pdf&usg=AOvVaw2DE1VHZ291l7C7cTrnPTfw&opi=899.
- Nkrumah B&O. Different measures of energetic efficiency and their phenotypic relationships with growth, feed intake, and ultrasound and

- carcass merit in hybrid cattle. [Online].; 2004 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: <https://doi.org/10.2527/2004.8282451x>.
16. Nkrumah W&O. Genetic and phenotypic relationships of feed intake and measures of efficiency with growth and carcass merit of beef cattle. [Online].; 2007 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: <https://doi.org/10.2527/jas.2006-767>.
 17. Basarab O&. Residual feed intake and feed efficiency: Differences and implications. [Online].; 2004 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/228717001_Residual_feed_intake_and_feed_efficiency_Differences_and_implications.
 18. OECD. OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2017-2026. [Online].; 2018 [cited 2024 Febrero 28]. Available from: https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2017-es.

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL EFECTO DE 3 TRATAMIENTOS (AD3, ESTRADIOL+AD3 Y ESTEROIDE ANABÓLICO+AD3) EN LA GANANCIA DE PESO EN DISTINTAS RAZAS DE GANADO BOVINO

Comparative analysis of the effect of 3 treatments (AD3, ESTRADIOL+AD3 and ANABOLIC STEROID+AD3) on weight gain in different breeds of cattle

	¹ Jumbo Moreira, Jimmy Raphael *	jimmyjumbo93@gmail.com
	² Rodríguez Arévalo Andrés Francisco	ar.innovavet@gmail.com
	³ Guerrero Arrieta, Katherine Geovanna	kathy.guerrero92@gmail.com
	⁴ Villagomez Barreno, Jessica Katherine	jessykviba@hotmail.es
	⁵ Campoverde Santos, Carlos Miguel	carlos.campoverde@unach.edu.ec
	⁶ Criollo Cantos, Andrea Fernanda	andrea.criollo@unach.edu.ec

¹ Genbiomica Genética y Biotecnología Animal S.A.S

² Innovavet.

³ Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ciencias Políticas y Administrativas.

⁴ Universidad Internacional de Ecuador, Quito.

⁵ Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingeniería.

⁶ Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingeniería.

E-mail: * jimmyjumbo93@gmail.com

RESUMEN

El estudio realizado abordó el efecto de distintos tratamientos (AD3, control, Estradiol+AD3 y Esteroide Anabólico+AD3) en la ganancia de peso de ganado bovino adulto durante su fase de engorde, con animales que tenían un rango de peso de 700 a 1000 libras. Los resultados obtenidos en el análisis estadístico revelaron diferencias altamente significativas en la ganancia de peso entre los grupos de tratamiento. De manera destacada, el tratamiento Estradiol+AD3 demostró una efectividad notable al promover una ganancia de peso considerablemente superior en comparación con los otros tratamientos evaluados.

Un aspecto relevante del estudio fue que, a pesar de las variaciones observadas en los tratamientos, no se identificaron diferencias estadísticamente significativas en la ganancia de peso basadas en la raza del ganado bovino estudiado. Esto sugiere que las disparidades en la ganancia de peso se relacionan más con los tratamientos aplicados que con las razas específicas de ganado. Estos resultados respaldan la noción de que los tratamientos pueden desempeñar un

papel crucial en la mejora de la ganancia de peso en el ganado, independientemente de su origen racial.

Este estudio proporciona evidencia sólida de que los tratamientos evaluados tienen un impacto significativo en la ganancia de peso del ganado bovino adulto durante su etapa de engorde, con un énfasis particular en la eficacia del tratamiento Estradiol+AD3. Estos hallazgos son pertinentes para la toma de decisiones en la industria ganadera y destacan la importancia de investigaciones adicionales para comprender las causas y las implicaciones prácticas de las diferencias en la ganancia de peso en el ganado.

Palabras clave: *tratamientos, ganancia de peso, ganado bovino, producción*

ABSTRACT:

The conducted study addressed the effect of different treatments (AD3, control, Estradiol+AD3, and Anabolic

Steroid) on the weight gain of adult cattle during their fattening phase, with animals weighing between 700 to 1000 pounds. The results obtained in the statistical analysis revealed highly significant differences in weight gain among the treatment groups. Significantly, the Estradiol+AD3 treatment demonstrated remarkable effectiveness in promoting considerably higher weight gain compared to the other evaluated treatments.

A noteworthy aspect of the study was that, despite the observed variations in treatments, no statistically significant differences in weight gain based on the breed of cattle studied were identified. This suggests that disparities in weight gain are more related to the treatments applied than to the specific cattle breeds. These findings support the notion that treatments can play a crucial role in enhancing weight gain in cattle, regardless of their racial origin.

This study provides robust evidence that the evaluated treatments significantly impact adult cattle's weight gain during their fattening phase, with a particular emphasis on the effectiveness of the Estradiol+AD3 treatment. These findings are relevant for decision-making in the livestock industry and underscore the importance of additional research to comprehend the causes and practical implications of differences in weight gain in cattle.

Keywords: *treatments, weight gain, cattle, production*

1. INTRODUCCIÓN

El sector ganadero es uno de los pilares fundamentales de la economía ecuatoriana, contribuyendo significativamente al desarrollo agropecuario y a la seguridad alimentaria del país. Sin embargo, este sector enfrenta importantes desafíos que incluyen mejorar la productividad y la calidad del ganado, garantizar el bienestar animal, aumentar la eficiencia en el uso de recursos y reducir los impactos ambientales.

La mejora de la productividad y el rendimiento en la cría de ganado bovino se ha vuelto un objetivo primordial para los productores, lo que ha impulsado la búsqueda de estrategias y tratamientos que permitan incrementar la ganancia de peso de los animales de manera eficiente y sostenible (1). Es así, que uno de los aspectos más cruciales en la producción bovina la ganancia de peso de los animales. Una mayor ganancia de peso diaria no solo representa un mayor rendimiento económico para los productores, sino también una mayor eficiencia en la producción

de carne. La ganancia de peso de los bovinos está influenciada por diversos factores como ambientales, genéticos, sanitarios, nutricionales. Dentro de los factores nutricionales, la industria ha generado estrategias que combinan tratamientos hormonales con suplementos vitamínicos para garantizar un aumento del anabolismo de los animales. Como es el caso de la administración de vitamina AD3 debido a su potencial para mejorar la salud ósea, el sistema inmunológico y la eficiencia en la utilización de nutrientes (2). Además, el estradiol, una hormona esteroide, se ha estudiado en combinación con la vitamina AD3 debido a su posible influencia en el crecimiento y desarrollo muscular. Así mismo, la administración de esteroides anabólicos tiene un potencial para aumentar la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia en animales (3).

Por otra parte, los factores genéticos influyen fuertemente la actividad ganadera, sobre todo en los trópicos, donde la población bovina está compuesta principalmente por razas índicas (*bos indicus*), muy probablemente porque presentan mayor adaptabilidad al medio (4). Osorio-Arce, M. (2011) (5) ha sugerido el cruzamiento de bovinos de razas cebuinas con razas taurinas con el fin de mejorar resultados productivos como ganancia de peso y calidad de carne. Según observaciones de campo, la actividad de cría de ganado para producción de carne en el norte de Manabí y Esmeraldas tiene una influencia marcada por el cruzamiento mencionado, las principales razas utilizadas son Brahman, Nelore, Angus y Charolais.

Es importante destacar que el efecto de las estrategias de ganancia de peso puede variar entre las diferentes razas de ganado bovino. Las características genéticas y fisiológicas específicas de cada raza pueden influir en la respuesta a los tratamientos y, por lo tanto, es esencial realizar estudios comparativos para obtener resultados representativos y aplicables. La ganancia de peso en el ganado bovino es un indicador clave de su crecimiento, desarrollo y que además está directamente relacionada con la calidad de la carne y con los réditos económicos de la explotación (6). La selección de los tratamientos adecuados puede influir significativamente en la productividad y rentabilidad de las explotaciones ganaderas (7).

En este sentido, el presente estudio tiene como objetivo realizar un análisis comparativo del efecto de tres tratamientos diferentes: AD3 (complejo vitamínico), ESTRADIOL+AD3 (hormona estradiol más complejo vitamínico) y ESTEROIDE ANABÓLICO +AD3 (anabólico esteroide más complejo vitamínico)

en la ganancia de peso de distintas razas de ganado bovino en una explotación ganadera de El Carmen, Manabí. Estos tratamientos han sido ampliamente utilizados en otros países para mejorar el rendimiento del ganado (8–11), pero su impacto específico en el contexto ecuatoriano es aún poco conocido y requiere una evaluación detallada.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El escenario del estudio se estableció en la Hacienda Silvita, ubicada en El Carmen, Manabí-Ecuador, donde se contó con una muestra de 60 bovinos, representantes de cinco cruces de razas de producción de carne: Bramhan, BramhanxAngus, y BramhanXCharoley. La selección de estas razas se basó en un motivo específico: son las principales razas productoras de carne en la localidad, lo que garantiza la relevancia y aplicabilidad de los resultados para la comunidad ganadera de la región. Se midió la ganancia de peso obtenida con cada tratamiento en el período de un mes, realizando un pesaje al inicio y al final del ensayo, teniendo en cuenta factores como la edad y raza de los animales. Las condiciones ambientales en las que se encontraban los animales son las siguientes: alimentación en pastoreo extensivo a base de pasto saboya y suplementación mineral ad libitum.

Para garantizar la equidad, estos animales fueron asignados de manera igualitaria a los cuatro grupos de tratamiento, generando un conjunto de 15 individuos por grupo, manejados en un solo universo poblacional. La estructura del estudio se fundamentó en un diseño experimental controlado y aleatorizado, que permitió explorar los efectos derivados los siguientes tratamientos: AD3, ESTRADIOL+AD3 y ESTEROIDE ANABÓLICO +AD3, en relación con la ganancia de peso diaria en el ganado comparados con un grupo de control (sin tratamientos).

Los tratamientos se detallan a continuación:

Tratamiento AD3: Los bovinos en este grupo recibieron un suplemento de vitaminas A y D3, administrado a razón de 1.5 ml por cada 100 kg de peso a una

concentración de Vitamina A: 50 000 UI, Vitamina D3: 75 000 UI, Vitamina E: 3.50 mg, Excipiente cbp: 1ml (recomendación del fabricante) (12).

Tratamiento ESTRADIOL+AD3: Los bovinos en este grupo fueron sometidos a un implante subdérmico de liberación prolongada que contenía estradiol (43.9 mg), junto con una administración de solución AD3 a razón de 1.5 ml por cada 100 kg de peso a una concentración de Vitamina A: 50 000 UI, Vitamina D3: 75 000 UI, Vitamina E: 3.50 mg, Excipiente cbp: 1ml (recomendación del fabricante). La aplicación del implante se llevó a cabo siguiendo investigaciones anteriores acerca del uso de implantes hormonales en ganado bovino (13).

Tratamiento ESTEROIDE ANABÓLICO +AD3: A los bovinos de este grupo se les administró una dosis de esteroide anabólico (Nandrolona Fenilpropionato 1 g/ml) a razón de 1 ml por cada 50 kg de peso, junto con una administración de solución AD3 a razón de 1.5 ml por cada 100 kg de peso a una concentración de Vitamina A: 50 000 UI, Vitamina D3: 75 000 UI, Vitamina E: 3.50 mg, Excipiente cbp: 1ml (recomendación del fabricante).

Grupo CONTROL: Este grupo no recibió tratamientos adicionales, se les proporcionó exclusivamente una dieta estándar, alineada con las prácticas convencionales de manejo ganadero.

Este enfoque detallado en la selección de los bovinos y la consideración de sus características intrínsecas busca robustecer tanto la validez interna como externa de este estudio. Cada tratamiento fue concebido con el objetivo principal de evaluar su impacto en la ganancia de peso del ganado bovino en el contexto de

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio se aplicaron los tratamientos: AD3, control, estradiol+AD3 y esteroide anabólico+AD3 con el objetivo de comparar el efecto que tienen en la ganancia de peso del ganado bovino. En la tabla 1 se muestra el detalle de la ganancia de peso por animal en cada tratamiento.

Tabla 1. Resumen de datos de por animal.

Identificación	Edad	Raza	Sexo	Peso (lb) 15/02/21	Tratamiento 15/11/21	Peso (lb) 15/03/2021	Ganancia de peso
15	23	Bramhan	macho	775.68	Estradiol + AD3	806	30.32
773	31	Bramhan	macho	729.6	Estradiol + AD3	774	44.4
827	30	BramhanXAngus	macho	848.64	Estradiol + AD3	864	15.36
845	29	Bramhan	macho	811.2	Estradiol + AD3	902	90.8

847	29	BramhanXCharoley	macho	848.64	Estradiol + AD3	858	9.36
859	29	BramhanXAngus	macho	800.64	Estradiol + AD3	810	9.36
953	26	Bramhan	macho	867.84	Estradiol + AD3	904	36.16
961	26	BramhanXAngus	macho	808.32	Estradiol + AD3	836	27.68
969	25	BramhanxAngus	macho	670.08	Estradiol + AD3	696	25.92
979	25	Bramhan	macho	687.36	Estradiol + AD3	720	32.64
993	25	Bramhan	macho	821.76	Estradiol + AD3	848	26.24
1001	24	Bramhan	macho	833.28	Estradiol + AD3	870	36.72
6819	31	Bramhan	macho	606.72	Estradiol + AD3	638	31.28
C1	24	BramhanXAngus	macho	681.6	Estradiol + AD3	702	20.4
C2	25	Bramhan	macho	771.84	Estradiol + AD3	786	14.16
5	24	Bramhan	macho	858.24	Esteroides anabólicos + AD3	866	7.76
11	23	BramhanXAngus	macho	812.16	Esteroides anabólicos + AD3	848	35.84
435	12	Bramhan	macho	481.92	Esteroides anabólicos + AD3	488	6.08
915	27	Bramhan	macho	808.32	Esteroides anabólicos + AD3	814	5.68
917	27	Bramhan	macho	873.6	Esteroides anabólicos + AD3	880	6.4
919	27	Bramhan	macho	789.12	Esteroides anabólicos + AD3	796	6.88
967	25	BramhanXAngus	macho	791.04	Esteroides anabólicos + AD3	796	4.96
973	25	Bramhan	macho	867.84	Esteroides anabólicos + AD3	880	12.16
977	25	BramhanXAngus	macho	800.64	Esteroides anabólicos + AD3	818	17.36
985	25	Bramhan	macho	791.04	Esteroides anabólicos + AD3	812	20.96
989	25	Bramhan	macho	762.24	Esteroides anabólicos + AD3	766	3.76
C3	26	Bramhan	macho	831.36	Esteroides anabólicos + AD3	836	4.64
C4	25	BramhanXCharoley	macho	825.6	Esteroides anabólicos + AD3	826	0.4
C5	23	BramhanXCharoley	macho	483.84	Esteroides anabólicos + AD3	506	22.16
C6	24	BramhanXCharoley	macho	456.96	Esteroides anabólicos + AD3	475	18.04
3	24	Bramhan	macho	910.08	AD3	950	39.92
5	25	Bramhan	macho	835.2	AD3	850	14.8
629	37	BramhanXAngus	macho	839.04	AD3	870	30.96
699	33	Bramhan	macho	986.88	AD3	990	3.12
723	32	BramhanXAngus	macho	946.56	AD3	986	39.44
753	32	BramhanXCharoley	macho	992.64	AD3	1008	15.36
765	32	BramhanXCharoley	macho	952.32	AD3	968	15.68
791	31	BramhanXAngus	macho	990.72	AD3	998	7.28
793	31	BramhanXCharoley	macho	1134.72	AD3	1138	3.28
805	30	BramhanXCharoley	macho	921.6	AD3	952	30.4
821	30	BramhanXAngus	macho	986.88	AD3	984	-2.88
841	29	Bramhan	macho	944.64	AD3	942	-2.64
883	28	Bramhan	macho	981.12	AD3	986	4.88
891	28	Bramhan	macho	890.88	AD3	892	1.12
897	28	Bramhan	macho	963.84	AD3	980	16.16
939	26	Bramhan	macho	887.04	AD3	896	8.96
965	26	Bramhan	macho	975.36	AD3	978	2.64
983	27	BramhanXAngus	macho	900.48	AD3	902	1.52
885	28	Bramhan	macho	983.04	control	978	-5.04
895	28	Bramhan	macho	892.8	control	910	17.2
901	27	Bramhan	macho	885.12	control	896	10.88
907	27	BramhanXAngus	macho	950.4	control	940	-10.4
909	27	Bramhan	macho	960	control	974	14
911	27	BramhanXAngus	macho	890.88	control	882	-8.88
921	27	Bramhan	macho	879.36	control	896	16.64
929	26	BramhanXAngus	macho	871.68	control	894	22.32
935	26	BramhanXCharoley	macho	906.24	control	916	9.76
959	26	BramhanXAngus	macho	1023.36	control	1010	-13.36

Los individuos que se tomaron en consideración estaban en un rango de peso de 700 a 1000 libras esto indica que el ensayo se realizó en animales adultos que están en etapa de engorde, lo que respalda que las diferencias en cuanto a la ganancia de peso no están ligadas a la edad y además no hay una diferencia significativa entre razas, en general los circuitos de comercialización se caracterizan, principalmente, por la compra-venta de ganado de 835 a 990 lb de peso en pie, y de vacas de descarte de 880 a 1 100 lb (15) por lo que la población de estudio está dentro del rango de edad y peso.

Por las razones mencionadas, en el contexto del estudio llevado a cabo, debe considerarse un marco más amplio que incluya otros factores genéticos, de manejo y ambientales propios de la región, tal como se menciona en el estudio de Turner H. y Short A., quienes concluyen que, los efectos en el crecimiento y la importancia de las respuestas diferenciales de las razas están condicionadas por el ambiente (16).

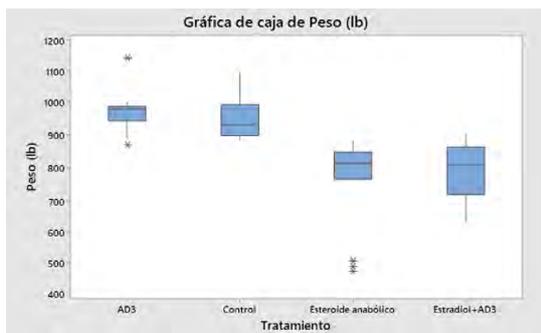


Gráfico 1 Distribución del peso final (lb) en bovinos según el tratamiento aplicado

Se realizó un análisis exhaustivo de los datos relacionados con el peso final de los bovinos sometidos a diferentes tratamientos. Los resultados de la prueba indican un valor p significativo ($p < 0,001$), lo que lleva a rechazar la hipótesis nula de que todas las medianas son iguales. Esto sugiere que hay diferencias significativas en las medianas del peso final entre los diferentes grupos de tratamiento, por lo que en efecto existe una ganancia de peso relacionada con los tratamientos aplicados.

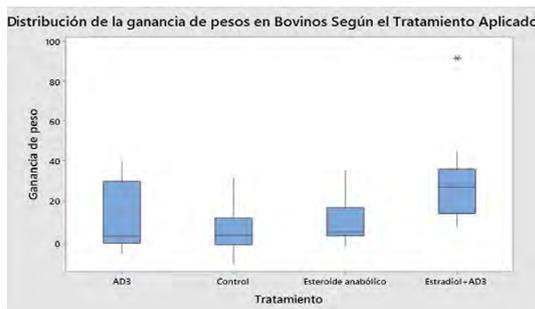


Gráfico 2 Distribución del peso final (lb) en bovinos según el tratamiento aplicado

Se realizó un análisis similar para evaluar las ganancias de peso entre los bovinos de diferentes tratamientos. Los resultados de la prueba indican un valor p significativo ($p < 0,05$), lo que lleva a rechazar la hipótesis nula de que todas las medianas son iguales. Esto sugiere que hay diferencias significativas en las medianas del peso ganado según los tratamientos aplicados.

El gráfico de cajas titulado "Distribución de la ganancia de pesos en Bovinos Según el Tratamiento Aplicado" las medianas observadas para AD3, Control, Esteroides anabólicos +AD3 y Estradiol+AD3 fueron de 4,88, 5,20, 6,88 y 27,68, respectivamente. De particular interés fue la mediana de Estradiol+AD3, que fue sustancialmente mayor en comparación con las otras, resultados que se contrastan con (17,18) en donde los novillos con implantes mostraron un mayor aumento de peso diario, consumo de materia seca y área del músculo longissimus en comparación con los no implantados y (19,20) que menciona, los implantes aumentan la producción de tejido muscular y a menudo reducen la producción de grasa corporal, lo que resulta en mejoras significativas en la tasa de crecimiento y la eficiencia alimentaria.

Los hallazgos del estudio también evidencian diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en relación con la ganancia de peso. El tratamiento Estradiol+AD3 se destacó notablemente, mostrando una mediana de ganancia de peso considerablemente más alta en comparación con los otros tratamientos. Esto podría sugerir una eficacia superior o un efecto diferenciado de este tratamiento en promover la ganancia de peso. Importante señalar que, a pesar de las diferencias observadas entre los tratamientos, las diferentes razas de los sujetos no mostraron diferencias significativas en la ganancia de peso, se obtuvo un valor p no significativo ($p < 0,557$).

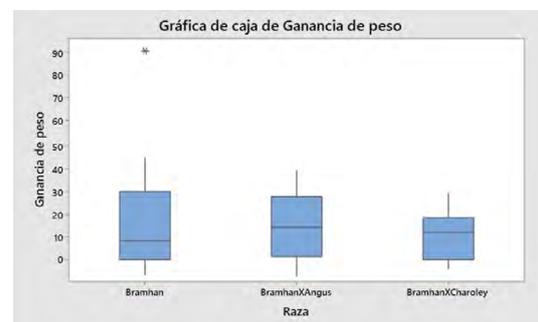


Gráfico 3 Distribución de la ganancia de pesos en bovinos según la raza

Cabe mencionar que los bovinos en estudio que eran mezcla de razas (Bramhan x Angus y Bramhan x Charolay) no tenían una proporción definida de su composición racial. Estos hallazgos podrían ser

esenciales para futuras investigaciones, subrayando la necesidad de estudiar más a fondo las causas y las implicaciones prácticas de las diferencias observadas en la ganancia de peso.

