



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE SAN MARTÍN



Revista de Veterinaria y Zootecnia Amazónica

Volumen 2, Número 2



**Sistema silvopastoril, alimentación y biotecnología
para una producción animal sustentable.**

REVZA

Volumen 2 • Número 2 • Julio - Diciembre 2022



Fondo Editorial
Universidad Nacional de San Martín

© Universidad Nacional de San Martín
Facultad de Ciencias Agrarias
Escuela Profesional de Medicina Veterinaria
Jr. Maynas N° 177, Tarapoto –Perú

Editor
Fondo Editorial

Editorial:
Universidad Nacional de San Martín

Diseño de portada:
Lic. Manuel Angel Rojas Torres

Volumen 2, Número 2, Año 2022
DOI: 10.51252/revza
e-ISSN: 2810-8175

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2022-XXXX

Tarapoto, San Martín, Perú, Julio 2022

REVZA. Revista de Veterinaria y Zootecnia Amazónica es una revista de divulgación científica de acceso abierto editada por el Fondo Editorial de la Universidad Nacional de San Martín, en colaboración con la Facultad de Ciencias Agrarias y la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria. Tiene como misión divulgar el conocimiento producido por la comunidad académica-científica en el campo de las ciencias veterinarias, en especial en las áreas de producción y salud animal, salud pública y veterinaria. La revista tiene como objetivo publicar artículos originales e inéditos de gran relevancia para la sociedad, de forma semestral en español.

Editor Jefe

Dr. Miguel Angel Valles Coral, Universidad Nacional de San Martín, Perú

Editor Asociado

MV. MSc. Victor Humberto Puicón Niño de Guzmán, Universidad Nacional de San Martín, Perú

Comité editorial

MV. Dra. Alicia María López Flores, Universidad Nacional de San Martín, Perú

MV. MSc. Fredy Fabían Domínguez, Universidad Nacional de San Martín, Perú

MV. MSc. Hugo Sánchez Cárdenas, Universidad Nacional de San Martín, Perú

Ing. Zoot. MSc. Edgardo Roberto Roque Alcárraz, Universidad Nacional de San Martín, Perú

Ing. Zoot. MSc. Felipe Baltazar Gutiérrez Arce, Universidad Nacional de San Martín, Perú

Comité científico

MV. MSc. Nieves Nancy Sandoval Chaupe, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú

MV. MSc. Alberto Gustavo Manchego Sayán, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú

PhD (c). MSc. Daniel Alexis Zárate Rendón, Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú

Dra. Alicia Bartra Reátegui, Universidad Nacional de San Martín, Perú

Dr. Orlando Ríos Ramírez, Universidad Nacional de San Martín, Perú

MV. MSc. Bernardo López Torres, Universidad Complutense de Madrid, España

MV. MSc. Alfredo Delgado Castro, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú

Mbgo. MSc. Heriberto Árevalo Ramírez, Universidad Nacional de San Martín, Perú

MV. MSc. Luis Murga Valderrama, Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza De Amazonas

PhD. Cesar Gavidia Chucán, Universidad Nacional Mayor San Marcos, Perú

PhD. Carlos Gomez Bravo, Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú

Mg. Sc. Carlos Cucho Dolmos, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú

Mg. Sc. Juan Calos Solano Ayala, Universidad Peruana Los Andes, Perú

Dr. Ala Tabor, University of Queensland, Australia

PhD. Khaterine Cinthia Salazar Cubillas, Universidad de Hohenheim, Alemania

PhD. Edwin Alberto Mellisho Salas, Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú

Mg. Sc. Hugo Frías Torres, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazona, Perú

PhD. Pedro Luis Ortiz Oblitas, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú

MV. MSc. Manuel José More Montoya, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú

MV. Mg. Luis Manuel Barrios Arpi, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú

MV. Wilfredo Huanca López, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú

MV. Willian Fahríd Huanca Mori, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú

Gestor de la revista

Ing. Juan Carlos Velasco Mises, Universidad Nacional de San Martín, Perú

Secretario editorial

Ing. Lloy Pool Pinedo Tuanama, Universidad Nacional de San Martín, Perú

Bach. Jorge Navarro Cabrera, Universidad Nacional de San Martín, Perú

Diagramadora

Est. Kasidy Argandoña Del Aguila, Universidad Nacional de San Martín, Perú

Correctora de estilo

Bach. Itzel Garagay Mozombite, Universidad Nacional de San Martín, Perú

Soporte Tecnológico Informático

Est. Deyver Montenegro Fernandez, Universidad Nacional de San Martín, Perú

Diseño gráfico editorial

Lic. Manuel Angel Rojas Torres, Universidad Nacional de San Martín, Perú

Índice

Editorial

- Sistema silvopastoril, alimentación y biotecnología para una producción animal sustentable** e408
Silvopastoral system, feeding and biotechnology for sustainable animal production
Puicón-Niño-de-Guzmán, V. H. & Gutiérrez-Arce, F.

Artículos originales

- Parámetros productivos de cuyes mejorados en tres densidades de crianza, distrito de Tocache** e357
Productive parameters of guinea pigs improved in three rearing densities, district of Tocache
Ramírez-Navarro, W. & Cárdenas-Alayo, C.T.

- Conducta de Pastoreo de vacas Fleckvieh alimentadas con Rye Grass-Trébol en Cutervo, Perú** e396
Grazing Behavior of Fleckvieh cows fed Rye Grass-Clover in Cutervo, Peru
Terán-Piña, J. C., Oliva-Cabanillas, F. J., Gutiérrez-Arce, W. J., Rojas-Vásquez, Z., Gutiérrez-Arce, F. B. & Coronado-León, J. F.

- Caracterización molecular y determinación del carácter probiótico de las bacterias ácido lácticas aisladas del microbioma gastrointestinal del pollo en crecimiento** e395
Molecular characterization and determination of the probiotic character of lactic acid bacteria isolated from the gastrointestinal microbiome of the growing chicken
Baylon-Cuba, M. V., Apaestegui-Livaque, R., Vásquez-Rojas, L., Fabian-Domínguez, F. & Mialhe, E.