La importancia de este análisis radica en su potencial para proporcionar información valiosa a los productores ganaderos ecuatorianos y a los actores del sector agropecuario. Los resultados obtenidos permitieron identificar el tratamiento más eficiente para incrementar la ganancia de peso en ganado bovino y evidenciaron que la raza y sus mezclas no son factores diferenciadores de este indicador en el sistema de producción del establecimiento estudiado. Se espera que esta comparación de tratamientos contribuya a una mayor comprensión de los efectos de los suplementos nutricionales y hormonales en el crecimiento y desarrollo del ganado bovino, promoviendo un enfoque más sustentable y responsable en la industria ganadera. Así, se fomentará el desarrollo sostenible de la industria ganadera y se contribuirá al fortalecimiento de la seguridad alimentaria en el país.

4. CONCLUSIONES

Este estudio sugiere que los tratamientos analizados tienen un impacto en la ganancia de peso del ganado bovino adulto en etapa de engorde, independientemente de la raza, se evidencian diferencias significativas en las medianas del peso final y en las ganancias de peso entre los diferentes grupos de tratamiento en el ganado bovino estudiado, indicando que los tratamientos aplicados tuvieron un impacto claro en la ganancia de peso de los animales.

Los resultados de este estudio demuestran que, bajo las condiciones específicas de manejo de la explotación en consideración, se observaron incrementos significativamente superiores en las tasas de ganancia de peso diario en el ganado bovino de engorde cuando se empleó estradiol de liberación prolongada en forma de implante en combinación con una dosis de complejo multivitamínico, en contraste con las ganancias de peso diario registradas en los animales sometidos a tratamiento con esteroides anabólicos, los animales que únicamente recibieron la administración del complejo multivitamínico, y los animales de control.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su sincero agradecimiento a la Hacienda Silvita por su generosa colaboración al proporcionar información valiosa que fue fundamental

para la realización de este estudio científico. Su cooperación y disposición para compartir datos contribuyeron significativamente al desarrollo de la investigación y enriquecieron el alcance de este trabajo. Este gesto de apoyo y colaboración es fundamental para avanzar en el conocimiento científico y mejorar la calidad de la investigación. Agradecemos sinceramente la contribución de la Hacienda Silvita.

6. CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses que pueda influir en los resultados, la interpretación de los datos o las conclusiones de este estudio. No han recibido financiamiento ni apoyo económico de ninguna organización o entidad que pudiera tener un interés financiero en los resultados de este trabajo. Además, no tienen relaciones personales, profesionales ni financieras que puedan influir de manera inapropiada en su imparcialidad en la investigación y presentación de los resultados. Este estudio se llevó a cabo con la única intención de contribuir al conocimiento científico y no está influenciado por ningún conflicto de intereses.

7. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Parra Cortes RI, Martínez Correal G, Valderrama-Rodas M. Situación actual y perspectivas de la ganadería de bovinos criollos en América Latina. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 2021 Jun 25;29(3-4):79-90.
2. Singh Tanwar P, Angad G. Comparative evaluation of mineral-vitamin combination (calfos AD3 plus) and herbal heat inducer (prajana HS) in their responses to oestrus induction and conception in rural postpartum anoestrous buffaloes in semi-arid region or Rajasthan [Internet]. 2015. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/326264918>
3. Preston RL. Hormone containing growth promoting implants in farmed livestock. Adv Drug Deliv Rev. 1999 Jul;38(2):123-38.
4. Sartori R, Bastos MR, Baruselli PS, Gimenes LU, Ereno RL, Barros CM. Physiological differences and implications to reproductive management of Bos taurus and Bos indicus cattle in a tropical environment. In: Lucy MC, Pate JL, Smith MF, Spencer TE, editors. Nottingham: Nottingham University Press; 2010.
5. Osorio-Arce MM, Segura-Correa J. Sustainability of cattle production systems in the tropics: Ge-

- netic improvement. Research for Rural Development. 2011;
6. Mattioli GA, Rosa DE, Turic E, Picco SJ, Raggio SJ, Minervino AHH, et al. Effects of Parenteral Supplementation with Minerals and Vitamins on Oxidative Stress and Humoral Immune Response of Weaning Calves. *Animals*. 2020 Jul 29;10(8):1298.
 7. Rojas D. Ganancia de peso vivo de terneros lactantes criados bajo dos sistemas de crianza y alimentación, Molinopampa, Perú. *Revista de investigación Agropecuaria Science and Biotechnology*. 2023 Jan 28;3(1):30–8.
 8. Qaid MM, Abdoun KA. Safety and concerns of hormonal application in farm animal production: a review. *J Appl Anim Res*. 2022 Dec 31;50(1):426–39.
 9. Hirpessa BB, Ulusoy BH, Hecer C. Hormones and Hormonal Anabolics: Residues in Animal Source Food, Potential Public Health Impacts, and Methods of Analysis. *J Food Qual*. 2020 Aug 28;2020:1–12.
 10. Smith ZK, Johnson BJ. Mechanisms of steroidal implants to improve beef cattle growth: a review. *J Appl Anim Res*. 2020 Jan 1;48(1):133–41.
 11. D'Occhio MJ, Baruselli PS, Campanile G. Influence of nutrition, body condition, and metabolic status on reproduction in female beef cattle: A review. *Theriogenology*. 2019 Feb;125:277–84.
 12. Secrist DS, Owens FN, Gill DR, Boyd LJ, Oldfield JE. Effects of Vitamin E on Performance of Feedlot Cattle: A Review. Approved by the Director of the Agric. Exp. Sta., Oklahoma State Univ., Stillwater, OK 74078. *Prof Anim Sci*. 1997 Jun;13(2):47–54.
 13. Bennett G, Beaumont W, Brown P. Use of the anabolic agent zearanol (resorcylic acid lactone) as a growth promoter for cattle. *Veterinary Record*. 1974 Mar 16;94(11):235–9.
 14. Núñez-Colín CA. Análisis de varianza no paramétrica: un punto de vista a favor para utilizarla. *Acta Agrícola y Pecuaria*. 2019 Jan 3;4(3).
 15. Calderón M, San Francisco R, Terán Tuxtla Gutiérrez D. Estructura y función de la cadena productiva de carne de bovino en la ganadería ejidal de Tecpatán, Chiapas, México. Vol. 16. 2012.
 16. Turner H, Short A. Effects of field infestations of gastrointestinal helminths and of the cattle tick (*Boophilus microplus*) on growth of three breeds of cattle. *Aust J Agric Res*. 1972;23(1):177.
 17. Parish J. Growth-Promoting Implants for Beef Cattle. 2022.
 18. Vega M, Bravo S, Arias R. Implantes promotores de crecimiento en ganado bovino. Efectos y rol en un escenario de mayor demanda y preocupación ambiental. *Agro sur*. 2021 Aug 30;49(2):43–57.
 19. Carvalho PHV, Perry GA, Felix TL. Effects of steroidal implants on feedlot performance, carcass characteristics, and serum and meat estradiol-17 β concentrations of Holstein steers. *Transl Anim Sci*. 2020 Jan 1;4(1):206–13.
 20. Guizzetti A, Davide M Di, Arteaga G. Análisis comparativo del efecto de dos implantes anabólicos sobre la ganancia de peso en machos. *Comparative analysis of the effect of two anabolic implants on weight gain in males*. *Revista Tecnocientífica URU*. 2022;

DETERMINACIÓN SÉRICA DE MICROMINERALES EN VACAS VACÍAS Y GESTANTES DE LA RAZA BRAHMAN

SERUM TRACE ELEMENTS DETERMINATION OF EMPTY AND PREGNANT BRAHMAN COWS

iD	¹ Ricardo Andrés Moreno Ruiz *	ramoreno@uce.edu.ec
iD	¹ Yolanda Mercedes Cedeño Prócel	ymcedeno@uce.edu.ec
iD	¹ Juan Alberto Vargas Tipán	javargas@uce.edu.ec
iD	² Arnulfo Rigoberto Portilla Narváez	arportilla@uce.edu.ec
iD	¹ Diego Fernando Luna Narváez.	dluna@uce.edu.ec

¹ Universidad Central del Ecuador – Facultad de medicina veterinaria y zootecnia, Jerónimo Leiton s/n y Gatto Sobral, Quito, Ecuador.

² Universidad Central del Ecuador, Facultad de ciencias agrícolas, Laboratorio de Nutrición Animal, Quito, Ecuador.

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

RESUMEN

Los microminerales son nutrientes esenciales en la dieta de los organismos animales y pese a que son requeridos en concentraciones muy bajas, desempeñan funciones vitales de tipo estructural, regulador, metabólico, entre otras; es por ello por lo que su déficit tiene impacto tanto en la salud como en el rendimiento productivo de los bovinos. El objetivo de este trabajo fue comparar la concentración en suero sanguíneo de siete microminerales (Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Se y Zn) entre una muestra de vacas gestantes y una muestra de vacas vacías de raza Brahman. Para este propósito, se determinó la concentración de los minerales mediante un sistema ICP-MS (espectrometría de masas con fuente de plasma acoplado). El cobalto, manganeso, molibdeno, selenio y zinc estuvieron dentro de los rangos de referencia para ambos grupos, sin que exista diferencia significativa entre ellos. El hierro también estuvo en valores normales, pero fue significativamente mayor ($p < 0.05$) en vacas gestantes, lo que consideramos como un hallazgo relevante de este estudio, debido a que en estudios previos no se indica que sea un mineral cuya concentración esté afectada por la gestación. Por último, el cobre estuvo por debajo del rango de referencia en ambos grupos, y fue significativamente menor ($p < 0.05$) en vacas gestantes.

Palabras clave: microminerales, vacas, gestación, suero.

ABSTRACT:

Microminerals are essential nutrients in the diet of animal organisms and although they are required in very low concentrations, they perform vital structural, regulatory and metabolic functions, among others; therefore, their deficiency has an impact on both health and productive performance of cattle. The aim of this study was to compare the blood serum concentration of seven microminerals (Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Se and Zn) between a sample of Brahman pregnant cows and a sample of empty Brahman cows. For this purpose, the concentration of minerals was determined by ICP-MS (coupled plasma source mass spectrometry) system after an acid digestion process of the serum samples. Cobalt (Co), manganese (Mn), molybdenum (Mo), selenium (Se) and zinc (Zn) were within the reference ranges for both groups, with no significant difference between them. Iron (Fe) was also in normal values but was significantly higher ($p < 0.05$) in pregnant cows, which is a relevant finding of this study, since previous reports do not indicate that it is a mineral whose concentration is affected by gestation. Finally, copper (Cu) was below the reference range in both groups and was significantly lower ($p < 0.05$) in pregnant cows.

Palabras clave: trace elements, cattle, pregnancy, serum.

1. INTRODUCCIÓN

En Ecuador, la mayor fracción de la producción cárnica bovina está concentrada en la región Costa, debido a que tiene un clima más propicio para el confort y mejor rendimiento de los cebús. De forma más específica, las razas preferidas por sus bondades son Brahman, Nelore y cruces F1 que animales de raza *Bos taurus* de carne como Angus y Charolais, las cuales se han extendido de forma considerable para mejorar la calidad de la carne (1).

En las provincias de Manabí, Esmeraldas y Santo Domingo es bastante relevante el manejo de la raza Brahman debido a sus características beneficiosas, entre las que se destacan buena ganancia de peso, precocidad en desarrollo muscular, habilidad materna, temperamento relativamente dócil, resistencia y adaptabilidad al ambiente (2).

Un ámbito fundamental en la crianza del ganado cárnico es la nutrición, pues de ella depende gran parte del éxito zootécnico y financiero de la unidad productiva (3). En Ecuador, debido a que los sistemas extensivos y mixtos son empleados en prácticamente la totalidad de las ganaderías, la alimentación de los bovinos está basada en forrajes y, no siempre, suplementación con concentrado (4).

Las leguminosas y las gramíneas suelen constituir la proporción mayoritaria de las dietas y en el caso de unidades productivas principalmente medianas y pequeñas, esto está relacionado con un balance inadecuado y posibles déficits en minerales y vitaminas (5).

Esta problemática nutricional tiene impacto en los parámetros zootécnicos, mermando los rendimientos a la canal e incrementando los tiempos de cebo, y es de especial relevancia en el manejo de animales en estados como enfermedad o gestación, en los cuales se modifican estos requerimientos (6).

Los microminerales (o elementos traza) se encuentran presentes en los tejidos animales en pequeñas cantidades, abarcando menos del 0.3% de los minerales almacenados y con niveles de inclusión promedio menores a 100mg/kg de materia seca (7)(8).

Pese a la baja cantidad en la que son requeridos, los microminerales desempeñan importantes funciones de tipo estructural, fisiológico, catalítico y regulador, siendo principalmente cofactores de varios procesos metabólicos y hormonales, así como previniendo el daño inducido por radicales libres (9).

Debido a que las deficiencias o toxicosis por microminerales suelen cursar con cuadros inespecíficos o incluso de manera subclínica, es importante conocer los métodos para evaluación o medición de estos microminerales en los animales, la determinación de los valores séricos permite identificar desbalances en una explotación que pueden ser la causa de una baja productividad (10).

El déficit en el aporte dietario de microminerales tiene impacto en el crecimiento, la reproducción, la inmunidad y el estado de salud general de los animales (9).

Las deficiencias en ciertos elementos minerales pueden ser de origen primario debido a escases en el alimento, un ejemplo de esto es la deficiencia de cobalto en bovinos alimentados con dietas a base de gramíneas pobres en cobalto y con poca inclusión de leguminosas (10)(7).

Así también, las deficiencias de origen secundario se producen por interacciones nutricionales con otros elementos, un ejemplo de esto lo es el cobre donde la presencia de altas concentraciones de molibdeno o azufre en las dietas inhiben su absorción (11), el hierro y el calcio pueden alterar su distribución y metabolismo y el zinc además de impedir su absorción incrementa la movilización hepática y reduce las reservas de este elemento (9).

Los disturbios del estatus mineral también pueden ser consecuencia directa del tipo de suelo y manejo de pasturas; la deficiencia de selenio es relativamente frecuente en bovinos y depende de la concentración del mineral en el suelo y se presenta en animales criados en áreas no seleníferas (12), para el caso del zinc los forrajes muy maduros o los cortes sucesivos son factores que disminuyen su disponibilidad de tal forma que identificar estas deficiencias en los animales permite una correcta suplementación (13)(10).

En otros casos como manganeso, hierro, tanto las deficiencias como los excesos son poco comunes en bovinos, sin embargo, los imbalances en la formulación o los niveles de inclusión de sales minerales pueden generar alteraciones en el estatus mineral de estos y otros elementos.

A pesar de su importancia, en nuestro país están disponibles pocos estudios relacionados a la evaluación de la concentración sanguínea de microminerales en bovinos. Por ejemplo, se ha estudiado el impacto del uso de sal mineral común contra quelatados inyectables en los niveles sanguíneos en vacas lecheras (14). También existe un reporte acerca del efecto

de la suplementación de cobre en los parámetros reproductivos de una vaca en pastoreo (15).

No obstante, no existen estudios descriptivos que determinen la situación en cuanto al estatus micromineral en bovinos en relación con variables, como, por ejemplo, región, altura o estado fisiológico. En esa línea solamente se realizó una tesis que evalúa las concentraciones de macro y microminerales en alpacas con relación a distintos factores (16), pero no hay investigaciones de esas características en bovinos.

Por ello, este trabajo se plantea comparar y analizar los niveles séricos de microminerales entre vacas vacías y gestantes de la raza Brahman, localizadas en la provincia de Esmeraldas, como un aporte relevante para el ámbito nacional debido a que no existen investigaciones previas con este propósito, lo que dificulta tener un panorama más real de cómo manejar las dietas de acuerdo al estado fisiológico y cómo suplementar y formular las raciones para optimizar la eficiencia productiva, los costos y asegurar el éxito de los programas de reproducción.

También se espera que esta investigación sea la base para estudios futuros que definan los intervalos de referencia de las concentraciones séricas para los microminerales analizados en varias etapas fisiológicas en bovinos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras fueron tomadas de vacas vacías y gestantes de la raza Brahman, El estudio se efectuó en la hacienda Europa (latitud 0.771713, longitud -79.555933), situada en la parroquia de Chinca, cantón Esmeraldas, provincia de Esmeraldas. La raza fue seleccionada por ser una de las más relevantes en la producción cárnica bovina en Ecuador.

Se tomaron muestras de 15 vacas vacías y 15 gestantes, se incluyeron a los animales que cumplieron con los siguientes criterios: animales mayores a 2 años, con gestación entre 210 y 240 días (en el grupo de vacas gestantes), en estado saludable y que reciban el mismo programa de alimentación, en este caso, pasto saboya *Panicum máximum* y sal mineral, en los dos grupos.

En cada animal se extrajo una muestra de sangre de 10 ml, mediante punción en la vena coccígea. Se utilizó un equipo de extracción vacutainer en tubos sin anticoagulante.

Las muestras fueron centrifugadas dentro de las 4

primeras horas luego de la extracción a 3000 rpm durante 15 minutos. El suero obtenido de cada animal fue congelado a -20°C de temperatura para su conservación previa al envío al laboratorio.



Figura 1: Animales muestreados en pastoreo

Digestión de las muestras

El método utilizado, fue el de digestión ácida simple (DAS) (17).

Se mezcló 1 ml de cada muestra de suero con 1 ml de HNO₃ al 69 % y 0.5 ml de H₂O₂ al 33 % en tubos de polipropileno. La digestión se efectuó manteniendo la mezcla a 60 °C durante 2 horas. Los digeridos obtenidos fueron diluidos añadiendo 2.5 ml de agua ultrapura y posteriormente se centrifugaron a 2000 rpm durante 5 minutos.

El material resultante de este proceso fue analizado en el laboratorio de la RIADT (Red de Infraestructuras de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo Tecnológico), ubicado en la facultad de veterinaria de la Universidad Santiago de Compostela, en Lugo, España.

Se realizó la determinación de las concentraciones de microminerales mediante la técnica de ICP-MS (espectrometría de masas con fuente de plasma acoplado) con el sistema Agilent 7700x. Este equipo detecta la concentración de los microminerales en ug/L (ppb) o mg/L (ppm) según el caso.

Análisis estadístico

Se ordenaron los valores obtenidos en el software Microsoft Excel y luego, con el programa estadístico SPSS se determinó si los datos siguen o no una distribución normal.

En base al resultado, se aplicó la prueba t de Student

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

si la distribución de datos es normal y la prueba U de Mann-Whitney si no lo es.

Se realizó la comparación de los valores medios de concentración de microminerales entre ambos grupos, con un nivel de significación de 0.05.

En la tabla 1, se muestran los valores individuales de concentración sérica de los elementos analizados en los dos grupos. Se muestran con rojo los valores individuales menores al rango de referencia y con azul, los que se encuentran por encima de los valores normales.

VACAS VACÍAS							VACAS GESTANTES						
Elemento							Elemento						
Co	Cu	Fe	Mn	Mo	Se	Zn	Co	Cu	Fe	Mn	Mo	Se	Zn
ug/L	mg/L	mg/L	ug/L	ug/L	ug/L	mg/L	ug/L	mg/L	mg/L	ug/L	ug/L	ug/L	mg/L
0.680	0.639	1.27	4.54	28.3	137.2	0.841	0.530	0.209	2.02	7.22	19.2	120.1	0.872
0.650	0.296	3.82	6.42	19.6	125.1	0.867	0.400	0.490	2.11	4.71	103.9	157.0	1.012
0.550	0.535	1.07	8.93	12.0	139.2	0.846	1.040	0.502	2.92	9.19	14.8	170.9	1.137
0.815	0.591	1.45	6.94	20.0	142.7	1.039	0.580	0.580	1.98	4.13	11.8	155.0	0.818
0.730	0.503	1.36	6.59	8.0	139.5	1.017	0.610	0.435	2.73	5.76	24.4	136.9	0.782
0.545	0.724	1.95	4.00	17.9	138.7	0.919	0.735	0.491	2.38	10.00	19.7	150.3	0.848
0.820	0.629	1.91	6.83	25.2	160.1	1.244	1.020	0.310	2.89	6.87	34.6	138.5	1.093
0.810	0.556	1.90	7.49	24.5	138.6	0.957	0.450	0.822	2.34	4.87	64.0	137.6	0.992
0.790	0.457	1.66	5.48	28.4	124.9	0.919	2.340	0.314	2.67	15.04	36.6	171.2	0.885
0.620	0.519	1.51	4.99	5.1	133.6	0.897	0.465	0.683	1.99	2.47	20.4	100.7	0.786
0.520	0.594	1.45	6.48	10.5	Error	0.743	0.370	0.201	2.47	2.07	19.2	144.0	0.796
0.695	0.511	1.98	7.15	31.8	151.7	1.122	0.785	0.632	2.03	5.61	17.0	126.0	0.925
0.590	0.622	2.22	10.39	54.5	161.4	0.967	1.430	0.584	2.40	5.14	56.0	154.9	1.034
0.785	0.839	1.77	4.37	34.8	148.1	0.889	0.680	0.121	2.52	6.10	24.5	129.5	0.929
0.750	0.782	2.63	12.53	47.9	172.1	1.132	1.130	0.254	2.15	7.23	10.5	142.7	1.071
0.17-15	0.6-1.5	1.1-2.5	0.9-7.0	2.0-100	65-300	0.6-1.9	0.17-15	0.6-1.5	1.1-2.5	0.9-7.0	2.0-100	65-300	0.6-1.9

Tabla 1. Resultados de análisis de microminerales en muestras de suero de vacas vacías y gestantes. Valores referencia (10)(18).

En la Tabla 2. Se muestran los valores medios de cada elemento obtenidos para cada grupo de animales, y los resultados de la prueba T Student comparando a las vacas vacías y gestantes.

Elemento	Vacas vacías	Vacas gestantes	Valor P
Co (ug/L)	0.69	0.84	0.294
Cu (mg/L)	0.59 _b	0.44 _a	0.028
Fe (mg/L)	1.86 _d	2.37 _c	0.015
Mn (ug/L)	6.87	6.43	0.665
Mo (ug/L)	24.57	31.77	0.344
Se (ug/L)	143.78	142.53	0.818
Zn (mg/L)	0.96	0.932	0.545

Tabla 2. Valores medios y análisis estadístico de la concentración de microminerales entre ambos grupos.

Los resultados presentados en este trabajo son de importancia en el contexto de la cría de ganado de carne debido a que es el primer estudio enfocado en analizar la concentración de microminerales esenciales, en este tipo de bovinos en la zona del litoral ecuatoriano.

Un punto fundamental para ese objetivo fue el manejo de las muestras, pues el análisis en microminerales es de metodología compleja y la digestión ácida propuesta por Luna et al. en 2019 (17) realizada como parte de la preparación del suero fue indispensable para obtener

resultados fiables.

Al evaluar la concentración de microminerales en el presente trabajo se requiere analizar los resultados a partir de dos factores: el estado fisiológico de las vacas y la alimentación, con énfasis en el aporte mineral.

En cuanto al estado fisiológico, las investigaciones disponibles sobre los microminerales estudiados determinan que, tanto en ganado de carne como de leche, solo el cobre y el zinc sufren variaciones importantes en las concentraciones séricas entre vacas gestantes y vacas vacías (19) (20) (21).

Sin embargo, no está bien definido un patrón para la dinámica de estos minerales; así, por ejemplo, en un estudio se demostró que las concentraciones séricas de cobre aumentan a medida que se aproxima el final de la gestación, debido a un efecto inducido por el nivel creciente de estrógenos (22).

No está bien descrito el mecanismo tras este efecto, pero lo más probable es que la concentración elevada de estrógenos induce la actividad de la ceruloplasmina con el objetivo de que el cobre se movilice eficazmente para el soporte de la incipiente lactación (23).

No obstante, existe evidencia de que las concentraciones

séricas de cobre alcanzan su máximo pico al séptimo de mes de gestación y después disminuyen, lo que se contrapone a la hipótesis de los estrógenos, cuyo aumento es más pronunciado a partir de las tres últimas semanas preparto (24).

En este trabajo, existió diferencia significativa entre la concentración sérica de cobre entre ambos grupos, con la particularidad de que los niveles fueron mayores en vacas vacías, lo que no está reportado en ninguno de los estudios consultados, independientemente de que exista o no diferencia significativa (19) (25) (21).

Una probable explicación es que durante el período de gestación en que se encontraron las vacas muestreadas (entre séptimo y octavo mes) aumenta la movilización de cobre hacia el feto debido a que es la etapa crítica para su desarrollo y por ello, aumentan sus demandas fisiológicas, resultando en que las concentraciones séricas fueron menores (24).

Además, la medición de cobre en ambos grupos estuvo por debajo del rango de referencia, lo que puede atribuirse a tres factores: aporte insuficiente en la dieta, interacción con otros minerales y error atribuible al método de análisis (26).

La deficiencia de cobre puede manifestarse con un amplio rango de signos, tales como disminución del apetito, debilidad de los miembros, temores, ataxia, pobre condición corporal, baja ganancia de peso, inmunosupresión, anestro, quistes ováricos y pérdidas embrionarias (27) (17).

En cuanto al aporte dietético, también está descrito que las interacciones con minerales como el hierro, el calcio y el zinc pueden conducir a deficiencias de cobre por diversos mecanismos que impiden su distribución en la circulación o la utilización celular; por ejemplo, el zinc incrementa la síntesis de metalotioneínas, lo cual "secuestra" el cobre a nivel intestinal (28) (26), esto podría relacionarse a que en el presente estudio en el grupo de vacas gestantes existe una mayor concentración de hierro.

El grupo de animales gestantes muestreado en este estudio reciben suplementación mineral con inclusión de cobre, las guías de nutrición en bovinos sugieren niveles de adición a partir de fórmulas que consideran el peso, edad y etapa gestacional, lo que garantiza un consumo de cobre basado en la dinámica de la depleción de cobre de la madre hacia el feto (29) (30).

Respecto al molibdeno, las concentraciones séricas en valores normales son un buen indicador sobre la

presencia de tio-cupro-molibdatos pues la formación de estos tiende a ser compatible con elevación de molibdeno en muestras sanguíneas (26).

Pese a que los resultados de laboratorio están en rango, una evaluación completa de la interferencia en la absorción de cobre debe incluir un análisis de molibdeno y azufre en forraje, así como calcular la proporción entre estos minerales y el cobre(30).

En este caso, se conoce que los niveles de cobre y azufre en el pasto ofrecido son adecuados, pero para investigaciones futuras de la misma índole se recomienda disponer de un análisis más completo de microminerales, para aproximarse con mayor precisión a las interacciones existentes y al origen de las deficiencias.

Otro mineral que podría influir en la concentración de cobre es el hierro, debido a que, junto con el zinc, compite por el receptor DMT1, que capta sobretodo cationes divalentes, pudiendo disminuir el grado de absorción de cobre cuando existen niveles elevados de hierro (23).

Sin embargo, en esta investigación la concentración de hierro estuvo dentro del rango de referencia, por lo que esta interacción sería menos probable, considerando también que en rumiantes, el DMT1 constituye un mecanismo secundario para la absorción de cobre (31).

Por último, referente al método de análisis laboratorial, aunque la medición en hígado es la técnica más adecuada para la evaluación del estatus de cobre, el análisis en suero refleja en forma aceptable la concentración real del elemento, y solo habría falsas disminuciones en presencia de elevados niveles de molibdeno (26), que no corresponde a los resultados obtenidos.

El otro micromineral influenciado por la gestación, es el zinc, está reportado como disminuido durante la preñez debido a que es uno de los elementos con mayor demanda desde el feto y también porque las concentraciones más estables de cobre inhiben su absorción (24) (21).

En este trabajo se conservó esta tendencia, existiendo mayor concentración de zinc en las vacas vacías, pero sin que sea significativa la diferencia y con ambos grupos con valores en rango.

Por ende, a excepción del cobre, todos los valores promedio estuvieron en rango y, a excepción del hierro, no se encontró diferencia significativa entre

los grupos, este resultado es de importancia en el caso del zinc y el selenio, debido a que estos dos elementos traza disminuyen la incidencia de enfermedades reproductivas, infecciosas y patologías podales en el período del parto (32)(12).

Estas concentraciones ideales son producto de la buena calidad del suelo y de la dieta ofrecida a las vacas, y una manera práctica de evaluar sus beneficios es a través de los parámetros reproductivos de la explotación donde se realizó el muestreo (33).

En la explotación en donde se realizó la toma de muestras, los registros disponibles reflejan que la tasa de concepción está alrededor de 80%, que es una cifra excelente, considerando que para la raza Brahman el objetivo debe ser un valor de al menos 60% (34).

Seguramente estos parámetros están influenciados por los efectos del zinc y el selenio en concentraciones séricas adecuadas, especialmente por su acción antioxidante y el incremento de la viabilidad de los gametos, tanto en machos como en hembras (35)(6).

En cuanto al hierro, la concentración estuvo dentro del rango en ambos grupos, pero fue mayor en vacas gestantes y la diferencia respecto a las vacas vacías fue estadísticamente significativa; una probable explicación es que el nivel de cobre en las vacas gestantes es menor, lo que disminuiría la interacción con el hierro, facilitando su absorción (31)(17).

No obstante, al momento no existe evidencia que soporte un motivo para este hallazgo pues en teoría el hierro es un mineral que no varía representativamente por la gestación (21), por lo que este aspecto podría investigarse con más profundidad en futuros trabajos.

4. CONCLUSIONES

Tanto en vacas gestantes como en vacas vacías de la raza Brahman, existieron concentraciones dentro de los rangos de referencia para los microminerales Co, Fe, Mn, Mo, Se y Zn.

En los dos grupos analizados, la concentración de cobre fue menor al rango de referencia, y existió diferencia significativa entre ambos grupos ($p < 0.05$), siendo mayor en vacas vacías.

El incremento en la concentración de hierro en vacas gestantes ($p < 0.05$) es relevante ya que no se reportan variaciones importantes durante la etapa de gestación, sin embargo, requiere un mayor análisis

las repercusiones de este hallazgo en la salud y productividad de los animales.

5. AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a los propietarios de la Hacienda Europa y al Laboratorio RIADT por su colaboración para la toma y análisis de las muestras.

6. CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en la realización y presentación de este trabajo. El presente estudio fue financiado por los investigadores.

7. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Castillo M. Análisis de la Productividad y Competitividad de la Ganadería de Carne en el Litoral Ecuatoriano. Santiago, Chile: Rimisp, Grupo de Trabajo: Desarrollo con Cohesión Territorial, Programa: Impactos a Gran Escala, Serie Documentos de Trabajo. 2015;(144).
- Pareja Mejía RI. El ganado Brahman para la zona tropical. Revista de la Universidad de la Salle. 2002;2002(34):85-92.
- Núñez Delgado J, Ñaupari Vásquez J, Flores Mariazza E. Comportamiento nutricional y perfil alimentario de la producción lechera en pastos cultivados (*Panicum maximum* Jacq). Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 2019;30(1):178-92.
- Erickson PS, Kalscheur KF. Nutrition and feeding of dairy cattle. In: Animal Agriculture. Elsevier; 2020. p. 157-80.
- Derichs K, Mosquera J, Ron-Garrido LJ, Puga-Torres B, De la Cueva F. Intervalos de corte de pasto Saboya (*Panicum maximum* Jacq.), sobre rendimiento de materia seca y composición química de su ensilaje. Siembra. 2021;8(2).
- Van Emon M, Sanford C, McCoski S. Impacts of bovine trace mineral supplementation on maternal and offspring production and health. Animals. 2020;10(12):2404.
- Silva WJ, Guizelini CC, Franco GL, Veiga RCP, Arruda WG, Nascimento VA, et al. Cobalt deficiency in cattle and its impact on production. Pesquisa Veterinária Brasileira. 2021; 40:837-41.
- Uniyal S, Ashwin K, Mishra A, Sahoo JK, Paladan V. Importance of micro minerals in reproductive

- performance of farm animals. *Intl J Curr Microbiol Appl Sci.* 2018; 7:3584–9.
9. López-Alonso M. Trace minerals and livestock: not too much not too little. *Int Sch Res Notices.* 2012;2012.
 10. Herdt TH, Hoff B. The use of blood analysis to evaluate trace mineral status in ruminant livestock. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice.* 2011;27(2):255–83.
 11. Clarkson AH, Paine S, Martín-Tereso J, Kendall NR. Copper physiology in ruminants: trafficking of systemic copper, adaptations to variation in nutritional supply and thiomolybdate challenge. *Nutr Res Rev.* 2020;33(1):43–9.
 12. Oltramari CE, Pinheiro M da G, de Miranda MS, Arcaro JRP, Castelani L, Toledo LM, et al. Selenium sources in the diet of dairy cows and their effects on milk production and quality, on udder health and on physiological indicators of heat stress. *Ital J Anim Sci.* 2014;13(1):2921.
 13. Cortinhas CS, Freitas Júnior JE de, Naves J de R, Porcionato MA de F, Rennó FP, Santos MV dos. Organic and inorganic sources of zinc, copper and selenium in diets for dairy cows: intake, blood metabolic profile, milk yield and composition. *Revista Brasileira de Zootecnia.* 2012; 41:1477–83.
 14. Álvarez A. Evaluación de microelementos a nivel sanguíneo en vacas de producción lechera, mediante la administración de sal mineral comercial y componentes quelatados inyectables en la hacienda aychapicho agro's del cantón mejía. 2012;
 15. Sosa RP, Cabrera NG, Gutiérrez FR. Efecto de la suplementación con cobre en la reproducción de la hembra bovina en pastoreo. *La Técnica.* 2014;(13):26–31.
 16. Toral Martínez CJ. Determinación de macro y micro minerales en suero sanguíneo de alpacas, en la comunidad de Guangaje, cantón Pujilí. 2012;
 17. Luna D, Miranda M, Minervino AHH, Piñeiro V, Herrero-Latorre C, López-Alonso M. Validation of a simple sample preparation method for multielement analysis of bovine serum. *PLoS One.* 2019;14(2): e0211859.
 18. Puls R. Mineral Levels in Animal Health. *Second. Sherpa International;* 1994. 91–93 p.
 19. Gooneratne SR, Pathirana KK, Laarveld B, Christensen DA. Biliary and plasma copper and zinc in pregnant Simmental and Angus cattle: research communication. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research.* 2013;80(1):1–7.
 20. Kulcu R, Yur F. A study of some serum mineral levels before and during pregnancy and during lactation period of sheep and cattle. *Biol Trace Elem Res.* 2003; 92:275–9.
 21. Yokus B, Cakir UD. Seasonal and physiological variations in serum chemistry and mineral concentrations in cattle. *Biol Trace Elem Res.* 2006; 109:255–66.
 22. Hefnawy AE, El-Khaiat HM. The importance of copper and the effects of its deficiency and toxicity in animal health. *International Journal of Livestock Research.* 2015;5(12):1–20.
 23. Arredondo M, Martinez R, Nunez MT, Ruz M, Olivares M. Inhibition of iron and copper uptake by iron, copper and zinc. *Biol Res.* 2006;39(1):95–102.
 24. Gooneratne SR, Pathirana KK, Laarveld B, Christensen DA. Biliary and plasma copper and zinc in pregnant Simmental and Angus cattle: research communication. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research.* 2013;80(1):1–7.
 25. Kulcu R, Yur F. A study of some serum mineral levels before and during pregnancy and during lactation period of sheep and cattle. *Biol Trace Elem Res.* 2003; 92:275–9.
 26. Herdt TH, Hoff B. The use of blood analysis to evaluate trace mineral status in ruminant livestock. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice.* 2011;27(2):255–83.
 27. Hefnawy AE, El-Khaiat HM. The importance of copper and the effects of its deficiency and toxicity in animal health. *International Journal of Livestock Research.* 2015;5(12):1–20.
 28. Hill GM, Shannon MC. Copper and zinc nutritional issues for agricultural animal production. *Biol Trace Elem Res.* 2019; 188:148–59.
 29. Cortinhas CS, Freitas Júnior JE de, Naves J de R, Porcionato MA de F, Rennó FP, Santos MV dos. Organic and inorganic sources of zinc, copper and selenium in diets for dairy cows: intake, blood metabolic profile, milk yield and composition. *Revista Brasileira de Zootecnia.* 2012; 41:1477–83.
 30. National Academies of Sciences and Medicine E. Nutrient requirements of beef cattle. 2016;
 31. Clarkson AH, Paine S, Martín-Tereso J, Kendall NR. Copper physiology in ruminants: trafficking of systemic copper, adaptations to variation in nutritional supply and thiomolybdate challenge. *Nutr Res Rev.* 2020;33(1):43–9.
 32. Langova L, Novotna I, Nemcova P, Machacek M, Havlicek Z, Zemanova M, et al. Impact of

- nutrients on the hoof health in cattle. *Animals*. 2020;10(10):1824.
33. Ensley S. Evaluating mineral status in ruminant livestock. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*. 2020;36(3):525–46.
 34. Islam MT, Bhuiyan MJS, Juyena NS, Bhuiyan MMU. Post artificial insemination conception rate of a Brahman bull in selected areas of Bangladesh. *Bangladesh Journal of Veterinary Medicine (BJVM)*. 2019;17(1):61–9.
 35. Mehdi Y, Dufresne I. Selenium in cattle: a review. *Molecules*. 2016;21(4):545.

IDENTIFICACIÓN MORFOLÓGICA DE PARÁSITOS DE INTERÉS VETERINARIO

MORPHOLOGICAL IDENTIFICATION OF PARASITES OF VETERINARY INTEREST

	¹ Kerly Sánchez *	johanna.sanchez@esPOCH.edu.ec
	¹ Andrés Arguello	andres.arguello@esPOCH.edu.ec
	¹ Bryan Arévalo	bryan.arevalo@esPOCH.edu.ec
	¹ Mileska Cárdenas	mileska.cardenas@esPOCH.edu.ec
	¹ Ana Lucía Navarrete	lucia.navarrete@esPOCH.edu.ec
	¹ Solange Vaca	wendy.vaca@esPOCH.edu.ec
	² Pamela Vinueza	pamela.vinueza@esPOCH.edu.ec

¹ Carrera de Medicina Veterinaria, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

² Grupo de Investigación en Ciencias Veterinarias (GICV), Riobamba, Ecuador.

E-mail: * johanna.sanchez@esPOCH.edu.ec

RESUMEN

La parasitosis en animales constituye un área de gran importancia en la práctica veterinaria, ya que representan un impacto significativo en la salud y bienestar de una gran variedad de especies. El presente estudio tuvo como objetivo la identificación de varios parásitos de interés veterinario mediante un análisis detallado de sus características morfológicas distintivas. Para lograrlo, se llevó a cabo una minuciosa observación de los rasgos particulares de los parásitos utilizando tanto el estereomicroscopio como el microscopio. Simultáneamente, se realizaron comparaciones con la bibliografía existente para respaldar y validar las identificaciones realizadas durante el estudio. Los resultados obtenidos permitieron el reconocimiento de diversos parásitos de interés veterinario, entre los que se incluyen: *Riphicephalus (Boophilus) microplus*, *Riphicephalus sanguineus*, *Macracanthorhynchus hirudinaceus*, *Dermanyssus gallinae*, *Toxocara vitulorum*, *Tábano spp.*, *Melophagus ovinus* y *Ctenocephalides felis*. Aun cuando técnicas como las moleculares permitirían una identificación más precisa, las características morfológicas de parásitos constituyen un medio económico que permite determinar la presencia y distribución de estos parásitos en hábitats específicos. Esto a su vez, permitirá la implementación de medidas preventivas y terapéuticas, promoviendo así la salud y el bienestar de los animales afectados.

Palabras clave: Parásitos; helmintos; características morfológicas; Chimborazo.

ABSTRACT:

Parasitism in animals constitutes an area of great importance in veterinary practice, as it represents a significant impact on the health and well-being of a wide variety of species. The present study aimed at identifying various parasites of veterinary interest through a detailed analysis of their distinctive morphological characteristics. To achieve this purpose, a thorough observation of the traits of the parasites was carried out using both a stereomicroscope and an optical microscope. Simultaneously, comparisons were made with existing literature to support and validate the identifications made during the study. The results obtained allowed the recognition of various parasites of veterinary interest, including *Riphicephalus (Boophilus) microplus*, *Riphicephalus sanguineus*, *Macracanthorhynchus hirudinaceus*, *Dermanyssus gallinae*, *Toxocara vitulorum*, *Tábano spp.*, *Melophagus ovinus*, and *Ctenocephalides felis*. Although more sensitive tools such as molecular techniques would allow for more precise identification, the morphological characteristics of parasites constitute an economical means to determine the presence and distribution of these parasites in specific habitats. This, in turn, will enable the implementation of preventive and therapeutic measures, thus promoting the health and well-being of affected animals.

Palabras clave: Parasites; helminths; morphological characteristics; Chimborazo.

1. INTRODUCCIÓN

Los parásitos comprenden un grupo diverso de organismos, presentes en todos los lugares del planeta y que dependen de un hospedador durante toda su vida o en al menos una parte de ella (1). Los efectos de estos organismos son múltiples. En el ámbito ganadero, los parásitos pueden diezmar la productividad de los animales e incluso causar la muerte de animales susceptibles afectando la productividad y la seguridad alimentaria a nivel local y global (2). Adicionalmente, muchos de los parásitos de importancia veterinaria tienen potencial zoonótico, y son responsables de enfermedades como la hidatidosis, toxocariosis, piroplasmosis, entre otras (3). Por último, en los ecosistemas naturales, los parásitos pueden influir en la dinámica de las poblaciones de especies hospedadoras, alterando los equilibrios ecológicos y amenazando la biodiversidad (4). En este contexto, reconocer y caracterizar estos organismos es crucial para implementar medidas de control eficaces, prevenir enfermedades, mantener la salud ambiental y asegurar la seguridad alimentaria (5). Esto proceso implica no solo identificar la presencia de los parásitos, sino también comprender su ciclo de vida, o las interacciones con el hospedador y el ambiente (4).

Con estas consideraciones, el objetivo del presente trabajo fue identificar diferentes parásitos de interés veterinario de acuerdo con sus características morfológicas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La identificación de los parásitos se llevó a cabo en el Laboratorio de Parasitología y Microbiología ubicado en la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en la ciudad de Riobamba. Los parásitos identificados fueron recolectados en diversas localidades de la provincia de Chimborazo y conservados en una solución de formol al 4%. Para su identificación, los parásitos fueron primeramente colocados en cajas Petri para ser observados en el estereomicroscopio. A continuación, con el objetivo de mejorar la visualización de estructuras especializadas, se los colocó en placas portaobjetos y se los inspeccionó con el microscopio óptico. En cada fase, se tomaron apuntes de las características morfológicas observables y se obtuvieron imágenes representativas que permitan contrastar las diferentes observaciones. Por último, la identidad del parásito fue establecida mediante la consulta de literatura científica.

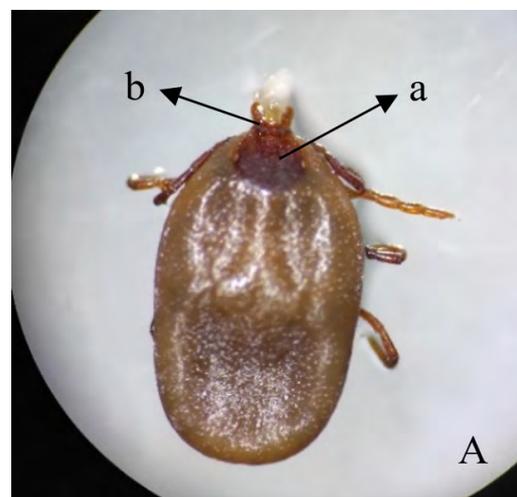
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

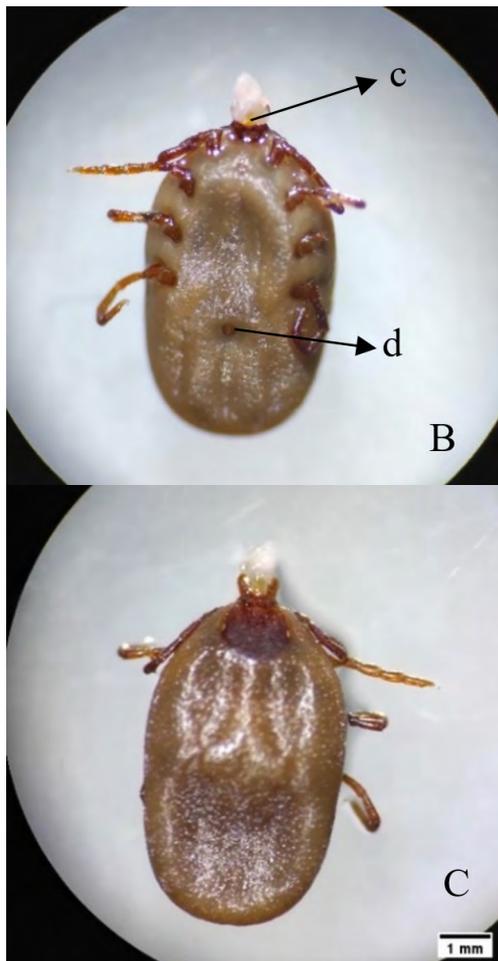
3.1 *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*

Se llevó a cabo una observación detallada de la garrapata de bovino, identificada como *R. microplus* (Figura 1). *R. microplus* es una especie de garrapata dura (Ixodida), reconocida como la garrapata más relevante en el ámbito global para el ganado bovino. Este tipo de parásito puede encontrarse en una variedad de hospedadores, incluyendo mamíferos aves y animales silvestres (6).