- Efecto de un plan alimenticio sobre el crecimiento en hembras Holstein – Friesian desde el nacimiento hasta un mes pos destete** e397
Effect of a feeding plan on growth in Holstein-Friesian females from birth to one month after weaning
Gutiérrez-Arce, W., Gutiérrez-Arce, F., Murga-Moreno, C., Vallejos-Fernández, L., Terán-Piña, J. & Rojas-Vásquez, Z.

- Sistemas silvopastoriles para la producción ganadera en el Centro de Producción Limón Rocío de la UNSM-T** e398
Silvopastoral systems for livestock production at the Limón Rocio Production Center of the UNSM-T
Roque-Alcarraz, R. E., Silva del Águila, J. G. & Barrera Lozano, M.

Artículo de revisión

- Condición de una pastura y su relación con el patrón de ingestión en vacas Holstein** ... e394
Condition of a pasture and its relationship with the ingestion pattern in Holstein cows
Gutiérrez-Arce, F., Rojas-Vásquez, Z., Gutiérrez-Arce, W. & Terán-Piña, J.



Sistema silvopastoril, alimentación y biotecnología para una producción animal sustentable

Silvopastoral system, feeding and biotechnology for sustainable animal production

Puicón-Niño-de-Guzmán, Víctor Humberto^{1*}

Gutiérrez-Arce, Felipe¹

¹Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú

Recibido: 11 Jul. 2022 | Aceptado: 15 Jul. 2022 | Publicado: 20 Jul. 2022

Autor de correspondencia*: vhpuicon@unsm.edu.pe

Cómo citar este artículo: Puicón-Niño-de-Guzmán, V. H. & Gutiérrez-Arce, F. (2022). Sistema silvopastoril, alimentación y biotecnología para una producción animal sustentable. *Revista de Veterinaria y Zootecnia Amazónica*, 2(2), e408. <https://doi.org/10.51252/revza.v2i2.408>

EDITORIAL

El alcance del potencial productivo animal con las consecuentes mejoras en el panorama holístico de la actividad agropecuaria, representa uno de los fines más importantes que tienen en común la biotecnología y la alimentación animal (Hamed, 2016). Ello explica la relación que han venido sosteniendo hace varios años y se expresa en los distintos trabajos de investigación (Alagawany et al., 2022; Bonneau & Laarveld, 1999) que han evidenciado resultados con una perspectiva más integral, puesto que ambas ciencias han sabido complementarse con eficiencia. Por ello, es de suma importancia que los investigadores en el área insistan en plantear investigaciones que busquen analizar estos factores y que se genere mayores luces para lograr una producción animal sustentable y amigable con la naturaleza, para satisfacer las necesidades alimenticias de la población. Ello exige también el permanente trabajo interdisciplinario, donde los resultados dejen ver la transversalidad de los objetivos planteados.

Cabe indicar que médicos veterinarios, ingenieros zootecnistas, agrónomos y profesionales relacionados a la producción animal deben orientar su trabajo e investigación para poder llevar a cabo la realidad de una producción animal sustentable, sosteniéndose en directrices como la identificación de factores y recursos disponibles en la unidad productiva para desarrollar e implementar una planeación con enfoque agroecológico, sostenible y rentable, además de manejar diferentes alternativas para una nutrición orgánica apropiada, aspectos basados en el bienestar animal y cuidado ambiental, las cuales se consideran pilares del futuro de la producción animal a nivel mundial, de los cuales, se requiere que los profesionales de hoy en día deban alinearse en la actualidad (Saltijeral Oaxaca et al., 2003).

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alagawany, M., Farag, M. R., Sahfi, M. E., Elnesr, S. S., Alqaisi, O., El-Kassas, S., Al-wajeih, A. S., Taha, A. E., & Abd E-Hack, M. E. (2022). Phytochemical characteristics of Paulownia trees wastes and its use as



unconventional feedstuff in animal feed. *Animal Biotechnology*, 33(3), 586-593.
<https://doi.org/10.1080/10495398.2020.1806074>

Bonneau, M., & Laarveld, B. (1999). Biotechnology in animal nutrition, physiology and health. *Livestock Production Science*, 59(2-3), 223-241. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(99\)00029-9](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(99)00029-9)

Hamed, I. (2016). The Evolution and Versatility of Microalgal Biotechnology: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(6), 1104-1123. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12227>

Saltijeral Oaxaca, J. A., Cordova Izquierdo, A., & Pérez Gutiérrez, J. F. (2003). Producción Animal Sustentable. *Foro Nacional sobre la Incorporación de la Perspectiva Ambiental en la Formación Técnica y Profesional UASLP*, 18.
https://www.researchgate.net/publication/242663417_Produccion_animal_sustentable



Parámetros productivos de cuyes mejorados en tres densidades de crianza, distrito de Tocache

Productive parameters of guinea pigs improved in three rearing densities, district of Tocache

Ramírez-Navarro, Williams^{1*}

Cárdenas-Alayo, Carmen Teodoro¹

¹Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú

Recibido: 19 Abr. 2022 | **Aceptado:** 03 Jun. 2022 | **Publicado:** 20 Jul. 2022

Autor de correspondencia*: wramirezn@unsm.edu.pe

Cómo citar este artículo: Ramírez-Navarro, W. & Cárdenas-Alayo, C. T. (2022). Parámetros productivos de cuyes mejorados en tres densidades de crianza, distrito de Tocache. *Revista de Veterinaria y Zootecnia Amazónica*, 2(2), e357.