El espécimen analizado exhibe un escudo con puntos y hendiduras, y presenta una coloración marrón rojiza. En la región frontal del capítulo, resalta el hipostoma, una estructura corta, ancha y recta con similitud a una aguja, empleada para perforar la piel de su huésped. Nuestras observaciones concuerdan con la información expuesta en (7), donde se indica que este género de garrapata se caracteriza por tener un escudo dorsal, un aparato bucal que sobresale cuando se las observa desde arriba y placas adanales y accesorias en el caso de los machos. Mientras que en las hembras el surco anal es inexistente o escasamente marcado, éste es ligeramente visible en los machos. En el caso de las garrapatas adultas *R. microplus*, el capitulum es corto y recto. Las patas muestran un tono amarillento, y se observa una distancia significativa desde el primer par de patas hasta el hipostoma. El cuerpo tiene una forma que va desde ovalada hasta rectangular, y el escudo es ovalado, pronunciándose más ancho en la parte anterior (6). Dentro de las características clave para la diferenciación de este parásito se pueden apreciar palpos cortos y sin prominencias laterales, mientras que, tanto en hembras como machos el capitulum presenta el hipostoma ligeramente más protuberante que los palpos (8).

Figura 1. Especimen 1: *Rhipicephalus microplus*.





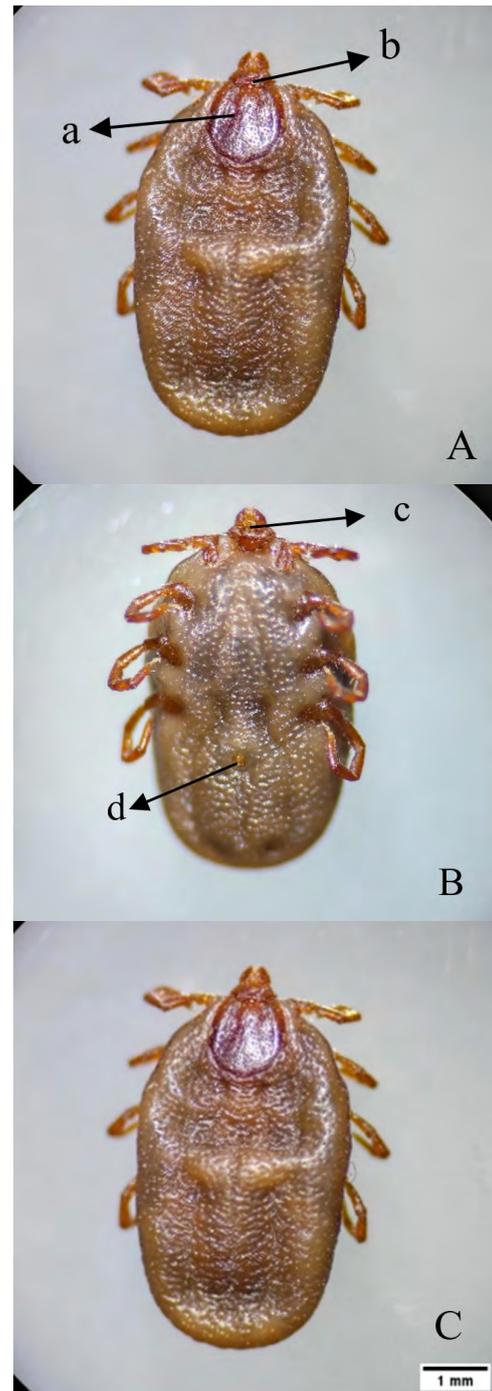
Nota: Vista dorsal (A), vista ventral (B), imagen a escala de *R. microplus* (tamaño real aproximadamente 7 mm) (C), escudo (a), capítulo (b), hipostoma (c), ano (d).

3.2 *Rhipicephalus sanguineus*

La garrapata *R. sanguineus* (Figura 2) fue aislada de un perro doméstico (*Canis lupus familiaris*). El espécimen analizado corresponde a una garrapata dura por tener un escudo dorsal y presenta las características distintivas de una hembra. El aparato bucal, visible desde arriba, muestra la estructura típica de este género. Así mismo, posee 8 patas y muestra una coloración marrón con variaciones según su grado de alimentación. Nuestro espécimen exhibe una base del capítulo de forma hexagonal, piezas bucales pequeñas, mientras que los palpos son anchos y a diferencia de *R. microplus*, son tan largos como el hipostoma. Además, el segundo segmento del palpo no tiene proyección hacia el margen del capítulo. Los rasgos morfológicos observables concuerdan con la literatura, donde se nos expone que los machos de este tipo de garrapata pueden alcanzar una longitud de hasta 3,5 mm, mientras que las hembras no alimentadas miden hasta 6 mm y las repletas de sangre pueden llegar a los 1,2 cm. Estas

garrapatas presentan ojos, y el surco anal se encuentra ubicado posterior al ano (9, 10). *R. sanguineus* exhibe una base del capítulo de forma hexagonal, piezas bucales pequeñas, mientras que los palpos son anchos y a diferencia de *R. microplus*, son tan largos como el hipostoma. Además, el segundo segmento del palpo no tiene proyección hacia el margen del capítulo (11).

Figura 2. Especimen 2: *Rhipicephalus sanguineus*.



Nota: Vista dorsal (A), vista ventral (B), imagen a escala de *R. sanguineus* (tamaño real aproximadamente 6 mm)

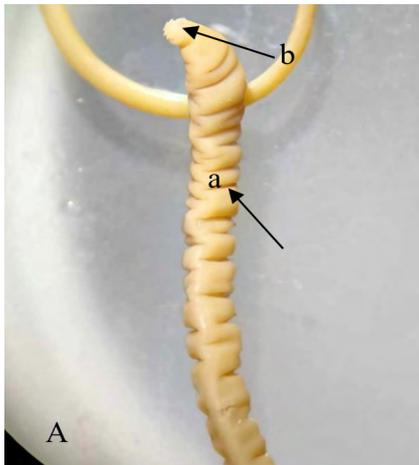
(C), escudo (a), capítulo (b), hipostoma (c), ano (d).

R. sanguineus tiene una amplia distribución a nivel mundial y es la especie de garrapata más frecuente en caninos, encontrándose en todos los continentes. Aun cuando es popularmente conocida como la garrapata marrón del perro, ocasionalmente puede parasitar otros huéspedes, incluyendo los humanos. Esta garrapata actúa como vector de agentes patógenos, incluyendo *Babesia canis*, *Ehrlichia canis*, y *Rickettsia conorii* (9).

3.3 *Macracanthorhynchus hirudinaceus*

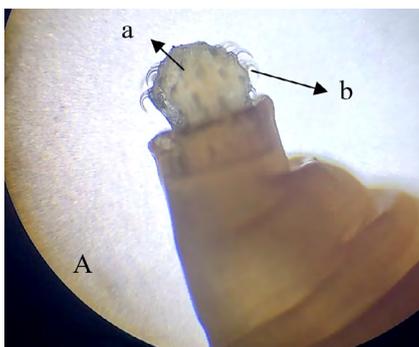
El espécimen 3 corresponde a parásito acantocéfalo de cerdo conocido como *M. hirudinaceus*. El acantocéfalo presenta un cuerpo cilíndrico algo aplanado dorso ventralmente presenta un color blanquecino lechoso, con un gran número de pliegues transversales (Figura 3) y mide alrededor de 10 cm (Figura 5). Posee en el extremo anterior una probóscide oval con 4 ganchos grandes y 4 ganchos pequeños (Figura 4), estos ganchos tienen forma de saco los cuales permiten el llenado del líquido en el interior y se encuentran ubicados en la parte lateral hacia la probóscide.

Figura 3. Especimen 3: *Macracanthorhynchus hirudinaceus*.



Nota: Pliegues transversales del *M. hirudinaceus* (A), pliegues (a), probóscide (b).

Figura 4. Probóscide del *M. hirudinaceus*.



Nota: Vista cercana de la cabeza de *M. hirudinaceus* (A), probóscide oval (a), ganchos recurvados (b).

Como se menciona en la literatura, *M. hirudinaceus* es un parásito que afecta principalmente a los miembros de la familia suidae, pero, puede parasitar a los humanos de manera secundaria. Sus ganchos curvos en la probóscide le facilitan la fijación segura a la pared intestinal de su huésped. Para su ciclo de vida, utiliza a ciertas especies de escarabajos como hospedadores intermediarios, penetrando a través de la cutícula de estos insectos mediante los ganchos con los que también están equipadas las larvas (12). Mientras que los machos miden alrededor de 5 y 10 cm, las hembras pueden llegar a medir entre 35 y 40 cm. Su cuerpo tiene una forma cilíndrica y presenta arrugas transversales, mostrando un color rojizo con una superficie gruesa. Las hembras tienen ovarios que se disuelven con el objetivo de formar varias masas ováricas, ubicándose en los sacos ligamentarios y en el pseudocele (13).

Figura 5. Imagen a escala de *M. hirudinaceus*.



Nota: Tamaño real aproximadamente 10 cm.

3.4 *Dermanyssus gallinae*

Según lo observado, el espécimen 4 (Figura 6) corresponde a un arácnido y fue aislado de gallinas domésticas. El parásito presenta una única pieza dorsal con un margen posterior truncado, se lo puede observar de color negro o gris y cuenta con ocho patas. Además, tiene quelíceros estiliformes y largos (Figura 7).

Figura 6. Especimen 4: *D. gallinae*.





Nota: Vista dorsal de *D. gallinae* (A), imagen a escala de *D. gallinae* (tamaño real aproximadamente 1,5 mm) (B), margen posterior truncado (a), quelíceros (b).

Figura 7. Especimen 4: Quelíceros de *D. gallinae*.



Nota: Vista cercana de quelíceros muestran una forma estiliforme y larga (a).

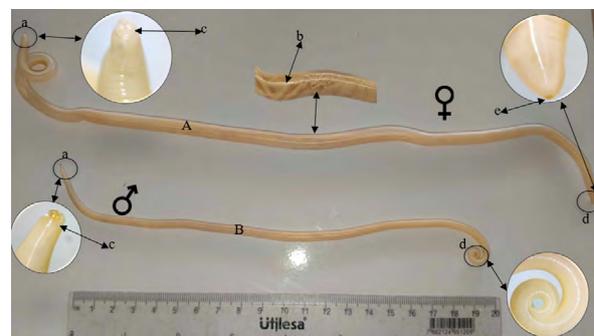
Este tipo de parásitos suelen tener un tamaño de 0,5 a 1,5 mm, según la etapa del ciclo de vida (Figura 6). Su coloración se torna entre amarillo, marrón, rojo oscuro o blanco a grisáceo, dependiendo de la cantidad de sangre ingerida. Después de alimentarse, las hembras adultas colocan los huevos sobre las aves, los cuales eclosionan aproximadamente de entre 2 a 3 días después. En cada puesta, depositan de 4 a 8 huevos, sumando aproximadamente de 25 huevos a lo largo de su vida (14,15). Existen otros organismos morfológicamente parecidos, como, por ejemplo, *Ornithonyssus sylviarum*, *Ornithonyssus bursa* y la anteriormente mencionada *D. gallinae*. Sin embargo, esta última se diferencia morfológicamente debido a que el escudo dorsal no se extiende hasta el borde posterior del cuerpo y su margen final está cortado. Las sedas son diminutas y se encuentran dispersas sobre el tegumento alrededor de la placa dorsal. El ano se ubica

en la mitad posterior de la placa anal. Los quelíceros son delgados y parecidos a alfileres. A diferencia del género *Ornithonyssus spp.*, donde *O. sylviarum* tiene un escudo dorsal ancho en la parte anterior y se estrecha hacia el extremo posterior, extendiéndose en forma de lengua. El ano está ubicado en la mitad anterior de la placa anal. Por otro lado, *O. bursa* es diferenciado de *O. sylviarum* debido a la apariencia de su escudo dorsal, que se estrecha gradualmente en su extremo posterior. Aunque el ano es similar al de *O. sylviarum*, *O. bursa* presenta tres pares de sedas en el escudo ventral, mientras que *O. sylviarum* y *D. gallinae* solo tienen dos pares de estas sedas en el escudo ventral, con el tercer par sobre el tegumento detrás del escudo (16).

3.5 *Toxocara vitulorum*

En términos generales, la observación macroscópica de los especímenes 5 y 6 revela la presencia de dos gusanos alargados con cuerpos cilíndricos. La disparidad en tamaño es evidente, siendo considerablemente más grande, la hembra con una longitud de 37 cm, superando al macho que mide 25 cm, lo que facilitó su diferenciación (Figura 8). También se destaca una cola en forma de gancho en el caso del macho lo que evidencia de que es un parásito adulto. Además, al examinar a nivel microscópico, se nota la presencia de una cutícula y la ligera estrechez del cuerpo en dirección a las cavidades. Se distinguen tres labios en la región cefálica, adoptando la forma de una cabeza. Estas características permiten clasificar al espécimen como un nemátodo perteneciente a la superfamilia Ascaridoidea. Dada la ubicación en un hospedador bovino y sus características morfológicas, se concluye que se trata de un Ascaroide del género *Toxocara*, específicamente de la especie *vitulorum*.

Figura 8. Especimen 6: *T. vitulorum*.



Nota: Especimen 5 y 6: Vista macroscópica de posible *T. vitulorum* hembra (A) y macho (B), boca(a), cutícula (b), labios(c), cola (d), ano (e).

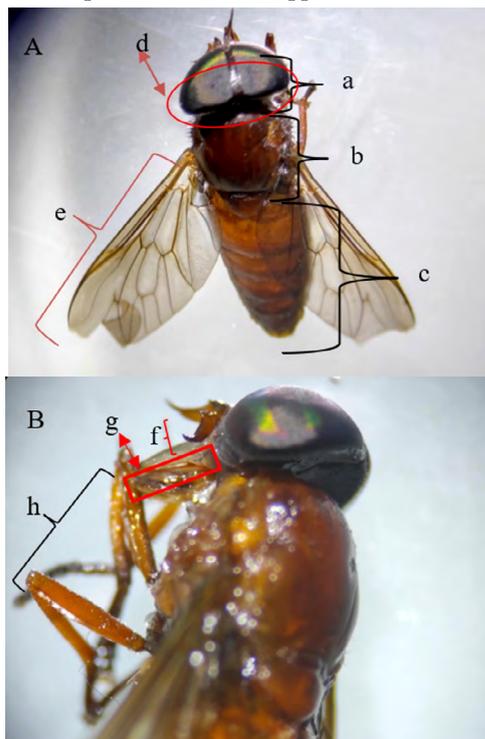
Este hallazgo concuerda con lo expuesto por los autores en su artículo sobre la presencia de *T. vitulorum* en

terneros (17). Según la información, este nemátodo de la super familia Ascaridae se encuentra parasitando el intestino delgado del búfalo (*Bubalus bubalis*) y bovinos, principalmente en regiones tropicales y subtropicales (17). Además, en dicho estudio, se recolectaron tanto hembras como machos, con una longitud promedio de $22,2 \pm 4,12$ cm. Se observó que las hembras ($25,8 \pm 1,39$ cm) presentaban una longitud media superior, en contraste con el género opuesto ($17,7 \pm 0,72$ cm). La extremidad cefálica alberga tres dientes denticulados, los que se pudieron distinguir más anchos en la base que en el extremo delantero, distinguiéndose la ubicación del primero de manera dorsal y los otros dos ventrolateral. La cutícula, notablemente delgada, permitió la visualización de los órganos internos en la región abdominal, característica taxonómica relevante para *T. vitulorum*.

3.6 *Tábano spp.*

A nivel macroscópico, las imágenes evidencian que el espécimen 7 corresponde a un insecto considerablemente más grande que una mosca común (Figura 9), destacándose por una cabeza prominente con ojos de tonalidad verde. Posee antenas cortas y dos alas semi traslúcidas con sutiles tonos oscuros, mientras que su cuerpo exhibe una variación de colores entre marrón y amarillo, con franjas negras. Mide 2 cm de longitud. Estas características morfológicas permiten clasificar al insecto en la familia *Tabanidae*.

Figura 9. Especimen 7: *Tábano spp.*

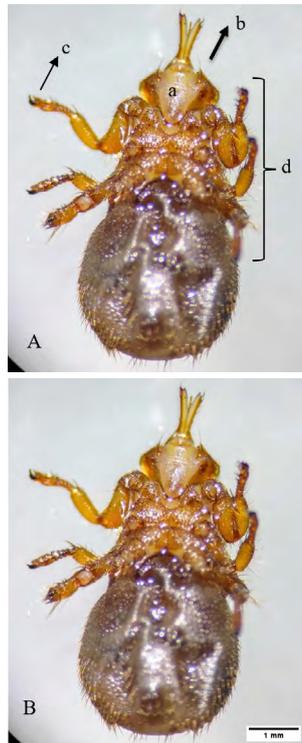


Nota: Vista dorsal del insecto (A), Vista lateral (B), imagen a escala de *Tábano spp.* (tamaño real aproximadamente 2 cm) (C), cabeza (a), tórax (b), abdomen (c), ojos compuestos (d), ala (e), antenas (f), probóscide (g), patas (h).

De acuerdo con la bibliografía (18), los tábanos son insectos de gran tamaño, alcanzando hasta 2,5 cm, con coloración generalmente oscura, aunque algunas especies pueden presentar tonalidades pardas o amarillentas. La distintiva morfología de estos dípteros se basa en una cabeza notoriamente grande en relación con el cuerpo, sobresaliendo lateralmente, y unas grandes alas con una nerviación que forma 5 celdas marginales paralelas. Es importante resaltar que son las hembras las que se alimentan de sangre, llevando a cabo el ciclo gonotrófico, y suelen atacar a ganado caballar, bovino, ovino o porcino, aunque también pueden afectar al ser humano y otros animales domésticos (18). Estos tábanos son reconocidos por su actividad vigorosa y habilidades de vuelo, permitiéndoles recorrer extensas distancias en busca de hospedadores, sobre los cuales permanecen por períodos relativamente cortos durante la hemosucción (18).

3.7 *Melophagus ovinus*

Macroscópicamente, el espécimen 8 fue identificado como *M. ovinus*. Entre los rasgos se pudo observar que tiene un cuerpo robusto y redondeado, de color marrón. La mandíbula es ancha, la cabeza es moderadamente reducida y está equipada con antenas cortas. Está cubierto de pelos con tres pares de patas articuladas, cada una con un par de uñas en forma de ganchos (Figura 10). Además, este parásito se clasifica como díptero, pero no se observa la presencia de alas, lo que es muy particular en la especie. Se denomina como “la falsa garrapata” debido a su morfología muy semejante a este grupo, no obstante, esta tiene tan sólo 3 pares de patas, lo que permite su identificación.

Figura 10. *Espécimen 8: M. ovinus.*

Nota: *M. ovinus* vista dorsal (A), imagen a escala de *M. ovinus* (tamaño real aproximadamente 7 mm) (B), cabeza con mandíbula ancha (a), antenas cortas (b), par de uñas en forma de ganchos (c), tres pares de patas (d).

Según bibliografía se establece que *M. ovinus* tiene un tegumento bastante fuerte y adaptable, posee un largo de aproximadamente 5 a 7 mm. También, tiene una cabeza reducida pero ancha, ojos posicionados del lado lateral, antenas pequeñas, que sirven como receptores y que posibilitan los movimientos de rotación, sustancial para su desplazamiento sobre el hospedador, el ovino, conjuntamente, posee un aparato bucal de carácter picador succionador (19).

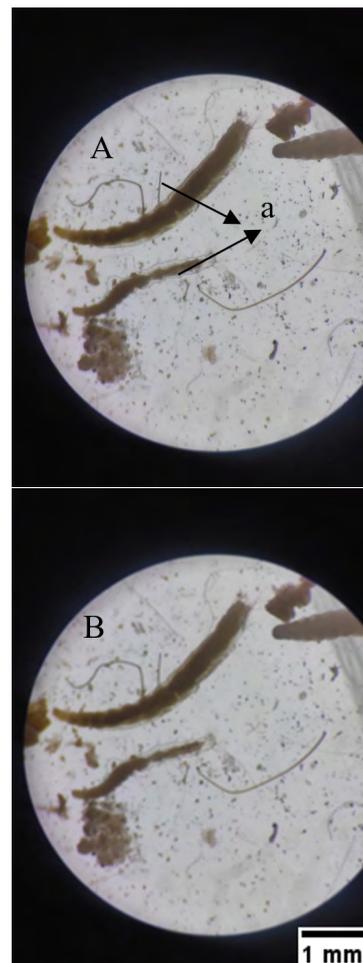
Presenta un tórax con una coloración café, su abdomen es ancho y, está protegido con una gran cantidad de pelos ásperos que a su vez son muy cortos (20). Tiene tres pares de patas corpulentas y articuladas, cada una con un par de uñas a manera de ganchos; que ayudan para su adherencia en el vellón (21), lo que coincide con las características observadas.