<https://doi.org/10.51252/revza.v2i2.357>

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el espacio adecuado para mejorar los parámetros productivos y reproductivos de la crianza de cuyes; los objetivos específicos fueron: evaluar la adaptabilidad climática, parámetros productivos y densidad adecuada para las líneas mejoradas de cuyes Perú, Inti y criollo. Se evaluaron 216 cuyes, utilizando la metodología bioclimática de temperatura, sistema de alimentación mixta y diferentes densidades de cuyes mejorados y criollos en un área de 1 m²; el estudio realizado fue de tipo aplicativo y de nivel explicativo, utilizando el diseño experimental DBCA (Diseño bloque completamente al azar); los datos producto de la recopilación de la variable peso y su relación, fueron procesados en el programa Excel, mediante el análisis de varianza (ANOVA). Concluyendo, que el cuy de la línea Perú relativamente responde mejor las 3 densidades poblacionales (5, 6 y 7 cuyes) bajo las condiciones de espacio vital de 1 m² en la variable condiciones climatológicas; mientras los cuyes de las líneas Inti y Criollo en las mismas densidades muestran mejor desarrollo y crecimiento en relación al peso. En cuanto a cuyes de la línea Perú e Inti han demostrado incremento promedio de peso en 20 gramos y los cuyes de la línea Criolla expresaron peso de 15 gramos por semana.

Palabras clave: clima; indicador reproductivo; líneas de cuyes; sistema de alimentación

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the adequate space to improve the productive and reproductive parameters of guinea pig breeding; the specific objectives were to evaluate the climatic adaptability, productive parameters and adequate density for the improved lines of Peru, Inti and Creole guinea pigs. 216 guinea pigs were evaluated, using the bioclimatic methodology of temperature, mixed feeding system and different densities of improved and creole guinea pigs in an area of 1 m²; the study carried out was of an application type and explanatory level, using the DBCA experimental design (completely randomized block design); The data resulting from the collection of the weight variable and its relationship were processed in the Excel program, through the analysis of variance (ANOVA). Concluding, that the guinea pig of the Peru line relatively responds better to the 3 population densities (5, 6 and 7 guinea pigs) under the conditions of a living space of 1 m² in the climatic conditions variable; while the guinea pigs of the Inti and Criollo lines at the same densities show better development and growth in relation to weight. Regarding guinea pigs from the Peru and Inti lines, they have shown an average increase in weight of 20 grams and guinea pigs from the Criolla line expressed a weight of 15 grams per week.

Keywords: climate; reproductive indicator; guinea pig lines; feeding system



1. INTRODUCCIÓN

El cuy es un mamífero roedor originario de las zonas andinas de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú (Chauca Francia et al., 1994), su crianza es una actividad importante para la alimentación de las familias campesinas, y las crías nacen con pelos, caminan y a las pocas horas de nacidas ya comen solas (Aliaga Rodríguez, 1979). Sin embargo, el manejo inadecuado no ha permitido garantizar una producción continua. Por ello, es necesario conocer y practicar la crianza técnica para aprovechar mejor este valioso recurso alimenticio (Castañeda, 2015). La nutrición y alimentación son actividades fundamentales en la producción de cuyes, los cuales exigen, al igual que otras especies domésticas, una planificación adecuada para garantizar una producción acorde a su potencial genético (Canchignia Mejía, 2012).

El cuy requiere de forraje verde, ya que igual que los primates no sintetiza vitamina la cual tiene que obtenerse en los pastos verdes, así mismo para incrementar su crecimiento es necesario aumentar el consumo de materia seca por tanto aumentar el consumo de granos o alimentos balanceados que cubran los requerimientos nutricionales, por lo que se considera que los cuyes criados para producción de carne tienen que ser alimentados con un sistema de alimentación mixto que consiste en un alimento concentrado y un forraje verde (Grefa Reasco, 2012).

La crianza de cuy destinado a carne se basa en dos sistemas de alojamiento: en la poza (cama profunda) o en la jaula (red de piso de alambre). No hay trabajo en que se analicen condiciones ambientales ideales para la cría de cuy, con una especial atención en los parámetros de producción, comportamiento y bienestar. La elección de la poza o jaula como sistema productivo es una decisión subjetiva del ganadero sobre las bases de las creencias no científicas. En otras especies como el conejo, la cama profunda es desfavorable debido al mayor riesgo de contaminación con *Coccidiasis* y *Salmonelosis* (Szendrő & Dalle Zotte, 2011).

La creciente demanda y las condiciones climáticas adversas obligan al productor, entre otros aspectos, a buscar innovaciones en las instalaciones que permitan que los animales no sean expuestos a condiciones de estrés y por ende realizar una producción constante durante todo el año, bajo un mismo sistema de crianza (Huamaní, 2017). Por otra parte, en la actualidad muchos productores se centran en utilizar un solo programa de alimentación o un solo tipo de alimento; no teniendo en cuenta la inversión de instalaciones que permita mejorar las condiciones ambientales en las que son expuestos los animales, es así que el consumo de alimento, líneas mejoradas y la ganancia de peso de los animales en muchos casos se ven afectados por el tipo de ambiente de crianza, generando una baja ganancia de peso durante el crecimiento y engorde de los cuyes (Huamaní, 2017).

Hoy en día la crianza de cuyes debe orientarse y consolidarse como una explotación intensiva basada en aspectos técnicos de manejo, alimentación y mejoramiento genético; es por ello, que la investigación tiene como finalidad el estudio de los parámetros productivos de las principales líneas genéticas de cuyes Perú, Inti y Criollo. Así como también trata de medir la ganancia de peso en las tres líneas genéticas de cuyes en tres diferentes densidades a nivel de jaulas, en la etapa de crecimiento y engorde bajo las mismas condiciones bioclimáticas, alimentación mixta y sistema de manejo tecnificado.

Presenta las interrogantes: ¿Cuál es la densidad poblacional en jaulas para mejorar los parámetros productivos de la crianza de cuyes mejorados en el distrito de ToCACHE-San Martín? ¿Cuál es la adaptabilidad climática de cuyes mejoradas: ¿Perú e Inti, en las diferentes densidades poblacionales de crianza en jaulas para cuyes en la fase de crecimiento? ¿Cuál es el parámetro productivo de ganancia de peso, en las diferentes densidades poblacionales de crianza en jaulas para cuyes de la Línea Perú e Inti en la fase de crecimiento? ¿Cuál es la densidad poblacional para la cría de cuyes mejorado manejados en jaulas en condiciones climáticas tropicales de Selva Alta?