3.8 *Ctenocephalides felis*

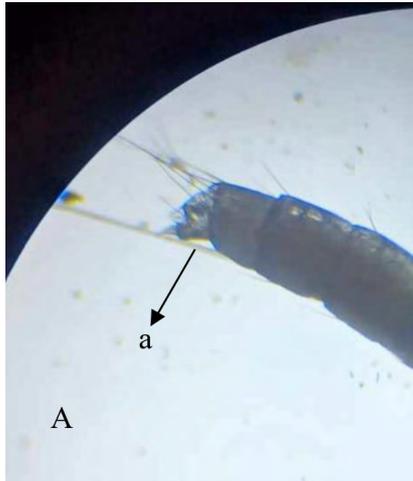
El espécimen 9 fue aislado del hábitat de un gato doméstico. Las características macroscópicas indican que el espécimen 9 corresponde a *C. felis*, específicamente, en estado larvario. Estas larvas se distinguen por su forma de gusano, su color blanco

perla, la ausencia de ojos y patas, y la presencia de numerosas cerdas gruesas a lo largo de su cuerpo, especialmente en los segmentos abdominales (Figura 11). Tienen una cabeza bien desarrollada, equipada con un par de mandíbulas para la masticación y un par de glándulas mandibulares que producen seda para la construcción del capullo pupal (Figura 12) (22). Este parásito cuenta con tres estadios larvarios donde las larvas recién nacidas miden 1 a 2 mm, mientras que las larvas que se encuentran plenamente desarrolladas miden 4 a 5 mm de largo, lo que indica que las larvas observadas corresponden al estadio 3 (Figura 11) (23).

Por otro lado, aunque la apariencia de las larvas de *Ctenocephalides canis* y *C. felis* se confirma la presencia de la especie *felis* debido a que se encuentra en hospedadores como gatos, perros y humanos, a diferencia de la especie *canis*, que es exclusiva del perro (24).

Figura 11. *Espécimen 9: C. felis.*

Nota: Larvas con forma de gusano (A), imagen a escala de *C. felis* (tamaño real aproximadamente 4 mm) (B), cerdas alrededor del cuerpo (a) y ausencia de ojos y patas.

Figura 12. *Espécimen 9: Cabeza de C. felis.*

Nota: Vista cercana de la cabeza de *C. felis* (A), mandíbulas para la masticación (a).

4. CONCLUSIONES

En conclusión, el trabajo realizado ha permitido identificar una variedad de parásitos de importancia veterinaria mediante observaciones morfológicas detalladas. Estos especímenes, concurrentes en distintas especies animales y en distintos ambientes, figuran un peligro significativo para la salud y el bienestar de los hospedadores, así como para la producción agropecuaria y la preservación de los hábitats naturales. La identificación adecuada de los parásitos es decisiva para la implementación de estrategias de control seguras y para la prevención de enfermedades tanto en humanos como en animales. En estas circunstancias, aun cuando la identificación morfológica constituye un medio económico, se sugiere incorporar tecnologías avanzadas, como los medios moleculares o la microscopía electrónica, que permitirían incrementar el nivel de precisión en el análisis parasitológico.

5. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Molina, C. Parásitos y medio ambiente. Sevilla: Universidad de Sevilla; 2020.
- Charlier, J, Van der Voort, M, Kenyon, F, Skuce, P, Vercruyse, J. Persiguiendo helmintos y su impacto económico en los rumiantes de granja. *Revista Tendencias en Parasitología*. 2014;30(7):361-367. DOI: 10.1016/j.pt.2014.04.009.
- Dado, D, Izquierdo, F, Vera, O, Montoya, A, Mateo, M, Fenoy, S, Galván, A, García, S, García, A, Aránguez, E, López, L, Águila, C, Miro, G. Detección de parásitos intestinales zoonóticos en parques públicos de España. Posible papel epidemiológico de los microsporidios. *Zoonosis y salud pública*. 2011;59(1), 23-28. DOI:10.1111/j.1863-2378.2011.01411.x
- Pérez, G. Los parásitos en el estudio de la biodiversidad: ¿héroes o villanos? *Sociedad Científica Mexicana de ecología*. 2020; 12-14.
- Cachique, M. Factores ambientales y prevalencia de parasitosis gastrointestinales en mamíferos silvestres en cautiverio del complejo turístico de Quistacocha. Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana; 2017.
- Nava, S, Mastropaolo, M, & Mang, A. Guía para el control de los parásitos externos en bovinos de carne del área central de Argentina. *Sitio Argentino de Producción Animal*. 2020. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/parasitarias/Bovinos_garrapatas_tristeza/149-garrapata.pdf
- The Center for Food Security & Public Health. *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. [Internet]. 2007. Disponible en: https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/boophilus_microplus-es.pdf
- Salinas E, Bautista C, Martínez F, García M, Rodríguez S & Cossío R. *Rhipicephalus microplus*: Clasificación gruesa, identificación morfológica y ciclo de vida. En: Cossío R, Miranda E y Kumar S, editores. *Manual de laboratorio sobre Rhipicephalus microplus*. Editorial Cambridge Schoolars; 2023. p.13-22.
- Rubio M, Gaxiola S, Enríquez I, Cota S, Castro N. *Rhipicephalus sanguineus* en caninos en Sinaloa, México. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*. 2015;16(3):1-10.
- Llória M. Garrapatas-Parásitos animales. *Farmacia Profesional*. 2002;16(5):73
- Cervantes M, Masgo D, Ramírez L, Álvarez G, Vásquez A, Gómez L, Hoyos L. Identificación morfológica y molecular de garrapatas colectadas de perros (*Canis lupus familiaris*) con ehrlichiosis en Chiclayo, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2020; 31(2). Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172020000200035
- Mayorga B. Determinación de la presencia de *Macracanthorhynchus hirudinaceus* en cerdos que se despostan en el Camal Municipal de la Ciudad de Babahoyo. [Tesis]. Universidad Técnica de Babahoyo. 2014. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/696/T-UTB-FA-CIAG-MVYZ-000013.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

13. Pillacela N. Prevalencia de parásitos gastrointestinales en cerdos en el cantón Saraguro de la provincia de Loja, Ecuador. Universidad técnica particular de Loja. 2018.
14. Pavlovic I. *Dermanyssus gallinae* en la producción avícola. [Tesis]. Albeitar. 2014. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Ivan-Pavlovic-3/publication/266557853_Dermanyssus_gallinae_en_la_produccion_avicola/links/543c28c50cf24a6ddb9812d1/Dermanyssus-gallinae-en-la-produccion-avicola.pdf
15. George D, Finn R, Graham K, Mul M, Maurer V, Moro L, Sparangano O. ¿Debería el ácaro rojo de las aves de corral *Dermanyssus gallinae* ser una preocupación más amplia para la ciencia médica y veterinaria? Parte de la naturaleza Springer. 2015.
16. Romero, G, Calderón, N. Dermatitis Parasitaria en Aves de Traspatio. Revisión Bibliográfica. Revista Los Avicultores y su Entorno. 2015;134.
17. Olmos LA-C. Presencia de *Toxocara vitulorum* en terneros lactantes de la localidad de Guachipas, provincia de Salta. Revista de medicina veterinaria. 2021;102(2):10-13. Disponible en: [https://www.someve.com.ar/images/revista/2021/Vol102\(2\)/Pag-10-13-Olmos.pdf](https://www.someve.com.ar/images/revista/2021/Vol102(2)/Pag-10-13-Olmos.pdf)
18. Fundación IO. Tábanos - Fundación iO. [Internet]. 2020. Disponible en: <https://fundacionio.com/salud-io/one-health/entomologia-para-todos/tabanos/>
19. Ramos R, Delgado M, Castaneda G, Cuellar J. Efecto de la anemia causada por *Melophagus ovinus* en corderos. CENID Microbiología. 1993;226.
20. Sievers G. Arachno - Entomología. Parasitología general. 2004:16-17.
21. Bulman M, Lamberti J. *Melophagus ovinus*. Manual Técnico. Buenos Aires Argentina: AAPAVET (Asociación Argentina de Parasitología Veterinaria). 2001.
22. Durden LA, Traub R. Pulgas (Siphonaptera). En: Mullen GR, Durden LA, editores. Entomología Médica y Veterinaria. Cambridge: Academic Press; 2002. p. 103-125.
23. Beaucournu, J, Gómez, M. Orden Siphonaptera. Revista IDEA. Revista Ibero Entomológica Accesible [Internet]. 2015;1(61):1-11. Disponible en: http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_61A.pdf
24. García L, Suárez E. Caracterización y control de especies de pulgas de importancia veterinaria para la salud animal y pública. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria [Internet]. 2010;11(6):1-18. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63613171008>

USO DE ACEITES ESENCIALES EN LA CONSERVACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS

USE OF ESSENTIAL OILS IN THE PRESERVATION OF FRUITS AND VEGETABLES

	¹ Aguar Santiago *	saguiar@uea.edu.ec
	¹ Chicaiza Edgar	echicaiza@uea.edu.ec

¹ Universidad Estatal Amazónica, Facultad Ciencias de la tierra, Carrera de Ingeniería Agroindustrial.

E-mail: * saguiar@uea.edu.ec

RESUMEN

Los aceites esenciales han sido muy demandados en las últimas décadas debido a sus propiedades antioxidantes y antimicrobianas, los cuales protegen los alimentos de su deterioro. El objetivo de la presente investigación fue realizar una revisión bibliográfica sobre el uso de aceites esenciales en la conservación de frutas y hortalizas en su poscosecha, para ello se llevó a cabo una búsqueda sistemática de información coherentes al tema mediante la metodología prisma. Se usaron bases bibliográficas y motores de búsqueda como Redalyc, SciELO, PubMed, Google académico, tesis de pregrado y posgrado. Se seleccionaron artículos publicados en los últimos 5 años. Se eligieron un total de 38 estudios de los cuales 22 fueron para aceites esenciales usados en frutas y 16 para hortalizas. Las concentraciones in vitro aplicadas de aceites esenciales en frutas según distintos autores, varían desde 0,08 hasta 1,5% y en hortalizas varían desde 0,1 hasta 0,7%. Los principales microorganismos causantes del deterioro sobre los cuales se han realizadas las investigaciones fueron *Botrytis*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Colletotrichum*, *Fusarium* y *Rhizopus*. Los componentes mayoritarios que más se han encontrado en aceites esenciales son α -pinene terpineol, myrcene y Linalool. El uso de aceites esenciales de *Lavandula angustifolia* y *Phlomis grandiflora* presentaron un porcentaje de inhibición del 91% en frutas y el aceite esencial de *Cymbopogon winterianus* en hortalizas con una inhibición del 90%. Los aceites esenciales tienen un alto potencial para ser usados como antimicrobianos y representan una alternativa para reemplazar compuestos sintéticos que amenazan al ecosistema y a la salud del consumidor. Por otro lado, la elevada hidrofobicidad y el impacto fuerte de los aceites esenciales sobre las propiedades organolépticas de los alimentos suponen un desafío

considerable para su utilización directa sobre alimentos, lo cual futuras investigaciones podrían centrarse en la búsqueda de alternativas como la encapsulación de estos aceites para dar solución a este problema.

Palabras clave: *Microorganismos, deterioro, vida útil, técnicas de extracción, in vitro.*

ABSTRACT:

Essential oils have been in great demand in recent decades due to their antioxidant and antimicrobial properties, which protect foods from spoilage. The objective of this research was to carry out a literature review on the use of essential oils in the postharvest preservation of fruits and vegetables, for which a systematic search of information consistent with the topic was carried out using the prism methodology. Bibliographic bases and search engines such as Redalyc, SciELO, PubMed, Google Scholar, undergraduate and graduate theses were used. Articles published in the last 5 years were selected. A total of 38 studies were chosen, of which 22 were for essential oils used in fruits and 16 for vegetables. The in vitro concentrations of essential oils applied in fruits, according to different authors, vary from 0.08 to 1.5% and in vegetables from 0.1 to 0.7%. The main spoilage-causing microorganisms investigated were *Botrytis*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Colletotrichum*, *Fusarium* and *Rhizopus*. The major components found in essential oils are α -pinene terpineol, myrcene and Linalool. The use of essential oils of *Lavandula angustifolia* and *Phlomis grandiflora* showed an inhibition percentage of 91% in fruits and the

essential oil of *Cymbopogon winterianus* in vegetables with an inhibition of 90%. Essential oils have a high potential to be used as antimicrobials and represent an alternative to replace synthetic compounds that threaten the ecosystem and consumer health. On the other hand, the high hydrophobicity and the strong impact of essential oils on the organoleptic properties of foods pose a considerable challenge for their direct use on food, so future research could focus on the search for alternatives such as encapsulation of these oils to solve this problem.

Keywords: *Microorganisms, spoilage, shelf life, extraction techniques, in vitro.*

1. INTRODUCCIÓN

La recolección de alimentos, la estabilidad, el uso y, lo más importante, la conservación de los alimentos para evitar una mayor contaminación son actualmente los cuatro pilares de la seguridad alimentaria. Los microorganismos y las toxinas que producen son una de las principales causas del deterioro de los alimentos y de la inseguridad alimentaria, ya que tienen efectos a largo plazo en cadenas y redes alimentarias enteras (1). Por otra parte, las frutas y verduras frescas son altamente perecederas, siendo muy susceptibles a sufrir daños físicos, fisiológicos y bioquímicos, durante el manejo, donde su calidad se ve reducida, lo cual impacta negativamente en su comercialización (1,2). Se ha encontrado que las especies como *Alternaria Alternata* y *Aspergillus* son los principales patógenos fúngicos que producen enfermedades que afecta durante el cultivo y postcosecha; causando enfermedades en hojas, tallos y frutos, como mancha negra, necrosis y antracnosis (3).

Para contrarrestar los efectos de estos fitopatógenos se utilizan fungicidas los cuales tienen impactos negativos al ecosistema y a nivel sanitario como: Mancozeb, Oxicloruro de cobre, Hidróxido de cobre, Difenconazol, Propiconazol, Myclobutani, Carbendazim, Tiofanato de metilo y Benomilo, con la finalidad de prolongar su duración en la etapa de almacenamiento (4). En la actualidad, la industria alimentaria está explorando opciones más amigables con el medio ambiente y la salud en donde para controlar, enfermedades en cultivos y postcosecha donde se presentan alternativas promisorias como los aceites Esenciales (AEs) contra microorganismos fitopatógenos donde su uso es una posible solución a la utilización de compuestos químicos como aditivos alimenticios y fungicidas (5).

Existen estudios de 2500 especies vegetales que presentaron actividades biológicas frente alguna plaga y enfermedad (6). En particular los Aes son de naturaleza biodegradables lo que representan una alternativa amigable y sostenible para la conservación de los alimentos, sirviendo, como un soporte a la inocuidad alimentaria y alternativa de uso de plaguicidas sintéticos (2). Los AEs son componentes líquidos volátiles que se encuentran principalmente en las hojas de las plantas que contienen las sustancias responsables de los aromas característicos de las plantas con compuestos fenoles, aldehídos, cetonas, los alcoholes, ésteres o hidrocarburos con una notable propiedad antimicrobiana cuando se prueban por separado y, por lo tanto, la actividad resulta de las complejas interacciones entre las diferentes clases de compuestos (1),(3),(7).

Se estima que alrededor del 60% de los AEs presentes en plantas medicinales, hierbas y especias poseen propiedades antifúngicas. El *carvacrol* es el fitoconstituyente mayoritario del Aceite Esencial (AE) de orégano y de otras plantas aromáticas como *Thymus pulegioides* que posee efecto antifúngico frente diferentes especies de *Aspergillus*; siendo así, se puede considerar que los AEs de *Cinnamomum zeylanicum*, *Eugenia caryophyllata*, *Origanum vulgare*, y los fitoconstituyentes *carvacrol* y *eugenol* poseen efecto antifúngico sobre las cepas de *A. flavus* y *Aspergillus* sección *Nigri* (2).

La búsqueda actual de nuevas direcciones de las actividades biológicas o terapéuticas de las sustancias vegetales con estructuras conocidas incluye AE de tomillo y timol. Estudios novedosos han demostrado sus propiedades antifúngicas, anticancerígenas (8). Uno de los principales compuestos del AE de tomillo es el timol que se han utilizado durante mucho tiempo en la medicina tradicional como expectorante, antiinflamatorio, agentes antivirales, antibacterianos y antisépticos (8).

Por lo tanto, conocer sobre el uso de AEs en diferentes sectores de producción, especialmente en la industria alimentaria, se convierte en una alternativa amigable y sostenible, que permita neutralizar la contaminación y prolongar la conservación de las frutas y verduras. En este contexto, los AEs puede afectar, la actividad biológica y minimizar los efectos adversos de los microorganismos. Por tanto, este estudio se centrará en el uso de AEs en la inhibición de fitopatógenos en la conservación de frutas y hortalizas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS / METODOLOGÍA

Esta investigación es una revisión bibliográfica la cual se realizó mediante la metodología prisma y se fundamentó en la búsqueda de artículos, libros y revistas científicas referentes al uso de AEs en la conservación de frutas y hortalizas. Las fuentes de investigación fueron seleccionadas de artículos de libros, tesis, revistas tales como Redalyc, SciELO, PubMed, Google académico, Repositorios digitales, Donde se utilizó el gestor bibliográfico “Mendeley” para citar cada uno de los artículos. Los criterios utilizados para la selección y recopilación de datos fueron los siguientes: fecha de publicación, con un intervalo de tiempo de los últimos 5 años, por otro lado, se escogió artículos que contengan información respecto al tema (AEs en conservación de frutas y hortalizas), (propiedades antifúngicas y antibacterianas). Las palabras claves utilizadas fueron “essential oil”, “properties of essential oils”, “antifungal activity”, “microbacterial activity” y su respectiva traducción al español-castellano.

En la primera búsqueda se combinaron las palabras claves, estos documentos fueron analizados minuciosamente bajo los criterios de evaluación (artículos científicos donde se demuestre la capacidad antifúngica y antimicrobiana de diferentes AEs). Se seleccionaron trabajos científicos de los cuales se pudo

respaldar la información para desarrollar la base de datos de la presente revisión bibliográfica. Las razones por las cuales se descartaron algunos artículos fueron porque no cumplían nuestros parámetros de evaluación de estudio: rebasaban la fecha límite de búsqueda, no demostraban las propiedades antifúngicas y/o antibacterianas de los aceites esenciales AEs de diferentes plantas, no contaban con respaldo necesario para referenciar el trabajo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 1 muestra los resultados encontrados sobre AEs usados para conservar frutas y hortalizas. Se seleccionaron un total de 38 estudios, 18 en Google académico, 7 en Scielo, 4 en Redalyc y 3 en PubMed, así mismo, se usaron 6 tesis, 2 de pregrado y 4 de posgrado. Del total de investigaciones, 22 fueron para aceites esenciales usados en frutas y 16 para hortalizas. En el año 2018 se encontró la mayoría de las investigaciones (13), seguido por 2019 (8), luego 2021 (7), después 2022 (6) y finalmente 2020 (4). El mayor número de estudios se encontró en Brasil (7), seguido por Nicaragua (6), luego México, Guatemala y Jamaica (4 estudios para cada país), después Italia y Perú (3 estudios para cada país), seguido de Ecuador, Angola y Honduras (2 estudios por país) y finalmente Francia (1)

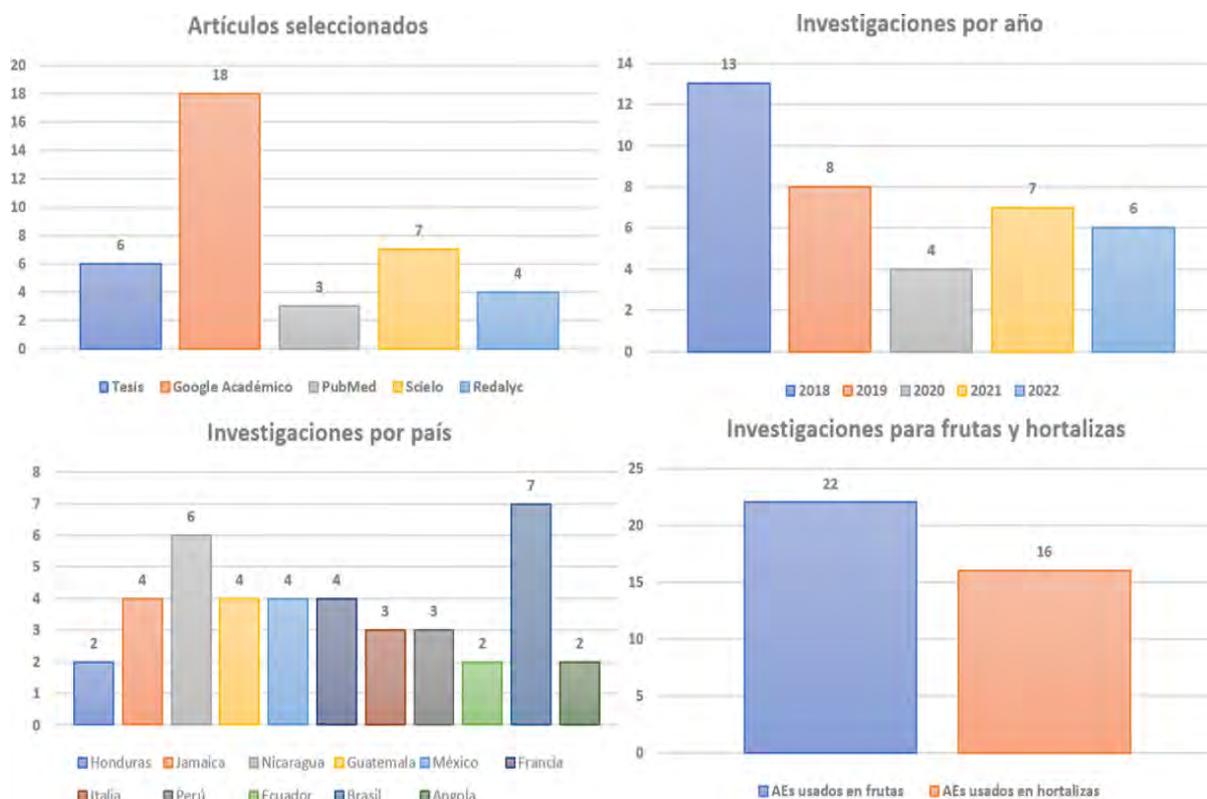


Figura 1. Investigaciones sobre aceites esenciales para conservar frutas y hortalizas.

Tabla 1. Aceites esenciales usados en la conservación de frutas.

Especie	Parte usada	Técnica de extracción	Componentes principales (%)	Concentración (%)	Experimento	Microorganismo	Inhibición (%)	Autor
<i>Lippia sidoides</i>	hojas	arrastre con vapor	Thymol (68,22), p-cymene (9,43), trans-Caryophyllene (7,72)	0,6	In vitro	-Rhizopus -Bacillus -Micrococcus	74	(9)
<i>Lavandula angustifolia</i>	hojas	Arrastre con vapor	Linalyl acetate (48,45), Linalool (39,31), Lavandulyl acetate (2,17)	1,1	-	-Fusarium -Botrytis -Penicillium	91	(10)
<i>Melaleuca alternifolia</i>	hojas	Solvente volátil	Terpinen-4-ol (42,20) terpinene (21,38) terpinene (10.19%)	0,1	In vitro	-Alternaria -Sclerotina -Corineformes	88	(11)
<i>Azorella cryptantha</i>	hojas	Fluido supercrítico	α -pinene (21,9), α -thujene (12,5), δ -cadinene (8,6)	0,09	In vitro	-Fusarium -Rhizopus -Alternaria	79	(12)
<i>Origanum vulgare</i>	hojas	Arrastre con vapor	γ -terpinene (31,7), β -ocimene (16,0), γ -ocimene (11,7)	0,15	In vitro	-Alcalígenes -Psudomonas -Bacillus	69	(13)
<i>Melaleuca cajuputi</i>	hojas	Arrastre con vapor	Cineole (64,83) terpineol (11,19) Linalool (3,21)	0,2	-	-Fusarium -Psudomonas -Rhizopus	62	(14)
<i>Eugenia florida</i>	Hojas y tallos	Arrastre con vapor	oxygenated sesquiterpenes (44,08), hydrocarbon sesquiterpenes (44,06), selina-3,11-dien-6-ol (12,93)	0,08	In vitro	-Alternaria -Sclerotina -Corineformes	-	(15)
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Hojas	Arrastre con vapor	β -Cubebeno (28,74), β -Pino (24,19), Elixeno (11,04)	0,3	In vitro	-Rhizopus -Bacillus -Micrococcus	86	(18)
<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	hojas	Arrastre con vapor	trans-Cinnamaldehyde (66,43), 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl (7,61), Eucalyptol (6,63)	0,3	In vitro	-Fusarium -Micrococcus -Rhizopus	72	(9)
<i>Myrcia Multiflora</i>	hojas	Fluido super crítico	oxygenated sesquiterpenes (92,78), (E)-nerolidol (92,21), hydrocarbon sesquiterpenes (59,84)	1,5	In vitro	-Xanthomonas -Erwinia -Penicillium	90	(15)
<i>Thymus satureioides</i>	Hojas	Arrastre con vapor	Borneol (29,3), α -Terpineol (15,9), Carvacrol (7)	0,5	-	-Alternaria -Rhizopus -Corineformes	-	(15)
<i>Humulus lupulus</i>	hojas	Arrastre con vapor	myrcene (33,2), α -humulene (23,1), β -farnesene (14,8)	0,1	-	-Sclerotinia -Botrytis -Fusarium	65	(16)
<i>Origanum syriacum</i>	hojas	hidrodestilación	β -myrcene (21,9), carvacrol (19,2), anisaldehyde (7,6)	0,7	In vitro	-Alternaria -Sclerotina -Corineformes	-	(17)
<i>Juniperus oxycedrus L</i>	hojas	hidrodestilación	α -pinene (56,63) limonene (14,66) β -pinene (13,42)	0,5	In vitro	-Fusarium -Micrococcus	-	(2)
<i>Thymus cappadocicus</i>	hojas	Arrastre con vapor	thymol (70,8), p-cymene (9,5), γ -terpinene (9,3)	0,3	In vitro	-Bacillus -Erwinia	49	(19)

<i>Thymus zygis</i>	Hojas	Arrastre con vapor	linalool (39,2), (E)-sabinene hydrate (18,2), terpinen (11)	0,1	In vitro	-Rhizopus -Fusarium -Micrococcus	-	(20)
<i>Coriandrum sativum</i>	Hojas	Arrastre con vapor	(E)-2-decanal (29,9), linalool (21,6), (E)-2-dodecenal (7,3)	0,5	-	-Alternaria -Fusarium -Aureobasidium	57	(3)
<i>Pistacia vera</i>	Frutos	Arrastre con vapor	α -pinene (75,6), β -pinene (9,5), trans-verbenol (3,0)	0,9	In vitro	-Xanthomonas -Erwinia -Penicillium	83	(21)
<i>Cupressus sempervirens</i>	Hojas y tallos	Arrastre con vapor	α -pinene (35,6), transpinocarveol (5,2), phellandrene (4,7)	0,1	In vitro	-Bacillus -Botrytis -Fusarium	77	(20)
<i>Phlomis grandiflora</i>	Hojas	Arrastre con vapor	β -eudesmol (42), α -eudesmol (16,1), caryophyllene (3,2)	1,2	In vitro	-Alternaria -Rhizopus -Corineformes	91	(21)
<i>Artemisa annua</i>	hojas	Fluido supercrítico	ketone (24), camphor (17,7)	0,1	In vitro	-Sclerotinia -Botrytis -Fusarium	-	(22)

En la tabla 1 se muestran los resultados de AEs utilizados en la conservación de frutas, donde se describe la especie y parte utilizada, técnica de extracción, componentes principales de los AEs, concentración aplicada del AE, tipo de experimento, microorganismos sobre los cuales actúa el AE, porcentaje de inhibición y el autor.

Las diferentes investigaciones muestran que la parte más usada para obtener AE son las hojas, así mismo, la técnica más empleada ha sido, la extracción por arrastre de vapor, esta técnica se caracteriza por ser sencilla de emplear y además se consiguen mejores rendimientos en comparación con otras técnicas como la extracción con solventes orgánicos o fluidos supercríticos.

Los componentes principales varían en función de cada especie, los que más se han encontrado son: α -pinene, linalool y el terpineno. Las concentraciones in vitro aplicadas de los AEs según los distintos autores, varían desde 0,08 hasta 1,5% y los principales microorganismos sobre los cuales se han realizado los estudios están *Botrytis*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Colletotrichum*, *Fusarium* y *Rhizopus*.

Por otro lado, el porcentaje de inhibición varía según la concentración y tipo de aceite aplicado, en este sentido, los mejores resultados han sido reportados por (21) y (10) con un porcentaje de inhibición del 91% aplicando AEs de *Lavandula angustifolia* y *Phlomis grandiflora* en concentraciones de 1,1 y 1,2 % respectivamente. Los porcentajes de inhibición reportados por (19), (25) y (18) aplicando la misma concentración de 0,3%, fueron respectivamente 86,

72 y 49%, estas diferencias pueden deberse al poder antimicótico que tienen los componentes principales de cada AE.

(20) Indican que estos microorganismos *Botrytis*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Colletotrichum*, *Fusarium* y *Rhizopus* son los responsables de afectar el valor nutricional, propiedades organolépticas y aspecto físico de las frutas. Según (23) microorganismos como la *Alternaria* y *Rhizopus* tienen el potencial de ser alérgenos y tóxicos, debido a que originan sustancias que se depositan en la fruta, invaden y frecuentemente realizan una colonización masiva en los tejidos celulares causando daño y como consecuencia de este metabolismo secundario segregan sustancias tóxicas.

Una investigación realizada por, (10) demostró que las aplicaciones de varios AE sobre frutas frescas ayudan a prevenir la degradación fisiológica del peso, así mismo, (21) demostró el poder antimicótico de diferentes AE aislando microorganismos del género *Penicillium* y *Alternaria* y aplicando sobre estos, concentraciones que van desde 0,5 a 1,2 μ L/mL. Por otro lado, (15) logró inhibir el crecimiento de *Colletotrichum* y *Rhizopus* hasta en un 97%, aplicando AE obtenidos de *Pistacia vera*, *Myrcia multiflora*, *Citrus aurantifolia*, *Thymus satureioides* y *Lippia sidoides*.

Diferentes autores han investigado el uso de AEs en la conservación de hortalizas y han conseguido resultados importantes para la industria alimentaria. A continuación, se presenta la tabla 2 con los diferentes AEs utilizados en la conservación de hortalizas.

Figura 2. Aceites esenciales usados en la conservación de hortalizas

Especie	Parte usada	Técnica de extracción	Componentes principales (%)	Concentración (%)	Experimento	microorganismo	Inhibición (%)	Autor
<i>Mentha spicata</i>	hojas	hidrodestilación	carvone (58,9), limonene (27,3), pulegone (2,8)	0,17	-	- <i>Trichoderma</i> - <i>Phoma</i> - <i>Cladosporium</i>	77	(24)
<i>Tanacetum vulgare</i>	Hojas	Fluido supercrítico	aristolone (40,3), cuparene (10,9), β -gurjunene (6,4)	0,3	In vitro	- <i>Alternaria</i> - <i>Rhizopus</i> - <i>Corineformes</i>	-	(25)
<i>Mentha longifolia</i>	Hojas	Arrastre con vapor	pulegone (67), menthofuran (10,9), 1, 8-cineole (4,1)	0,9	In vitro	- <i>Alternaria</i> - <i>Trichoderma</i> - <i>Phoma</i>	82	(24)
<i>Cupressus sempervirens</i>	Hojas y tallos	Arrastre con vapor	α -pinene (35,6), transpinocarveol (5,2), α -phellandrene-8-ol (4,7)	0,1	In vitro	- <i>Trichoderma</i> - <i>Phoma</i> - <i>Cladosporium</i>	77	(26)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	hojas	Arrastre con vapor	α -phellandrene (27,5), β -pinene (23,5), m-cymene (9,5)	0,2	-	- <i>Rhizopus</i> - <i>Fusarium</i> - <i>Micrococcus</i>	-	(19)
<i>Melaleuca cajuputi</i>	hojas	Arrastre con vapor	Cineole (64,83) terpineol (11,19) Linalool (3,21)	0,2	-	- <i>Marginalis</i> - <i>Bacillus</i> - <i>Clostridium</i>	88	(27)
<i>Cymbopogon citratus</i>	Tallos y hojas	Arrastre con vapor	aristolone (40,3), cuparene (10,9), β -gurjunene (6,4)	0,15	In vitro	- <i>Alternaria</i> - <i>Trichoderma</i> - <i>Phoma</i>	68	(28)
<i>Citrus sinensis</i>	fruto	Arrastre con vapor	β -Cubebeno (28,74), β -Pineneno (24,19), Elixeno (11,04)	0,3	-	- <i>Erwinia</i> - <i>Pseudomonas</i> - <i>Bacillus</i>	74	(29)
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Hojas	Arrastre con vapor	1,8-cineole (32,2), camphor (15,2), α -pinene (14,2)	0,2	In vitro	- <i>Alternaria</i> - <i>Rhizopus</i> - <i>Corineformes</i>	86	(30)
<i>Tagetes mendocina</i>	Hojas	hidrodestilación	(E)- β -ocimene (28,6), (Z)-tagetone (28), (E)-tagetone (11,7)	0,5	In vitro	- <i>Sclerotinia</i> - <i>Botrytis</i> - <i>Fusarium</i>	89	(31)
<i>Cymbopogon winterianus</i>	hojas	Arrastre con vapor	geranial (38,7), neral (28,7), β -myrcene (8,8)	0,7	In vitro	- <i>Rhizopus</i> - <i>Bacillus</i> - <i>Micrococcus</i>	90	(32)
<i>Cymbopogon citratus</i>	hojas	Arrastre con vapor	geranial (38,7), neral (28,5), β -myrcene (8,8)	0,7	-	- <i>Alternaria</i> - <i>Rhizopus</i> - <i>Corineformes</i>	87	(32)
<i>Phlomis grandiflora</i>	Hojas	Arrastre con vapor	β -eudesmol (42), α -eudesmol (16,1), caryophyllene	0,2	-	- <i>Fusarium</i> - <i>Botrytis</i> - <i>Penicillium</i>	-	(33)

<i>Thymus zygis</i>	Hojas	Arrastre con vapor	linalool (39,2), (E)-sabinene hydrate (18,2), terpineol (11,0)	0,4	In vitro	- <i>Rhizopus</i> - <i>Bacillus</i> - <i>Micrococcus</i>	82	(34)
<i>Origanum majorana</i>	Hojas y tallo	Fluido supercrítico	4-terpineol (17,6), transsabinene hydrate (12,8), γ -terpinene (7,9)	0,2	In vitro	- <i>Rhizopus</i> - <i>Botrytis</i> - <i>Micrococcus</i>	71	(35)

Según se muestra en la tabla 2, los componentes mayoritarios varían según la especie, en este sentido lo componentes que más se han encontrado son: terpineol, myrcene y Linalool.

Las concentraciones in vitro aplicadas de los AEs según las diferentes investigaciones, varían desde 0,1 hasta 0,7%. Los estudios de inhibición de agentes deteriorantes por medio de AEs en hortalizas se han realizado sobre *Alternaria*, *Trichoderma*, *Phoma* y *Botrytis*.

Por otro lado, los mejores resultados en lo que se refiere a porcentaje de inhibición, ha sido reportado por (32) dando como resultado un 90% aplicando una concentración in vitro de 0,7% de AE de *Cymbopogon winterianus*.

Según (32) los daños en hortalizas provocados por microorganismos representan desde 5 al 40%, siendo hongos del tipo *Alternaria*, *Rhizopus stolonifer*, *Penicillium italicum* y *Botrytis cinérea*, los que provocan con más frecuencia pérdidas en estos productos. Estos microorganismos causan daños en hortalizas, entran a través del pedúnculo y destruyen el tejido circundante. Los estudios de (32),(33), (26) y (16) han demostrado el efecto antimicótico que poseen los AEs, así mismo, (23) menciona que, gracias a los constituyentes lipofílicos de los AEs el mecanismo de acción de estos es destruir la membrana microbiana, por otro lado, (10) ha indicado que los AE tiene el potencial de provocar variaciones en la morfología de los microorganismos, disminución de las toxinas producidas y daños en la estructuras reproductivas.

(32) Mencionan que, aquellos AE que contienen compuestos como el aristolone, β -eudesmol, 4-terpineol y Terpinen-4-ol son altamente efectivos contra bacterias como: *Alternaria*, *Rhizopus*, *Citrobacter*, *Pseudomona* y *B. cereus*, de igual manera, aquellos aceites que poseen compuestos como caryophyllene oxide (3),(2), Elixeno, β -farnesene y transpinocarveol poseen actividad antimicrobiana contra bacterias gram positivas como *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* y *Listeria monocytogenes* y bacterias gram negativas como *Escherichia coli*, *Klebsiella*

pneumoniae, *Salmonella Yersinia enterocolitica*.

Por otro lado, compuestos como el timol y carvacol presentes en AE de plantas como *Origanum vulgare* L poseen una alta actividad antimicrobiana contra bacterias gram positivas y negativas (27) no obstante, compuestos como el g-terpineno y r-cimeno presente en varios AEs han demostrado tener una baja actividad contra las bacterias anteriormente mencionada.

(2) Han indicado que las concentraciones mínimas inhibitorias de AE para mitigar el crecimiento de microorganismos varían principalmente por el tipo de aceite y las condiciones a las cuales han sido extraídos, en este sentido, (30) mencionan que en bacterias las concentraciones van desde 0,28 a 1,27 mg/mL y para hongos de 0,65-1,27 mg/mL.

4. CONCLUSIONES

-Se realizó un análisis sobre uso de AEs en la conservación de frutas y hortalizas en su poscosecha. Los estudios de inhibición de agentes deteriorantes por medio de AEs en frutas y hortalizas se han realizado sobre *Botrytis*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Colletotrichum*, *Fusarium* y *Rhizopus*.

-Los mejores resultados en lo que se refiere a porcentaje de inhibición en frutas, se obtuvieron empleando los AEs de *Lavandula angustifolia* y *Phlomis grandiflora* inhibiendo hasta el 91% del crecimiento de microorganismos, y en hortalizas *Cymbopogon winterianus* inhibiendo hasta el 90%.

-Los AEs tienen un alto potencial para ser usados como antimicrobianos y representan una alternativa para reemplazar conservantes químicos que son una amenaza para la salud de los consumidores. Por otro lado, la elevada hidrofobicidad y el impacto fuerte de los AEs sobre las propiedades organolépticas de los alimentos suponen un desafío considerable para su utilización directa sobre alimentos, lo cual futuras investigaciones podrían centrarse en la búsqueda de alternativas como la encapsulación de AEs para dar solución a este problema.

6. AGRADECIMIENTOS

El agradecimiento a las autoridades de la Universidad Estatal Amazónica y la Facultad de Ciencias de la Tierra.

7. CONFLICTO DE INTERESES

Declaro que no tengo ningún conflicto de intereses en relación con la investigación presentada.

8. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Figueroa-Robles A, Antunes-Ricardo M, Guajardo-Flores D. Encapsulation of phenolic compounds with liposomal improvement in the cosmetic industry. *Int J Pharm [Internet]*. 2021;593(120125):120125. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpharm.2020.120125>
2. Ainane, A., Abdoul-latif, F., Mohamed, J., & Ainaane, T. (2020). Chemical composition of *Juniperus communis* L. essential oil and evaluation of its antifungal activity in vitro against *Ascochyta rabiei*. *Journal of Analytical Sciences and Applied Biotechnology*, 4(2), 108–115. <https://doi.org/10.48402/IMIST.PRSM/jasabv4i2.38217>
3. Kačániová, M., Galovičová, L., Schwarzová, M., & Čmiková, N. (2023). Antimicrobial effects of Rosemary essential oil with potential use in the preservation of fresh fruits and vegetables. *Acta Horticulturae Et Regiotechnologiae*, 26(1), 28–34. <https://doi.org/10.2478/ahr-2023-0005>
4. Lee, G., Kim, Y., Kim, H., Beuchat, L. R., & Ryu, J. H. (2018). Antimicrobial activities of gaseous essential oils against *Listeria monocytogenes* on a laboratory medium and radish sprouts. *International Journal Of Food Microbiology*, 265, 49–54. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.11.001>
5. Filipe ACJ, Silva MVF da, Soares BEAS, Ramos GKR, Marques EGF, Santos AA dos, et al. Aplicação de óleo essencial na conservação natural de mangas: uma revisão. *Res Soc Dev [Internet]*. 2022;11(17):e135111738856. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i17.38856>
6. Alarcón, M. E. T., Conde, C. G., y Mendez, G. L. (2019). Extracción, caracterización y actividad antioxidante del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* Labill. *Revista Cubana de Farmacia*, 52(1), 12. <http://www.revfarmacia.sld.cu/index.php/far/article/view/266/206>
7. Rout S, Tambe S, Deshmukh RK, Mali S, Cruz J, Srivastav PP, et al. Recent trends in the application of essential oils: The next generation of food preservation and food packaging. *Trends Food Sci Technol [Internet]*. 2022;129:421–39. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2022.10.012>
8. Asbahani AE, Miladi K, Badri W, Sala M, Addi EHA, Casabianca H, et al. Essential oils: From extraction to encapsulation. *Int J Pharm [Internet]*. 2015;483(1–2):220–43. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpharm.2014.12.069>
9. Filipe ACJ, Silva MVF da, Soares BEAS, Ramos GKR, Marques EGF, Santos AA dos, et al. Aplicação de óleo essencial na conservação natural de mangas: uma revisão. *Res Soc Dev [Internet]*. 2022;11(17):e135111738856. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i17.38856>
10. Teonis S. Revestimentos alternativos na conservação pós-colheita de manga: uma revisão de literatura. *Research, Society and Development*. 2022;3(22):18. Disponible en: <http://releia.ifser-tao-pe.edu.br:8080/jspui/handle/123456789/1081>.
11. Cunha K. Potencial antibacteriano do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* (Maiden & Betche) Cheel e desenvolvimento de filmes ativos para aplicação em alimentos. *Int Res J Pharm*. 2019;4(12):23–43. Disponible en: <http://guaiaica.ufpel.edu.br/xmlui/handle/prefix/4744>.
12. Achimón F, Beato M, Brito V, Peschiutta M, Herrera J, Merlo C, Pizzolitto RP, Zygadlo JA, Zunino MP. Insecticidal and repellent effects of the essential oils obtained from Argentine aromatic flora. *Bol Soc Argent Bot*. 2023;57(4):23. Disponible en: <https://doi.org/10.31055/1851.2372.V57.N4.37995>.
13. Gonçalves, D., Tebaldi, V., Costa, A., Lima, W., & Belan, L. (2021). Reduction of *Fusarium* wilt symptoms in tomato seedlings following seed treatment with *Origanum vulgare* L. essential oil and carvacrol. *Crop Protection*, 141(3), 105–487. <https://doi.org/10.1016/J.CROPRO.2020.105487>.
14. Chaudhari A, Singh V, Das S, Kujur A, Dubey N. Unveiling the cellular and molecular mode of action of *Melaleuca cajuputi* Powell essential oil against aflatoxigenic strains of *Aspergillus flavus* isolated from stored maize samples. *Food Con-*