Por otro lado, plantea los siguientes objetivos: Evaluar el parámetro productivo de ganancia de peso en cuyes mejorados en tres densidades poblacionales de crianza en jaulas de la fase de crecimiento; analizar la adaptabilidad climática de las especies mejoradas de las líneas de cuyes en las diferentes densidades poblacionales de crianza en jaulas para cuyes de la línea Perú e Inti en la fase de crecimiento; determinar el parámetro productivo de ganancia de peso, en las diferentes densidades poblacionales de crianza en jaulas para cuyes de la línea Perú e Inti en la fase de crecimiento y evaluar el efecto de las tres densidades poblacionales para la cría de cuyes mejorados manejados en jaulas bajo condiciones climáticas tropicales de selva alta, en el distrito de Tocache-San Martín.

La investigación permite determinar los parámetros productivos y requerimientos de densidad para el crecimiento y desarrollo de las razas de cuyes: Perú, Inti y Criollo, por ser un sistema nuevo de crianza en la Región San Martín adaptando sistemas utilizados en otras regiones. Asimismo, contribuye el estudio a la crianza de cuyes, permitiendo generar ingresos para los productores y fuente alimenticia para los consumidores, en el distrito de Tocache.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Universidad Nacional de San Martín, sede Tocache, ubicada en el km 7 de la Carretera Tocache-Uchiza, con un clima de 25,2°C, de temperatura y una precipitación pluvial de 2 560 mm. El acceso al distrito de Tocache es a través de vía Terrestre. La intervención fue en dos periodos de tiempo: el primer periodo “pre-experimental” tuvo una duración de 30 días de adaptación, y el segundo periodo, “experimental”, comprendió una duración total de 12 semanas.

Materiales de campo

a) Infraestructura

Construcción de galpón de crianza

La construcción del galpón de crianza de cuyes fueron 6 mts. de ancho por 30 mts, de largo y una altura de 2,5 mts. Techo de calamina de doble claraboya, muro perimetral de 1,5 mts. de altura con una cobertura de malla metálica, equipado con una puerta metálica de 1,8 mts, de luz; y con piso de cemento frotachado de 60 m².

Construcción de jaulas

Se confeccionó 12 jaulas, de 3 mts. de largo por 1mt. de ancho; divididos internamente en 3 compartimientos de 1 m², para las 4 repeticiones de cada tratamiento. Hubo 3 tratamientos con 4 repeticiones cada uno; por cada tratamiento utilizaron 4 jaulas.

b) Equipos

- 01 balanza electrónica gramera de 3 kg. De capacidad.
- 36 comederos para cuy, tipo vasija.
- 36 bebederos para cuy, tipo vasija.
- 01 termo higrométrico.
- 10 gazaperas.
- 01 botiquín veterinario.
- 01 machete para cortar el pasto.

c) Alimento

Se instaló una parcela de ¼ ha, de pasto forrajero: como kudzu, elefante morado, King Grass; y con una provisión de 2000 kilos de alimento balanceado para el desarrollo del estudio.

Productos veterinarios

Se utilizó productos antiparasitarios externos e internos, vitaminas y antibióticos para el tratamiento sanitario de los animales: *Vetonic* con nucleótidos os, *Neo-terraciclina ws*, *Ectonil Pour On* y *Biomisil 0,1%*.

2.1. Materiales experimentales

La población de animales destinados para la investigación fue 180 hembras y 36 machos, todos de las líneas Perú, Inti y Criollo; los cuales no debían haber iniciado la etapa de reproducción. Para tal efecto, la selección de los animales estuvo en función al peso, mostrando valores menores a los requeridos para el inicio reproductivo, oscilando entre 545 y 622 gramos para las hembras, y entre 0,9 kg y 1 kg para los machos; presentando en promedio dos y tres meses de edad para las hembras y machos respectivamente. Para el caso de las hembras se juntaron al azar formando grupos de cinco animales por jaula, formándose así los grupos para los tres tratamientos de la investigación; los cuyes se identificaron de acuerdo a la línea. En el caso de los machos se ubicaron 01 animales por jaula. Esta disposición de los animales se mantuvo hasta el empadre llegando a pesar en el empadre promedios para hembras y machos de 816,2 gr y 1,2 kg respectivamente. En el empadre se seleccionaron los mejores cuyes utilizando la proporción de 5:1 (1 macho por 5 hembras) en la misma distribución de la etapa pre-experimental. El macho se mantuvo en jaula junto a las hembras durante toda la fase experimental. Se utilizaron 4 módulos, tres densidades poblacionales, 4 repeticiones cada módulo con un 01 macho para 4, 5 y 6 hembras, con una población de 72 cuyes, para las líneas de cuyes: Perú, Inti y Criolla.

Procedimiento

La población de cuyes de las tres líneas (Perú, Inti y Criollo) fueron evaluados mediante la observación directa durante tres meses y, como instrumento se utilizó la balanza gramera y cartilla de observación. Los cuyes fueron adquiridos de la provincia de Huánuco, y tuvieron un proceso de adaptación de aproximadamente treinta (30) días, luego se procedió a realizar las evaluaciones. La crianza se ha realizado en jaulas diseñadas para tal efecto, observando respuesta satisfactoria, adaptación al clima, la alimentación para las tres líneas fue de 90% de forraje y 10% de alimento concentrado, estas se procesaron en el programa de software Excel. La alimentación o ración para las líneas de cuyes Perú, Inti, y Criollo ha sido de 90% de forraje y el 10% de alimento concentrado.

2.2. Sistema Hipótesis

La hipótesis planteada fue:

Ha: Las medias del parámetro productivo de ganancia de peso de las líneas genéticas de Perú, Inti y Criollo en la fase de crecimiento de cuyes bajo tres densidades poblacionales de crianza en jaulas son diferentes.