- trol. 2022;138(3):109. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2022.109000>
15. Pandey A, Chávez-González M, Silva A, Singh P. Essential oils from the genus *Thymus* as antimicrobial food preservatives: Progress in their use as nanoemulsions-a new paradigm. *Trends Food Sci Technol.* 2021;111(7):426–441. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2021.02.076>
 16. Carbone K, Macchioni V, Petrella G, Cicero DO, Micheli L. Humulus lupulus Cone Extract Efficacy in Alginate-Based Edible Coatings on the Quality and Nutraceutical Traits of Fresh-Cut Kiwifruit. *Antioxidants.* 2021;10(9):1395. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ANTIOX10091395>
 17. Fancello F, Beyrouthy M, Iriti M, Khoury M, Bou-Zeidan M, Zara S. Chemical composition and antimicrobial activity against food-related microorganisms of different essential oils from Lebanon. *J Food Saf.* 2019;39(6):12688. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/JFS.12688>
 18. Molina FA, Osorio NM, Yáñez ME, Rojas JO, García MA. Recubrimientos de mucílago de nopal (*Opuntia ficus-indica*) y pectina con aceite esencial de romero (*Rosmarinus officinalis*) en la conservación de naranjas: Nopal mucilage (*Opuntia ficus-indica*) and pectin coatings with rosemary essential oil (*Rosmarinus officinalis*) in the conservation of orange fruits. *Ciencia y Tecnología de Alimentos [Internet].* 2019 Apr 30 [cited 2024 Mar 16];29(2):53–8. Available from: <https://revistecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/26/22>
 19. Atropelle a vancuor Anaya-Esparza, L., Pérez-Larios, A., Ruvalcaba-Gómez, J., Sánchez-Burgos, J., Romero-Toledo, R., y Montalvo-González, E. (2020). Funcionalización de los recubrimientos a base de quitosano para la conservación postcosecha de frutas y bajo damas la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>). SUGERENCIA Revista Especializada en Ciencias publicaciones continua. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 23 (7)
 20. Yan, J., Wu, H., Shi, F., Wang, H., Chen, K., Feng, J., & Jia, W. (2021). Proyeccionio de la actividad antimicrobial para aceites esenciales de menta y tomillo contra *Rhizopus stolonifer* y su aplicación en la preservación postcosecha de frutas de fresa y melocotón. *Journal of Applied Microbiology*, 130(6), 1993-2007. <https://doi.org/10.1111/JAM.14932>
 21. Mokni, R., Majdoub, S., Chaieb, I., Jlassi, I., Joshi, R., & Hammami, S. (2019). Análisis cromático, actividades antimicrobianas e insecticidas del aceite esencial de *Phlomis floccosa* D. Don. *Cromatografía biomédica*, 33(10), e4603. <https://doi.org/10.1002/BMC.4603>
 22. Zheng, K., Zhang, J., Yang, F., Wang, W., Li, W., & Qin, C. (2022). Propiedades y actividad biológica de películas de almidón de semilla de chitosan-coix incorporadas con óxido de nano zinc y aceite esencial de *Artemisia annua* para la preservación de cerdo. *LWT*, 164(8), 113665. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2022.113665>
 23. Jami Y. Caracterización de los recubrimientos comestibles de biopolímeros y aceites esenciales para la conservación de fresa (*Fragaria*) y papaya (*Carica papaya*) [tesis de pregrado]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2021. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15548/1/27t00501.pdf>
 24. Shahbazi Y. Application of carboxymethyl cellulose and chitosan coatings containing *Mentha spicata* essential oil in fresh strawberries. *Int J Biol Macromol.* 2018;112(4):264–272. doi: 10.1016/J.IJBIOMAC.2018.01.186
 25. García-Mateos R, Corrales-García J, Cornejo-Vivar T, Hernández-Ramos L. Recubrimiento biodegradable antifúngico a base de quitosano y aceite esencial de cítricos para la conservación de papaya (*Carica papaya* L.) en poscosecha. *CienciaUAT.* 2023;17(2):165–180. doi: 10.29059/cienciauat.v17i2.1703
 26. Magnolia Z. Composición química de los aceites esenciales de *Minthostachys spicata* (Benth) Epling, *Clinopodium bolivianum* (Benth) Kuntze, *Tanacetum vulgare* Linnaeus y *Mentha x piperita* var. *citrata* (Ehrh.) Briq y su efecto insecticida para *Pagocerus frontalis* [tesis de licenciatura]. Universidad Nacional de San Antonio. 2019. Disponible en: http://200.48.82.27/bitstream/handle/20.500.12918/6866/253T20221113_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 27. Costa, F. R., Toro-Sánchez, C., Wong-Corral, F., y Robles-Burgueño, M. (2018). Aceites esenciales para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) y efecto sobre la calidad del grano de maíz *Zea mays* Linnaeus (Poales: Poaceae). *Revista Chilena de Entomología*, 46(4), 639–652. <https://doi.org/10.35249/RCHE.46.4.20.10>

28. Mena E, Ortega-Cuadros M, Merini L, Melo-Ríos AE, Tofiño-Rivera A. Efecto de agroinsumos y aceites esenciales en el suelo de hortalizas en el Caribe colombiano. *Cienc Tecnol Agropecu.* 2018;19(1):103–124. doi: 10.21930/RCTA.VOL19_NUM1_ART:535
29. Adriana Lorena AP, Lorena Alexandra SR. Evaluación de un recubrimiento comestible a base de almidón de papa con incorporación de aceite esencial de cascara de naranja (*Citrus sinensis*) como agente antifúngico en tomate chonto (*Solanum lycopersicum*). 2018 [citado el 16 de marzo de 2024];138. Disponible en: <https://sired.udenar.edu.co/8237/>
30. Iseppi R, Sabia C, de Niederhäusern S, Pellati F, Benvenuti S, Tardugno R, et al. Antibacterial activity of *Rosmarinus officinalis* L. and *Thymus vulgaris* L. essential oils and their combination against food-borne pathogens and spoilage bacteria in ready-to-eat vegetables. *Natural Product Research* [Internet]. 2019;33(24):3568–72. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/14786419.2018.1482894>
31. Zarate-Escobedo J, Castañeda-González EL, Cuevas-Sánchez JA, Carrillo-Fonseca CL, Mendoza-García EE, Serrato-Cruz MA. Concentraciones e intervalos de aplicación del aceite esencial de *Tagetes lucida* Cav. contra *Nacobbus aberrans*. *Rev Mex De Cienc Agric* [Internet]. 2018;9(3):589–600. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.29312/remexca.v9i3.1218>
32. Ortega-Ramirez LA, Silva-Espinoza BA, Vargas-Arispuro I, Gonzalez-Aguilar GA, Cruz-Valenzuela MR, Nazzaro F, et al. Combination of *Cymbopogon citratus* and *Allium cepa* essential oils increased antibacterial activity in leafy vegetables. *J Sci Food Agric* [Internet]. 2017;97(7):2166–73. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.8025>
33. Perumal AB, Huang L, Nambiar RB, He Y, Li X, Sellamuthu PS. Application of essential oils in packaging films for the preservation of fruits and vegetables: A review. *Food Chem* [Internet]. 2022;375(131810):131810. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131810>
34. Coimbra A, Carvalho F, Duarte AP, Ferreira S. Antimicrobial activity of *Thymus zygis* essential oil against *Listeria monocytogenes* and its application as food preservative. *Innov Food Sci Emerg Tech-* nol [Internet]. 2022;80(103077):103077. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifset.2022.103077>
35. Veenstra JP, Johnson JJ. Oregano (*Origanum vulgare*) extract for food preservation and improving gastrointestinal health. *Int J Nutr* [Internet]. 2019;3(4):43–52. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14302/issn.2379-7835.ijn-19-2703>

VALORACIÓN BROMATOLOGICA DE LA HARINA DE CASCARA DE CACAO Y NACEDERO EN LA FORMULACIÓN DE UN BALANCEADO

BROMATOLOGICAL EVALUATION OF COCOA SHELL FLOUR AND NACEDERO IN THE FORMULATION OF A BALANCED

	¹ María Soledad Molina Pinza *	soledad.molina@esPOCH.edu.ec
	² Ivan Patricio Salgado Tello	ivan.salgado@esPOCH.edu.ec
	² Julio Enrique Usca Mendez	julio.usca@esPOCH.edu.ec
	² Pablo Antonio Mancheno Neira	pablo.mancheno@esPOCH.edu.ec

¹ Investigador Independiente, Riobamba, Ecuador.

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

E-mail: * ea.vargas@uea.edu.ec

RESUMEN

El elevado costo de las materias primas para obtener un balanceado fomentó al sector ganadero a buscar alternativas para su sustitución, con alternativas como subproductos de la industria alimenticia que presenten un elevado valor nutricional como: la harina de cascara de cacao y hojas de nacedero, por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue valorar bromatológicamente un balanceado con harinas de cascara de cacao y nacedero para su posible uso en la alimentación de toretes de engorde. La metodología presentó un enfoque cualitativo con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, con niveles del 0, 20,30 y 40% de adición de harinas de cascara de cacao y hoja de nacedero, donde se implementó un Diseño Completamente al Azar, ajustado al modelo lineal aditivo, se llevó a cabo varios análisis de laboratorio como: análisis bromatológico, físico, microbiológico y proximal. Con la metodología empleada se obtuvo harina de cacao con niveles de proteína de 7.14%, fibra del 11.78% y grasa de 4.74%; mientras que, las hojas de nacederos presentó un contenido de proteína del 7.14%, fibra del 11.78% y grasa de 4.74%, la cual cumplió con las normas para las materias primas usadas en la elaboración de balanceado, fue una alternativa viable para la elaboración de balanceados, presentó una composición de proteína del 16.15%, grasa del 6.57% y fibra del 15.06% que cumplió con los parámetros esenciales según la norma. En este contexto se concluyó que, las materias primas

usadas tuvieron una adecuada suplementación en la elaboración de balanceados, funcionó como una alternativa para la alimentación de toretes de engorde, el mejor tratamiento con un beneficio costo óptimo y correctas condiciones nutricionales fue la formulación 3, con 40% de cascara de cacao y hojas de nacedero.

Palabras clave: Balanceado, toretes de engorde, hojas de nacedero, cascara de cacao, sustituto de balanceado, nutrición.

ABSTRACT:

The high cost of raw materials to obtain a balanced product encouraged the livestock sector to look for alternatives for its substitution, with alternatives such as by-products of the food industry that have a high nutritional value, such as: cocoa shell flour and hatch leaves, for example. Therefore, the objective of this research was to evaluate bromatologically a feed with cocoa shell flour and hatchery for its possible use in feeding fattening bulls. The methodology presented a qualitative approach with four treatments and four repetitions, with levels of 0, 20,30 and 40% of addition of cocoa shell flour and hatch leaf, where a Completely Random Design was implemented, adjusted to the linear model. additive, several laboratory analyzes were carried out such

as: bromatological, physical, microbiological and proximal analysis. With the methodology used, cocoa flour was obtained with protein levels of 7.14%, fiber of 11.78% and fat of 4.74%; while, the hatching leaves presented a protein content of 7.14%, fiber of 11.78% and fat of 4.74%, which met the standards for raw materials used in the production of balanced, it was a viable alternative for the production of balanced, presented a composition of protein of 16.15%, fat of 6.57% and fiber of 15.06% that met the essential parameters in the animal diet according to the standard. In this context, it was concluded that the raw materials used had adequate supplementation in the production of feed, it worked as an alternative for feeding fattening bulls, the best treatment with an optimal cost benefit and correct nutritional conditions was formulation 3. with 40% cocoa shell and hatch leaves.

Keywords: *balanced, fattening toretes, nacadero leaves, cacao shell, fattening substitute, nutrition.*

1. INTRODUCCIÓN

La producción ecuatoriana de cacao en el año 2020 fue de 315.000 toneladas (1), la cual, produce cientos de toneladas de desperdicios postcosecha (cáscara y mucilago: residuo obtenido después de extraer la pulpa del cacao) (2). Estos desechos provenientes del cacao se descomponen al aire libre o se queman en las plantaciones, sin ningún control ambiental (3). El poco conocimiento de los agricultores acerca de la transferencia de patógenos que puede producir estos residuos al utilizarse como abono, limita el aprovechamiento en sus cultivos (4), además la escasa información, tecnificación y el inadecuado manejo poscosecha de la cáscara de cacao genera consecuencias como la proliferación de la “mazorca negra”, esta plaga es de cuidado, debido a que afecta a las hojas, tallo, cojín floral, fruto y la raíz de la planta; causando grandes pérdidas de aproximadamente el 80% de la producción de granos de cacao a nivel mundial descrito por Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (5). Este sustrato contiene una biomasa con un considerable valor nutritivo, por este motivo, es una alternativa para incorporar en la dieta de animales de granja, como sustituto parcial o total.

El nacadero es una planta forrajera que se emplea como cercas vivas y protector de aguas, también es utilizada en la alimentación de toretes de engorde, debido a que esta planta contiene un elevado contenido de proteína de alta digestibilidad, aminoácidos esenciales y no esenciales se considera una posible alternativa para

el uso como materia prima para la elaboración de balanceados y que necesita mayor estudio (6).

El elevado costo de los cereales en la región Litoral ecuatoriana para la elaboración de balanceados fomenta a la investigación de sustitutos Ministerio de Agricultura y Ganadería (7), por lo que el reemplazo de materias primas por sustratos que aporten un valor nutricional como la cáscara de cacao y de la hoja de nacadero lleva a que se planteen los siguientes objetivos en la investigación.

- Caracterizar mediante el análisis bromatológico y microbiológico de las harinas de cáscara de cacao (*Theobroma cacao*) y nacadero (*Trichanthera gigantea*).
- Utilizar en proporciones equivalentes las harinas de cáscara de cacao y nacadero que conformaran el (20%, 30 %, 40), del 100% del total de las formulaciones de los balanceados.
- Evaluar mediante el análisis proximal los diferentes balanceados elaborados con las harinas de cáscara de cacao (*Theobroma cacao*) y nacadero (*Trichanthera gigantea*).
- Determinar los costos de producción de los tratamientos en estudio.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación experimental se realizó en el laboratorio de Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias Pecuarias, perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, aplicando un diseño completamente al azar (DCA); en el cual se evalúa las características de la cáscara de cacao y hojas de nacadero como materia prima para balanceado, con los siguientes porcentajes; T1 (20%); T2 (30%); T3 (40%), comparados frente a un tratamiento control T0. De igual manera se realizó el análisis de beneficio costo para la evaluación económica (costo por kg de balanceado obtenido). Para el análisis estadístico se aplicó un Análisis de varianza para las diferencias (ADEVA), y separación de medias según Tukey con $p < 0,05$. Se realizó el análisis proximal y microbiológico tanto para las harinas de cáscara de cacao y hojas de nacadero como para el producto elaborado, determinando humedad, proteína cruda, fibra cruda, materia seca, cenizas, grasa cruda y acidez titulable; análisis microbiológicos como: *Enterobacteriaceae* y *Salmonella spp.* El parámetro de extracto libre de nitrógeno se evaluó únicamente al balanceado.

Harina de cáscara de cacao

La cáscara de cacao paso por etapas de recolección y desinfección para luego realizar cortes transversales

y rodajas delgadas de aproximadamente 3 a 5 mm de grosor, con el fin de que el secado en la cabina de aire forzado ($70 \pm 2,0$ °C) por 6 horas sea el ideal hasta alcanzar una humedad de 10%; se las dejó enfriar por unos minutos a temperatura ambiente para luego llevarlas al molino manual, en donde se realizó el proceso por tres ocasiones, para conseguir un grado de granulometría adecuado. Con la ayuda de un tamiz metálico se cernió la harina molida (8).

Harina de hojas de nacedero

Las hojas de nacedero luego de la selección se recolectaron para lavarlas y eliminar los agentes extraños como son tierra, polvo, entre otros, además se colocó las hojas en bandejas del secador de cabina de aire forzado (50°C) por 4 horas, hasta que llegaron a una humedad de 10%.

La molienda se la realizo en un molino eléctrico en un molino de martillo, este proceso se lo realizó por 2 ocasiones seguido de un cribado para obtener el tamaño de las partículas óptimo (8).

Elaboración del balanceado

Formulación del balanceado elaborado con diferentes niveles de harina de hojas de nacedero y harina de cascara de cacao, se elaboró según el método de tanteo. Partiendo de materias primas limpia, para realizar los pasos de pesado, fragmentación, obtención de harina, mezcla, homogenizado, para posterior a la obtención de la mezcla seca añadirle la premezcla, inyección de aceite, melaza, con un tiempo de mezcla húmeda de 180 segundos que ayuden a la obtención del pellet.

En la Tabla 1, se presenta la formulación empleada.

Materia prima (kg)	T0	T1	T2	T3
Maíz Nacional	1,36	0,50	0,45	0,20
Polvillo De Arroz	0,6	0,6	0,4	0,50
H.C.C	0,0	0,4	0,6	0,8
H.H.N	0,0	0,4	0,6	0,8
Cascarilla De Arroz	0,572	0,61	0,4	0,24
Afrecho	0,4	0,6	0,5	0,50
Soya Extruida	0,75	0,60	0,532	0,50
Melaza Caña	0,1	0,1	0,1	0,01
Aceite	0,04	0,04	0,04	0,04
Sal Mineralizada	0,04	0,04	0,04	0,04
Carbonato Cálcico	0,01	0,01	0,0	0,0
Vitaminas	0,04	0,04	0,04	0,04
Antimicótico	0,01	0,01	0,01	0,01
Total (kg)	4	4	4	4

Tabla 1: Formulación de los balanceados

Fuente: Autores, 2023 (8)

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características bromatológicas de la harina de cascara de cacao.

Parámetro (%)	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Humedad	9,16 ±	0.0638	9,11	9,25
Proteína	7,14 ±	0.0742	7,05	7,23
Fibra cruda	11,78 ±	0.1969	11,50	11,94
Materia seca	90,40 ±	0.8949	89,45	91,56
Cenizas	7,05 ±	0,1319	6,90	7,20
Grasa	4,74 ±	0.1307	4,58	4,87

Tabla 2: Características bromatológicas de la harina de cascara de cacao.

Fuente: Autores, 2023 (8)

Humedad

En la Tabla 2, se presentó una humedad con una media de 9,16 %, estos valores se comparan con la NTE INEN 1689:1989 (9), la cual establece un máximo del 13,5%, los valores de humedad obtenida están dentro de los parámetros adecuados para este tipo de harina.

Proteína

El contenido de proteína de la harina de cascara de cacao tiene una media de 7,14%, valor comparado con la NTE INEN 1689:1989 (9); que establece un mínimo del 14%, y al no estar dentro de la norma, se puede determinar que la harina de cascara de cacao, posee un bajo valor de proteína en comparación con los subproductos del trigo, esto se debe a que la harina de cascara de cacao como lo menciona Pantoja (10) en su trabajo sobre: "Deshidratación de la cascara de cacao (*Teobroma cacao*) para la elaboración de té"; dice que el contenido de proteína dependerá de la temperatura y tiempo de secado en conjunto con la variedad de cacao, ya que a exposiciones de 70 °C por 6 horas del cacao nacional y cacao CCN-51 se obtiene un contenido de proteína del: 6,71 y 5,02% respectivamente, mientras que a exposiciones de 90 °C por 6 horas del cacao nacional y cacao CCN-51 se obtiene un contenido de proteína del: 5,12 y 4,89% respectivamente.

Según Laimito (11) en su investigación menciona que, sometió las cascara de cacao a una temperatura de 80 °C durante 6 horas para la obtención de la harina realizó una molienda hasta obtener una granulometría de 40 mesh obteniendo un valor de 7,44% de proteína, en comparación con el presente trabajo las temperaturas y tiempo de secado para la cascara de cacao fueron de 80 °C por 6 horas. Mientras que Umaña et al. (12) recalca que las harinas obtenidas de los subproductos pueden tener un bajo contenido proteico debido a estado fisiológico de madurez del fruto, época de cosecha y tipo de procesamiento que se le da a la materia prima, siendo un factor determinante en la obtención de nutrientes.

Fibra cruda

El contenido de fibra de la harina de cascara de cacao presenta un mínimo de 11,50% y un máximo de 11,94%, teniendo una media de 11,78%, en comparación con la NTE INEN 1689:1989 (9) la cual, establece un límite máximo del 12%, valor encontrado dentro de la norma.

Materia seca

Se obtuvo una media de 90,40%, comparando con la NTE INEN 1689:1989 (9), no se halla el parámetro físico mencionado, pero al encontrarse los valores de humedad dentro de los rangos permitidos, se determina que se aceptan los porcentajes de sólidos totales de la harina de cascara de cacao. Según Romero (13) en sus estudios sobre "Caracterización bromatológica y microbiológica de la harina con base en cáscaras de cacao (*Theobroma cacao L.*), para la elaboración de galletas", realizó su trabajo con 4 líneas híbridas interclonales T1, T2, T3 y T4, con un contenido de materia seca de: 90,40%; 90, 60%, 91,60% y 84.30% respectivamente en lo cual observo diferencias significativas.

Mientras que El Kotb (14), en su trabajo de investigación sobre: "Utilización de la harina "Morina citrifolia" para panificación", registraron un 92,00% de materia seca a 32 horas de secado del fruto y esto sin duda alguna resulta idóneo debido a que el contenido de humedad es bajo, estando apto para el proceso de conservación del producto.

Cenizas

El contenido de ceniza de la harina de cascara de cacao, presento un mínimo de 6,90% un máximo de 7,20 y teniendo una media de 7,05%, valores que a comparación con la NTE INEN 1689:1989 (9), establece un límite máximo del 8%, por lo que se puede

mencionar que estamos dentro de los parámetros requeridos por la norma.

Grasa

El contenido de grasa de la harina de cascara de cacao con una media de 4,74%, comparando con NTE INEN 2051:2013 (15) establece máximo de 3,1%, en cuando al parámetro de grasa, se menciona que, no estamos dentro de la norma, en comparación con Laimito (11) en sus estudios sobre "Inclusión de harina de cascara de cacao procesada térmicamente en raciones de fase de preinicio e inicio para aves criollas mejoradas"; declara que el contenido de grasa obtenido de la harina de cascara de cacao fue de un 4,11%, ocupando la clonal de cacao CCN-51.

Parámetro (%)	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Humedad	9,14 ±	0.005	9,14	9,15
Proteína	14,51 ±	0.3162	14,25	14,95
Fibra cruda	15,23 ±	0.5282	14,08	16,01
Materia seca	91,26 ±	0.7045	90,45	91,94
Cenizas	11,79 ±	0,4127	11,35	12,21
Grasa	5,95 ±	0.2926	5,71	6,37

Tabla 3: Características bromatológicas de la harina de nacedero.

Fuente: Autores, 2023 (8)

Humedad

El contenido de humedad presento una media de 9,14%, valores que mencionado en la NTE INEN 1829:2014 (16), la cual establece un máximo del 13%, por lo que se puede decir que los valores se encuentran dentro de la norma requerida.

Proteína

Presento una media de 14,51 % de proteína, valores que comprados con la NTE INEN 1 645 198-04 (17) de alimentos zootécnicos de harina de alfalfa; establece un mínimo del 18%, al no estar dentro de la norma, se

puede determinar que la harina de hoja de nacedero posee un bajo valor proteico en comparación con la harina de alfalfa, esto se debe a que la harina de hoja de nacedero como lo menciona Ruiz et al.(18) en sus estudios sobre los "Producción de biomasa de nacedero (*Trichanthera gigantea*) en diferentes escenarios de sombra y frecuencia de cortes, en Rancho Ebenezer. Niquinohomo, Masaya"; establece que el contenido de proteína de la harina puede variar ya que está sujeto a la frecuencia de poda y tiempo de sombra las harinas con mayor cantidad de proteína fueron las que se cosecharon en mayor tiempo de sombra y tiempo entre podas por cada 60 días con un contenido de proteína del 18% mientras las hojas que fueron cosechadas en un tiempo mayor de exposición solar y un tiempo de corte de 75 días obtuvieron un contenido de proteína del 14% exponiendo que a mayor tiempo de exposición solar y mayor frecuencia de poda el contenido de proteína baja.