Ho: Las medias del parámetro productivo de ganancia de peso de las líneas genéticas de Perú, Inti y Criollo en la fase de crecimiento de cuyes bajo tres densidades poblacionales de crianza en jaulas son iguales.

2.3. Sistema de variables

a) Variable Independiente:

Líneas de cuy:

- Perú por 3 densidades poblacionales (5, 6 y 7 cuyes/m²)
- Inti por 3 densidades poblacionales (5, 6 y 7 cuyes/m²)
- Criollo por 3 densidades poblacionales (5, 6 y 7 cuyes/m²)

b) Variable Dependiente:

Parámetro productivo:

- Ganancia de peso (GP): Kg.

3. RESULTADOS**3.1. Efecto de las tres (3) densidades poblacionales de la línea Inti**

La ganancia de peso, como producto de la primera y segunda evaluación de peso de la línea inti promedio (gramos), indica que la densidad 1 (5 cuyes/m²) se obtuvo mejor peso promedio (450,75 gr) (487,50 gr) en comparación de las 2 densidades poblacionales (6 y 7 cuyes/m²) de 400,25 y 427,00; 437,50 y 463,25 gramos respectivamente.

3.2. Efecto de las tres (3) densidades poblacionales de la línea Perú

Los resultados sobre ganancia de peso, como producto de la primera y segunda evaluación de peso se observaron que la densidad 2 (6 cuyes/m²) tuvo mejor peso (432,25 gr) (461,25 gr) en promedio en comparación de las 2 densidades poblacionales (5 y 7 cuyes/m²) de 423,25 y 429,00; 459,75 y 438,75 gramos.

3.3. Efecto de las tres (3) densidades poblacionales de la línea Criolla

Los resultados sobre ganancia de peso, como producto de la primera y segunda evaluación de peso de la línea Criolla en promedio (gramos), se observaron que la densidad 2 (6 cuyes/m²) tuvo mejor peso promedio (356,25 gr) y (378,50 gr) en comparación de las 2 densidades poblacionales (5 y 7 cuyes/m²) con 320,25 y 277,25; 335,50 y 277,25 gramos.

3.4. Comparativo entre las densidades poblacionales de la línea Inti

La ganancia de peso (gr), en la evaluación de la línea Inti muestra incremento en la repetición 2, mejor en la repetición 4 de la segunda evaluación, en comparación a la repetición 3 de la densidad 1 (5 cuyes/m²) de más 500 gr y 550 gr.

Sin embargo, la ganancia de peso (gr), las evaluaciones de la línea Inti indica se observa un alto incremento en la repetición 2 en comparación a las repeticiones 1, 3 y 4 que fueron bajos de la segunda evaluación, en comparación a las repeticiones de la primera evaluación que hubo una bajada desde la repetición 01 al 04 de la densidad 2 (6 cuyes/m²) de más 465 gr y casi a 430 gr.

De igual forma la ganancia de peso (gr), de ambas evaluaciones de la línea Inti se observaron un alto incremento de peso desde la repetición 3 y 4 en forma ascendente, en comparación a las repeticiones 1 y 2 que fueron ascendiendo relativamente para llegar a la repetición 3 de la segunda evaluación, en comparación a las repeticiones de la primera evaluación que hubo una ascendencia desde la primera repetición 1 hasta la 3 repetición y manteniéndose a la 4 repetición de la densidad 3 (7 cuyes/m²) de más 490 gr y casi a 450 gr de peso.

3.5. Comparativo entre las densidades poblacionales de la línea Perú

En cuanto a ganancia de peso (gr), en las evaluaciones de la línea Perú se observaron alto incremento de peso en la repetición 3 que, en 2, 1 y 4 de la segunda evaluación, en comparación a la repetición 3 de la densidad 1 (5 cuyes/m²) de 520 gr, de 475 gr.

Así mismo la ganancia de peso (gr), de las evaluaciones de la línea Perú, se observaron, mayor incremento de peso en la repetición 3 y 4, menor que 2 y 1 de la segunda evaluación, en comparación a la repetición 2 y 3 mantienen casi el mismo peso y descienden de 2 al 1 y del 3 a la 4 repetición de la primera evaluación de la densidad 2 (6 cuyes/m²) de más 490 gr y casi a 460 gr.

Los resultados en ganancia de peso (gr), de la evaluación de la línea Perú s), se observa mayor incremento de peso entre la repetición 2 y 3, menores en la repetición 2 a 1 y de 3 a 4 de la segunda evaluación, en comparación a la repetición 3 que tiene un pico elevado de peso y descienden de 3, 2 al 1 y del 3 a la 4 repetición de la primera evaluación de la densidad 3 (7 cuyes/m²) de más 470 gr y casi a 450 gr.

3.6. Comparativo entre líneas mejoradas de incremento de peso

Comparando entre densidades y por repeticiones de la misma línea Inti, los resultados demuestran, mayor incremento de peso a nivel de densidad 2 (37,25 gr) que las densidades 1 y 3 (36,50 gr) y (36,25 gr). No existe diferencia significativa al nivel de significancia de $0,995 > 0,05$ del nivel de precisión o error a nivel de ambas líneas (Inti y Perú) materia de la investigación.

3.7. Comparativo entre la línea Inti y Perú relacionado a la densidad poblacional

Los resultados de incremento de peso (gr), de las evaluaciones se observaron un mínimo incremento de peso de la línea Inti (36,75 gr) en relación a la línea Perú (36,50 gr).

4. DISCUSIÓN

La línea de cuy Inti evaluadas en jaulas con densidades poblacionales de 5, 6 y 7 en un (1) m², bajo las mismas condiciones bioclimáticas de la zona, de temperatura promedio de 25,2°C y alimentación mixta de concentrado con forraje de kudzu, pasto elefante morado y King Grass; la ganancia de peso en la primera y segunda evaluación hubo un mejor promedio de peso en la densidad 1 de 5 cuyes / m² de 450,75 y 487,50 gr respectivamente. Resultados obtenidos, corrobora con (Uvidia & Agiar, 2021) que recomienda áreas de 5 a 8 cuyes reproductores por m², que tiene mucha relación con el peso de los cuyes; permitiendo estar en el rango permisible de la densidad.

La línea de cuy Perú evaluadas en jaulas con densidades poblacionales de 5, 6 y 7 en un (1) m², bajo condiciones bioclimáticas de temperatura promedio de 25,2°C y la alimentación mixta de concentrado con forraje de kudzu, pasto elefante morado y King grass; la ganancia de peso tanto en la primera y segunda evaluación se obtuvo mejor peso en la densidad 02 de 6 cuyes / m² de 432,25 y 461,25 gr. Estos resultados corroboran con los autores Uvidia & Agiar (2021) que recomienda utilizar áreas de 5 a 8 cuyes reproductores por m², teniendo mucha relación con el peso de los cuyes; estando en el rango de la densidad población mínima que marca la diferencia de peso de la densidad de 6 cuyes/m².

La línea de cuy Criolla evaluadas en jaulas con densidades poblacionales de 5, 6 y 7 en un (1) m², bajo condiciones bioclimáticas de temperatura promedio de 25,2°C y a la alimentación mixta de concentrado con forraje de kudzu, pasto elefante morado y King grass; en cuanto a la ganancia de peso tanto en la primera evaluación como en la segunda evaluación, hubo un mejor peso en la densidad 2 de 6 cuyes / m² de 356,25 y 378,50 gr respectivamente. Estos resultados obtenidos, corrobora (Uvidia & Agiar, 2021) que recomienda áreas que van entre 5 a 8 cuyes reproductores por m², teniendo relación con el peso de los cuyes; ya que estuvieron dentro del rango de la densidad población mínima que marca la diferencia de peso de la densidad de 6 cuyes/m².

La línea de cuy Inti evaluadas en jaulas con densidades poblacionales de 5, 6 y 7 en un (1) m², bajo condiciones bioclimáticas de temperatura promedio de 25,2°C y a la alimentación mixta de concentrado con forraje de kudzu, pasto elefante morado y King grass; el incremento de peso en la primera y segunda

evaluación, hubo un mejor incremento de peso en la densidad 2 de 6 cuyes / m² de 37,25 gr. que en las densidades 1 (36,50 gr) y 3 (36,25 gr). Con respecto a la línea de cuy Perú evaluadas en jaulas con densidades poblacionales de 5, 6 y 7 cuyes en un (1) m², en las condiciones bioclimáticas de temperatura promedio de 25,2°C, alimentación mixta de concentrado con forraje de kudzu, pasto elefante morado y King grass; el incremento de peso en la primera y segunda evaluación, hubo un mejor incremento de peso en la densidad 01 de 5 cuyes / m² de 36,50 gr. que las densidades 2 y 3 (29,00 gr) (34,75 gr). Estos resultados corroboran con (Uvidia & Agiar, 2021) que recomienda áreas 5 a 8 cuyes reproductores por m², que tiene mucha relación con el peso de los cuyes; y que están dentro del rango de la densidad población mínima que marca la diferencia de peso de la densidad de 5 y 6 cuyes/m².

Comparando las líneas de Inti y Perú en las 3 densidades poblacionales por un m², los resultados sobre incremento de peso, como producto de ambas evaluaciones de peso en promedio (gramos), bajo las condiciones bioclimáticas, de temperatura promedio de 25,2°C y a la alimentación mixta de concentrado con forraje de kudzu, pasto elefante morado y King grass; las 3 densidades ha superado en incremento de peso en promedio la línea Inti en comparación con la línea Perú: Densidad 01: Inti= 36,75 gr.; Perú= 36,50 gr.; Densidad 2: Inti= 37,25 gr.; Perú= 29,00 gr. y Densidad 3: Inti= 36,25 gr.; Perú= 34,75 gr. De tal manera, el incremento de peso como parámetro productivo de las líneas Inti y Perú no se diferencia en las 3 densidades, corroborado por (Graciela Yamada et al., 2019), en su página web, indica que la línea Perú en cuanto a la producción de la progenie reporta cifras de 176 gr de peso al nacimiento, 326 gr de peso vivo al desde, 1,041 gr de peso vivo a las 8 semanas en los machos, cifras que no existen diferencias significativas con respecto a la línea Inti.

5. CONCLUSIONES

La línea de cuy Inti evaluadas en jaulas con densidades poblacionales de 5, 6 y 7 en un (1) m², lograron mejor ganancia de peso, en la densidad 1 de 5 cuyes / m² de 469,125 gr. Estos resultados obtenidos aplicando el ANOVA, no hay diferencia significativa en los promedios de las 3 densidades en promedio de ganancia de peso.

La línea de cuy Perú evaluadas en jaulas con densidades poblacionales de 5, 6 y 7 cuyes en un (1) m², lograron mejor ganancia de peso, en la densidad 2 de 6 cuyes/m² de 446,75 gr. Estos resultados obtenidos aplicando el ANOVA, hubo diferencia significativa de la densidad 2 en comparación con las densidades 1 y 3 mejorando el parámetro productivo en relación a la ganancia de peso.

La línea de cuy Criolla evaluadas en jaulas con densidades poblacionales de 5, 6 y 7 cuyes en un (1) m², lograron mejor ganancia de peso, en la densidad 2 de 6 cuyes / m² de 367,375 gr. Estos resultados obtenidos aplicando el ANOVA, hubo diferencia significativa de la densidad 2 en comparación con las densidades 1 y 3 mejorando el parámetro productivo en relación a la ganancia de peso.