De acuerdo con lo expuesto (13) en su estudio demostró que el tallo grueso, delgado y de la hoja del nacedero, varía en cuanto al contenido de proteína teniendo valores de 4,6; 8,7 y 18% respectivamente.

Fibra cruda

Presenta una media de 15,23% en comparación con la NTE INEN 1 645 198-04 (17) de alimentos zootécnicos de harina de alfalfa la cual establece un límite máximo del 29%, por lo que se puede mencionar se encuentra dentro de los parámetros requeridos por la norma.

Materia seca

Se obtiene una media de 91,26%, dentro de la NTE INEN 1 645 198-04 (17) de alimentos zootécnicos de harina de alfalfa no se halla el parámetro físico mencionado, pero al encontrarse los valores de humedad dentro del rango permitido de un máximo del 13%, se determina que se aceptan los porcentajes de sólidos totales, estos resultados son similares a los obtenidos por Pito (19) en su estudio sobre la "Utilización de diferentes niveles de harina de *Trichanthera gigantea* (Nacedero) en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento - engorde" al analizar el contenido de materia seca de la harina de hoja de nacedero se obtuvo un valor de 89,75% de materia seca.

Cenizas

En la Tabla 3, se presenta una media del 11,79%,

valores que en comparación con la NTE INEN 1 645 198-04 (17) de alimentos zootécnicos de harina de alfalfa la cual establece un límite máximo del 12%, por lo que puede indicar que se encuentra dentro de los parámetros requeridos por la norma.

Grasa

En la Tabla 3, se evidencia que el contenido de grasa tiene una media de 5,95%, en cuanto a la NTE INEN 2051:2013 (15) establece un mínimo del 4%, lo que podemos mencionar que estamos dentro de la norma, de acuerdo con García et al, (20), en sus estudios sobre la "Análisis de composición química de *Trichanthera gigantea*"; explica que el contenido de grasa varía dependiendo de la frecuencia de corte tanto del tallo como de las hojas estableciendo periodos de corte de 60, 90 y 120 días, con un contenido de grasas de 5,70%, 6,25% y 6,70% respectivamente.

Análisis microbiológico

Requisito	Unidad	HCC	HHN
Enterobacteria	UFC/g	Ausencia	Ausencia
Salmonella spp	UFC/g	Ausencia	Ausencia

Tabla 4: Análisis microbiológico de las harinas de cáscara de cacao y hoja de nacedero.

Fuente: Autores, 2023 (8)

Los resultados obtenidos en el análisis microbiológico de las harinas de cascara de cacao y hoja de nacedero indican una ausencia total de Enterobacterias y Salmonella spp. Cumpliendo con los requisitos de la NTE INEN 1829:2014 (16).

Análisis físico

Harinas	Acidez titulable (%)	Normativa
Cascara de cacao	0,15 ±0038	NTE INEN 521
Hoja de Nacedero	0,13 ±0025	NTE INEN 521

Tabla 5: Análisis físico de la harina de cascara de cacao y de harina de hoja de nacedero.

Fuente: Autores, 2023 (8)

Como se puede observar en la Tabla 5, el contenido de acidez titulable de la harina de cascara de cacao es de 0,15% y la harina de hoja de nacedero es de 0,13% estos están dentro de los parámetros permitidos bajo la NTE INEN 521(21) que menciona un rango de 0,3%.

Balanceado

Características bromatológicas del balanceado

Variables (%)	Niveles de harinas de cascara de cacao y harina de nacedero				E. E	p-valor	Significancia
	0%	20%	30%	40%			
Humedad	12,08 a	11,44 a	11,43 a	11,71 a	0,29	0,3854	Ns
Proteína	12,00 a	13,02 a b	14,57 b c	16,15 c	0,42	0,0001	**
Grasas	6,50 a	6,70 a	6,75 a	6,78 a	0,27	0,9105	Ns
Fibra	12,24 a	13,94 a b	14,44 b c	15,06 c	0,38	0,0001	**
Cenizas	11,59 a	12,70 a	12,36 a	13,06 a	0,97	0,7430	Ns
ELN	45,38 a	40,39 b	39,71 b	37,45 b	1,07	0,0015	**

Tabla 6: Características bromatológicas de los balanceados obtenidos con diferentes niveles de harina de cascara de cacao y harina de hoja de nacedero.

Fuente: Autores, 2023 (8)

Como se puede observar en la Tabla 6, el contenido de acidez titulable de la harina de cascara de cacao es de 0,15% y la harina de hoja de nacedero es de 0,13% estos están dentro de los parámetros permitidos bajo la NTE INEN 521 (21) que menciona un rango de 0,3%.

Humedad

El contenido de humedad de los balanceados evidencia que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, siendo el valor mínimo del T3 con un 11,43% y el máximo fue del T0 con un 12,08 %, estos resultados son similares a los obtenidos por López-Varela (22), en sus estudios sobre la “Caracterización bromatológica de pellets elaborados a partir de subproductos agropecuarios para la alimentación de bovinos”; presentando contenidos del 11 y 12%, en cuanto a los contenidos de humedad menciona que valores superiores en el alimento puede fermentarse y propiciar un ambiente adecuado para el crecimiento de hongos y por tanto de micotoxinas generando descomposición y disminución de la calidad de los alimentos, estos resultados se compararon con la norma venezolana de alimentos para bovinos COVENIN 1883:2021 (23) que establece valores máximos de humedad de un 13%, por lo tanto todos los tratamientos cumplen con la norma.

Proteína

En relación a la proteína cruda del alimento balanceado analizado en el Grafico 2, se encontró que si existe una diferencia significativa entre los tratamientos, obteniendo como un valor mínimo del T0 de un 12,00 %, cuando se empleó el T3 de las harinas de cascara cacao y harina de hoja de nacedero presenta un valor

elevado del 16,15%, se puede decir que al aumentar el contenido de las harinas aumento el contenido de proteína ya que la harina de hoja de nacedero posee un considerable valor proteico. Con los resultados obtenidos se menciona que todos los tratamientos se encuentran dentro del rango establecido por la norma venezolana de alimentos para bovinos COVENIN 1883:2021 (23) que establece valores mínimos de proteína desde un 12%, valores similares obtuvo López (22), en sus estudios sobre la “Caracterización bromatológica de pellets elaborados a partir de subproductos agropecuarios para la alimentación de bovinos”; presentando contenidos del 12 y 14,16%, mencionando que el mejor balanceado sería el que contenga mayor cantidad de proteína. De acuerdo con lo citado (24) se comenta que un contenido mayor de proteína en el balanceado ayuda de manera directa a un mejor desarrollo de los tejidos estructurales y de protección, como huesos, ligamentos, piel, así como de los tejidos blandos que forman los órganos y músculos.

Grasa

En el grafico 3, indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo con un valor mínimo del T0% con 6,50% de grasa, mientras que cuando se utilizó el T3 de adición de harinas de cascara de cacao y nacedero posee un mayor nivel de grasa respecto a los demás tratamientos con 6,78%. Los datos se encuentran acordes con la norma venezolana para alimentos de bovinos COVENIN 1883:2021 (23) que establece valores mínimos de grasa va desde un 4%, por otra parte, Hidalgo (24) en sus tablas de requerimientos para ganado de engorde, en su aporte de grasa va desde un mínimo de 4% hasta un máximo de 6 % expresando que los contenidos de grasa pueden

variando dependiendo la materia prima que se utilice y la incorporación de ácidos grasos insaturados.

Mientras que Plascencia, (25) en su investigación “Factores que influyen en el valor nutricional de las grasas utilizadas en las dietas de bovinos de engorda en confinamiento: una revisión”; demostró que los niveles de inclusión de grasa desde un 6% hasta un 9% en la dieta bovina, reduce la tasa de digestión e incrementa la tasa de pasaje, concluyendo que el valor energético de la grasa disminuye en forma lineal como resultado directo de la reducción de la digestibilidad intestinal de los ácidos grasos.

Fibra

Se evidencia que existe una diferencia significativa entre tratamientos, donde el valor mínimo es del T0 con el 12,24% de fibra cruda, mientras que cuando se utilizó el T3% de harina e cascara de cacao y harina de hoja de nacedero presenta un valor de 15,06%, estos resultados son óptimos de acuerdo a los estudios de Hidalgo, (24) en su guía técnica sobre “Formulación de alimentos balanceados para engorde de ganado vacuno”; recomienda que los valores mínimos de una ración de engorde en cuanto al contenido de fibra van desde 13% hasta un máximo de 16%, los valores obtenidos se compararon con la norma venezolana alimentos para bovinos COVENIN 1883:2021 (23) que establece valores máximos de grasa son hasta un 16%, mencionando que todos los tratamientos están bajo la norma.

Cenizas

El análisis del porcentaje de ceniza del alimento balanceado con la adición de harinas de cascara de cacao y harina de hoja de nacedero, indica que no existe diferencias significativas entre los tratamientos, se reportó que el valor mínimo del T0 presentó un contenido de 11,59% mientras que, el valor máximo es con el empleo del T3 de harinas de cascara de cacao y hoja de nacedero con un valor de 13,06%, estos valores se compararon con la norma venezolana de alimentos para bovinos COVENIN 1883:2021 (23), el cual, establece que valores van desde un 7%, hasta un 15%.

Extracto Libre de Nitrógeno (ELN)

El contenido de ELN, se observa que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el tratamiento testigo el que contiene una cantidad mayor de ELN con el 45,38%, se obtiene una menor cantidad cuando se empleó el 40% de harinas de cascara de cacao y hoja de nacedero con un 37,45%

de elementos libres de nitrógeno, valores similares se obtiene en las investigaciones de López (22), en sus estudios sobre la “Caracterización bromatológica de pellets elaborados a partir de subproductos agropecuarios para la alimentación de bovinos”; en los cuales indicaron que el contenido de ELN en los pellets obtenidos es de 47 y 49%.

De acuerdo con los estudios citados (5) existe una mención que los elementos libres de nitrógeno en su mayoría los carbohidratos son amortiguadores ruminales son principalmente empleados en dietas en finalización, las cuales contiene elevadas cantidades de carbohidratos de rápida fermentación y baja en fibra, estas ocasionan una disminución del pH, lo cual contrarresta la actividad de los microorganismos ruminales, principalmente las bacterias celulíticas son las de mayor afectación.

Análisis microbiológico

Requisitos	Harina de cascara de cacao y hoja de nacedero			
	0%	20%	30%	40%
Enterobacteriaceas (UFC/ml)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Salmonella spp. (UFC/ml)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Tabla 7: Análisis microbiológico de los balanceados obtenidos

Fuente: Autores, 2023 (8)

Los resultados microbiológicos de Enterobacteriaceas y salmonella realizados a los diferentes tratamientos (0%, 20%, 30% y 40%), presentan ausencia total de bacterias, cumpliendo con los requisitos de la NTE INEN 1829:2014 (16).

Análisis beneficio/costo

Materias Primas	costo/kg	Tratamientos			
		T0	T1	T2	T3
Maíz Nacional	0,35	0,48	0,14	0,17	0,06
Polvillo De Arroz	0,20	0,12	0,12	0,10	0,08
H.C.C	0,15	-	0,06	0,09	0,12
H.H.N	0,20	-	0,08	0,12	0,17
Cascarilla de arroz	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01
Afrecho	0,30	0,18	0,22	0,23	0,23
Soya Extruida	0,66	0,48	0,42	0,35	0,32
Melaza Caña	0,50	0,10	0,10	0,10	0,08
Aceite	1,00	0,03	0,03	0,03	0,03
Sal Mineralizada	0,20	0,05	0,05	0,05	0,05
Carbonato Cálcico	0,10	0,02	0,02	0,00	0,00

Vitaminas	5,00	0,07	0,07	0,07	0,07
Antimicótico	5,00	0,04	0,04	0,04	0,04
Total, Egresos	1,46	1,22	1,20	1,17	
Cantidad Obtenida (Kg)	4,00	4,00	4,00	4,00	
Costo De Producción	0,37	0,31	0,30	0,28	
Precio De Venta	0,40	0,40	0,40	0,40	
Total De Ingresos	1,60	1,60	1,60	1,60	
Beneficio/Costo	1,09	1.31	1.33	1.36	

Tabla 8: Análisis beneficio/costo del balanceado para toretes de engorde.

Fuente: Autores, 2023 (8)

La evaluación de los B/C de la investigación, por cada nivel de adición de las harinas de cascara de cacao y hoja de nacedero. El precio disminuye ligeramente, encontrándose costos de producción desde el 0,37\$ / kg, para el tratamiento T0, empezando a bajar el costo desde el T1, T2 y T3, con un costo de producción de 0,31\$;0,30\$ y 0,28\$ respectivamente, en relación al beneficio/costo el tratamiento T0 presenta un valor de 1,09\$ en comparación con el tratamiento del T3% con un valor de 1,36\$, se puede mencionar que el tratamiento del T3 es mejor en cuanto al beneficio costo, ya que por cada dólar invertidos se obtiene una ganancia de 0,36\$.

4. CONCLUSIONES

Los valores obtenidos en el análisis bromatológico de la harina de cascara de cacao se pudo determinar que sirve para la alimentación animal ya que bajo la NTE INEN 1689:1989 establece niveles de proteína de 7,14%, fibra 11,78% y grasa un 4,74%

En cuanto al análisis bromatológico de la harina de hoja de nacedero se sugiere que, sea una alternativa para la alimentación de toretes de engorde, ya que tiene niveles de proteína, de 7,14%, fibra 11,78% y grasa un 4,74%, parámetros que son esenciales para la dieta, según la normativa COVENIN 1883:2021.

En lo que corresponde al análisis bromatológico luego de haber utilizado un balance de materia primas por el método de tanteo para la formulación de los balanceados se determinó que el tratamiento T3 (40%) es el que mejor se ajusta a los requerimientos en cuanto a proteína 16,15%, grasa 6,57% y fibra un 15,06% establecidos por el NRC para toretes de engorde.

En cuanto al indicador beneficio costo el tratamiento T0 (0%) con un B/C de 1,09\$, en comparación del T3 (40%)

con un B/C de 1,36\$, cabe recalcar que el tratamiento T3 es el mejor en cuanto a valor nutricional y mejor beneficio costo.

7. CONFLICTO DE INTERESES

Se recomienda utilizar los residuos agroindustriales provenientes del cacao para la alimentación animal, es factible debido a que la composición bromatológica de la cascara de cacao mostrando características favorables, ya que este subproducto es dejado en el campo, sin ser incorporado a la plantación como abono o utilizándolo en otras actividades, mediante capacitaciones técnicas a los productores.

Realizar una tecnificación y manejo postcosecha de la cascara de cacao y hoja de nacedero, ya que hay factores climáticos que son perjudiciales, afectando al contenido bromatológico de las materias primas.

Se recomienda utilizar las harinas de cascara de cacao y hoja de nacedero para la alimentación de toretes de engorde, ya que en comparación con las materias primas tradicionales poseen un bajo costo de producción y un alto contenido nutricional

Se sugiere seguir con la investigación y evaluar las diferentes dietas en la alimentación de toretes de engorde y determinar cuál es el mejor tratamiento en cuanto a niveles productivos.

6. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- GARCÍA-BRIONES, Ana; et al. "La cadena de producción del Cacao en Ecuador: Resiliencia en los diferentes actores de la producción". Novasinergia [en línea], 2021, (Ecuador) 4(2), p.p. 153. [Consulta: 19 de febrero del 2023]. ISSN 2631-2654. Disponible en: <https://novasinergia.unach.edu.ec/index.php/novasinergia/article/view/261/253>
- AMANTA, Bryan; & TENEDA, William. "Evaluación de las pérdidas y desperdicios en los eslabones de la cadena productiva del cacao en las provincias de Tungurahua y Chimborazo-Ecuador". Universidad, Ciencia y Tecnología [En línea], 2022, (Ecuador) 26 (116), pp. 8. [Consulta: 15 febrero del 2023]. ISSN 2542-3401. Disponible en: <https://doi.org/10.47460/uct.v26i116.639>
- VERA, José; et al. "Residuos de la producción de cacao (Theobromacacao L.) como alternativa alimenticia para rumiantes". Rev. colombiana Cienc Anim. Recia. [En línea], 2021, (Ecuador) 13 (2), pp. 2. [Consulta: 25 de febrero del 2023]. ISSN 2027-

4297. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/recia/v13n2/2027-4297-recia-13-02-24.pdf>
4. NORBIS, Magaly; et al. "Utilización de los subproductos del cultivo y procesamiento del cacao". Jornadas de investigación. Encuentro Académico Industrial [En línea], 2018, (Venezuela). Disponible en: <http://www.ing.ucv.ve/jifi2018/documentos/ambiente/AIS003.pdf>
 5. INIAP. 2021. Las enfermedades del cacao y las buenas prácticas agronómicas para su manejo [En línea]. Los Ríos-Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2021. ISBN 978-9942-22-533-7.
 6. OSMIN, PINEDA. Agrovot[blog]. El nacedero (*Trichanthera gigantea*), un árbol forrajero adaptable al trópico de guatemala. 24 de junio del 2014, 2022. [Consulta: 11 de enero de 2023]. Disponible en: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/nacedero-trichanthera-gigantea-arbol-t31273.htm>.
 7. MAGAP. MAGAP fija precio de maíz amarillo duro para junio [blog].2022. Disponible en: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/magap-fija-precio-de-maiz-amarillo-duro-para-junio/>
 8. MOLINA, María; "Elaboración de un balanceado con harinas de cascara de cacao y nacedero" [Pregrado]. (Trabajo de titulación)(Ingeniera). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, (Ecuador) 2022
 9. INEN 1689:1989. Alimentos zootécnicos. Subproductos del trigo [En línea]. 1989. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas23/1689.pdf>
 10. PANTOJA, Carla. Deshidratación de la cascara de cacao (*Theobroma cacao*) para la elaboración de té [En línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Tecnológica Equinoccial Santo Domingo. 2014, pp.80-85.
 11. LAIMITO, Roció. Inclusión de harina de cáscara de cacao procesada térmicamente en raciones de fase de preinicio e inicio para aves criollas mejoradas [En línea]. (Trabajo de titulación)(Ingeniero). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Zootecnia, Escuela Profesional de Zootecnia, Perú. 2022. pp.45. Disponible en: https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/2199/TS_RDPLA_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 12. UMAÑA, Jairo; et al. "Caracterización de harinas alternativas de origen vegetal con potencial aplicación en la formulación de alimentos libres de gluten". Grupo de Estudios de Estabilidad de Medicamentos, cosméticos y alimentos [En línea], 2015, (Ecuador), pp. 11-13. Disponible en: <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/viewFile/230/223>
 13. ROMERO, Rosa. Caracterización bromatológica y microbiológica de la harina con base en cáscaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), para la elaboración de galleta [En línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería Agronómica) Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias Carrera de Ingeniería en Alimentos, Ecuador (Los Ríos), 2017. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2264/1/T-UTEQ-0035.pdf>
 14. EL KOTB, Ahmed & ARCOS, Freddy. Utilización de la harina de las frutas de Noni (*Morinda citrifolia*) para panificación. El misionero del agro [En línea], 2014 (Ecuador). Disponible en: http://archivo.ua-graria.edu.ec/web/revistas_cientificas/4/14-2014.pdf
 15. NTE INEN 2051:2013. Cereales y leguminosas. [En línea] 2013 Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas23/2051-1R.pdf>
 16. NTE INEN 1829:2014. Alimentos para animales. Alimentos balanceados [En línea] 2014. Disponible en: <https://ia803209.us.archive.org/2/items/ec.nte.1829.1992/ec.nte.1829.1992.pdf>
 17. NTE INEN 1 645 198-04. Alimentos zootécnicos. Harina de alfalfa [En línea]. 2013. Disponible: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas23/1645.pdf>
 18. RUIZ, Carlos & JIMÉNEZ-CAMPOS, Marcos. Producción de biomasa de nacedero (*Trichanthera gigantea*) en diferentes escenarios de sombra y frecuencia de cortes, en Rancho Ebenezer. Niquinohomo, Masaya. Repositorio Institucional [en línea]. 2010. Disponible en: <https://repositorio.una.edu.ni/2344/>
 19. PITO, Marco. Utilización de diferentes niveles de harina de *Trichanthera gigantea* (Nacedero) en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento - engorde [En línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería en Zootecnia) Escuela Superior Politécnica, Facultad de Ciencias Pecuarias, Ingeniería Zootecnista, Ecuador.2017. Disponible en: <http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/7175>
 20. GARCÍA, Daniela & PENAGOS, Oscar. Análisis de la composición química de *Trichanthera gigantea* ([En línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias Zootecnia, 2016, (Colombia). Disponible en: [86](https://www.acade-

</div>
<div data-bbox=)

nia.edu/39948013/ANALISIS_DE_LA_COMPOSICION_QUIMICA_DE_TRICHANTHERA_GIGANTEA20190727_99043_1ap66fv

21. NTE INEN 521. Harinas de origen vegetal. Determinación de la acidez titulable. [En línea] 2013. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/653997386/NTE-INEN-521-DETERMINACION-DE-LA-ACIDEZ-TITULABLE-HARINAS-DE-ORIGEN-VEGETAL>
22. LÓPEZ-VARELA, David. Caracterización bromatológica de pellets elaborados a partir de subproductos agropecuarios para la alimentación de bovinos. *Revista Tecnología en Marcha*[En línea]. 2017, (Costa Rica) 30(1). pp.73-81. ISSN 0379-3981. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0379-39822017000500073
23. COVENIN 1883:2021. Alimentos para bovinos. [En línea] 2021. Disponible: <http://www.sencamer.gov.ve/publicos/descargas/pdf/1883-2021.pdf>
24. HIDALGO, VICTOR. Formulacionde alimentos balanceados para engorde de ganado vacuno[En línea]. Puno-Perú. Agrobanco, 2013. [Consulta: 11 de enero de 2023]. Disponible en: <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/018-i-ganado.pdf>
25. PLASCENCIA, Alejandro; et al. Factores que influyen en el valor nutricional de las grasas utilizadas en la dieta de bovinos de engorda en confinamiento: una revisión. *Interciencia-Scielo* [En línea], 2005. (México) 30(3). [Consulta: 12 de enero de 2023.] ISSN 0378-1884. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442005000300006



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