La línea de cuy Inti evaluadas en jaulas con densidades poblacionales de 5, 6 y 7 cuyes en un (01) m², lograron mejor incremento de peso, en la densidad 2 de 6 cuyes / m² de 37,25 gr. Estos resultados obtenidos aplicando el ANOVA, no hay diferencia significativa de la densidad 2 en comparación con las densidades 1 y 3 mejorando el parámetro productivo en relación al incremento de peso.

La línea de cuy Perú evaluadas en jaulas con densidades poblacionales de 5, 6 y 7 cuyes en un (1) m², lograron mejor incremento de peso en la densidad 1 de 5 cuyes/m² de 36,50 gr. Estos resultados fueron aplicados el ANOVA, no hay diferencia significativa de la densidad 01 en comparación con las densidades 2 y 3 mejorando el parámetro productivo en relación al incremento de peso.

Comparando las líneas de Inti y Perú en las 3 densidades poblacionales por un (1) m², el incremento de peso, en las 03 densidades ha superado en promedio la línea Inti de 36,75 gr en comparación con la línea Perú de 33,42 gr. Los resultados obtenidos fueron aplicados en el ANOVA, no hubo diferencia significativa

en las 3 densidades en el incremento de peso en comparación con las líneas de cuyes Inti y Perú, mejorando el parámetro productivo en relación al incremento de peso.

FINANCIAMIENTO

Ninguno.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización: Ramírez-Navarro, W. y Cárdenas-Alayo, C. T.

Curación de datos: Ramírez-Navarro, W. y Cárdenas-Alayo, C. T.

Análisis formal: Ramírez-Navarro, W. y Cárdenas-Alayo, C. T.

Investigación: Ramírez-Navarro, W. y Cárdenas-Alayo, C. T.

Metodología: Ramírez-Navarro, W. y Cárdenas-Alayo, C. T.

Supervisión: Cárdenas-Alayo, C. T.

Validación: Ramírez-Navarro, W.

Redacción - borrador original: Ramírez-Navarro, W. y Cárdenas-Alayo, C. T.

Redacción - revisión y edición: Ramírez-Navarro, W. y Cárdenas-Alayo, C. T.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aliaga Rodríguez, L. (1979). *Producción de cuyes*. Universidad Nacional del Centro del Perú (ed.); 1st ed.).

Canchignia Mejia, T. M. (2012). *Probiótico Lactina (α BG2210138) más enzimas (SSF) en dietas a base de Palmiste en crecimiento engorde de cuyes mejorados* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/2148>

Castañeda, N. (2015). Asistencia Técnica dirigida en crianza tecnificada de cuyes. In *Crianza Tecnificada de Cuyes* (1st ed.). Instituto Nacional de Investigación Agraria.

Chauca Francia, L., Zaldivar Abanto, Marco Muscari Greco, J., & Higaonna Oshiro, Rosa Gamarra Montenegro, Julio Florian Alcantara, A. (1994). Proyecto de sistemas de producción de cuyes. *INIA - CIID*, 9(65), 87. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/341>

Graciela Yamada, A., Víctor Bazán, R., & Nadia Fuentes, N. (2019). Comparación de parámetros productivos de dos líneas cárnicas de cuyes en la costa central del Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 30(1), 240–246. <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i1.15678>

Grefa Reasco, D. A. (2012). *Evaluación de los tamaños de camada al nacimiento y su influencia en los parámetros productivos en cuyes* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/2225>

Huamaní, E. N. (2017). *Engorde de cuyes en pozas y jaulas con piso emparrillado de plástico* [Universidad Nacional Agraria la Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3433>

Szendró, Z., & Dalle Zotte, A. (2011). Effect of housing conditions on production and behaviour of growing meat rabbits: A review. *Livestock Science*, 137(1–3), 296–303. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.11.012>

Uvidia, H., & Agiar, S. (2021). Análisis del manejo, producción y comercialización del cuy (*Cavia porcellus* L.) en Ecuador. *Revista Científica de Ciencias Técnicas y Aplicadas*, 7(6).
<https://www.dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2377/5218>

Conducta de pastoreo de vacas Fleckvieh alimentadas con Rye Grass-Trébol en Cutervo, Perú

Grazing Behavior of Fleckvieh cows fed Rye Grass-Clover in Cutervo, Peru

 Terán-Piña, Julio César^{1*}

 Oliva-Cabanillas, Fresya Jasmín²

 Gutiérrez-Arce, Walter Julián¹

 Rojas-Vásquez, Zulema¹

 Gutiérrez-Arce, Felipe Baltazar¹

 Coronado-León, José Fernando²

¹Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú

²Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú

Recibido: 25 May. 2022 | Aceptado: 30 Jun. 2022 | Publicado: 20 Jul. 2022

Autor de correspondencia*: jteran@unsm.edu.pe

Cómo citar este artículo: Terán-Piña, J. C., Oliva-Cabanillas, F. J., Gutiérrez-Arce, W. J., Rojas-Vásquez, Z., Gutiérrez-Arce, F. B. & Coronado-León, J. F. (2022). Conducta de Pastoreo de vacas Fleckvieh alimentadas con Rye Grass-Trébol en Cutervo, Perú. *Revista de Veterinaria y Zootecnia Amazónica*, 2(2), e396. <https://doi.org/10.51252/revza.v2i2.396>

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar el comportamiento ingestivo, número y peso de bocado y consumo de pasto de vacas Fleckvieh alimentadas con pasturas Rye Grass-Trébol en Cutervo, Perú. Para lo cual se evaluaron 8 vacas de esta raza, que se encontraban en el segundo tercio de lactación y alimentadas al pastoreo con praderas con la asociación Rye Grass italiano (*Lolium multiflorum*) "ecotipo cajamarquino", trébol blanco (*Trifolium repens L.*) y trébol rojo (*Trifolium pratense L.*), de aproximadamente 45 días. Para el análisis estadístico se usó estadística descriptiva. En los resultados se obtuvo, que los animales, en promedio, dedicaron mayor tiempo al pastoreo (7,40h \pm 0,86), seguido por las actividades que realizó de manera postrada (rumia: 4,08h; descanso: 4,51h) y las actividades que realizó de pie (rumia: 4,09h; descanso: 3,38h). En cuanto al número de bocado, fue de 50 bocados/min y el peso de bocado fue de 0,46 g MS/ bocado y un consumo de pasto total de 9990 g MS/día. Se determinó que el tiempo de pastoreo es la mayor actividad realizada y que los animales están bajo condiciones de subpastoreo.

Palabras clave: comportamiento ingestivo; rumia; tamaño de bocado; tiempo de pastoreo

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to determine the ingestive behavior, number and weight of bite and grass consumption of Fleckvieh cows fed with Rye Grass - clover pastures in Cutervo, Peru. For which 8 cows of this breed were evaluated, which were in the second third of lactation and fed grazing with meadows with the association Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) "ecotype Cajamarca", white clover (*Trifolium repens L.*) and red clover (*Trifolium pratense L.*), approximately 45 days old. Descriptive statistics were used for statistical analysis. In the results, it was obtained that the animals, on average, spent more time grazing (7.40h \pm 0.86), followed by the activities that they carried out in a prostrate manner (rumination: 4.08h; rest: 4.51h). and the activities performed standing up (rumination: 4.09h; rest: 3.38h). Regarding the number of bites, it was 50 bites/min and the bite weight was 0.46 g DM/bite and a total grass consumption of 9990 g DM/day. It was determined that grazing time is the greatest activity carried out and that the animals are under undergrazing conditions.

Keywords: ingestive behavior; rumination; bite size; grazing time

1. INTRODUCCIÓN

En toda producción lechera que se realiza en forma extensiva, uno de los factores importantes a tener en cuenta, es la respuesta de los animales ante las características que presentan las pasturas. Factores como la calidad, cantidad y distribución del forraje, así como las características físicas y químicas de las mismas, sirven como mecanismos que regulan el pastoreo¹. Además, dentro de estos mecanismos el consumo de materia seca es el más importante ya que limita diariamente el performance de los animales en producción². En este contexto, una de las herramientas de gran importancia que eventualmente puede ser usada por los productores para maximizar la productividad, ajustando el manejo alimenticio de sus animales para así obtener una mejor performance, es el estudio del comportamiento ingestivo (Martínez et al., 2002).

Cutervo es una provincia del departamento de Cajamarca, donde se ha desarrollado en las últimas décadas la crianza de vacas de la raza Fleckvieh, orientada específicamente a la producción de carne y leche a partir de su producción en forma extensiva (Becerra Montenegro, 2015). Cuenta además con un clima privilegiado y con extensas áreas de pastos donde predominan la asociación Rye Grass – Trébol, asociación que es la más difundida no solo en esta provincia sino en todo el departamento y que ha sido mejorada a través de los años con ayuda de riego tecnificado (Escrura M., 2013).

Existen trabajos sobre comportamiento ingestivo, realizados en animales al pastoreo y a partir de esta misma asociación rye gras – trébol en el departamento de Cajamarca, pero son en vacas de Raza Holstein (Hodgson, 2004; Vallejos Fernández, 2009) no contando con datos específicos de comportamiento ingestivo de vacas de la raza Fleckvieh frente a esta asociación forrajera en la provincia de Cutervo.

En este contexto, el objetivo de la presente investigación fue determinar el comportamiento ingestivo, número y peso de bocado y consumo de pasto de vacas Fleckvieh alimentadas con pasturas Rye Grass – Trébol en Cutervo, Perú.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Fundo “La Sola”, ubicado en el Caserío La Sola, distrito de Sókota, al sur oeste de la Provincia de Cutervo, Región Cajamarca. El lugar cuenta con un clima templado-húmedo, una altitud de 1500 y con una temperatura media anual de 18°C. El estudio de campo se llevó a cabo en el mes de enero de 2020, recopilando datos mediante la observación directa de los animales en estudio y para la determinación del consumo de pasto y del peso de bocado, se usó el método del horno microondas, realizado en un pequeño laboratorio que se instaló dentro del fundo.

Las vacas seleccionadas para el estudio se encontraban en el segundo tercio de lactación y eran alimentadas a pastoreo con ayuda de cerco eléctrico móvil con tres movimientos al día.

La pastura con la que se trabajó, corresponde a la asociación Rye Grass italiano (*Lolium multiflorum*) “ecotipo cajamarquino”, trébol blanco (*Trifolium repens* L.) y trébol rojo (*Trifolium pratense* L.), de aproximadamente 45 días. En estas praderas el riego es por aspersion, y el abono con urea y sulfato de amonio, cada 6 meses. El agua en este fundo es ofrecida en bebederos móviles que rotan de potrero en potrero. El ordeño se realizó 2 veces al día, empezando a las 4:00 y 16:00 horas.

Las personas responsables de la recopilación de datos, convivieron con los animales 72 horas antes del levantamiento de información para que estos permanezcan tranquilos en la etapa de recopilación de datos. Las variables estudiadas fueron tiempo de descanso, tiempo de rumia, tiempo de pastoreo, número de bocado, peso de bocado y consumo de pasto siendo evaluadas y presentadas de manera descriptiva.

2.1. Determinación del tiempo de descanso, tiempo de rumia y tiempo de pastoreo

El tiempo de pastoreo, rumia y descanso fueron evaluados cada 10 minutos durante 48 horas continuas, repitiéndose esta evaluación en cada animal del estudio. En la noche se usaron linternas para observar y anotar el comportamiento de pastoreo y rumia. Se designaron dos personas para la evaluación de los animales, previamente entrenadas, para controlar las actividades durante las 48 horas.

2.2. Determinación del número de bocado

Para la determinación del número de bocado, ésta se realizó en el tiempo de pastoreo, siendo considerado este cuando el 60% de los animales están pastando. Cada animal fue observado por 5 minutos continuos usando un cronómetro el cual fue detenido cuando el animal dejó de consumir y nuevamente fue puesto en actividad al reanudarse el pastoreo hasta que se alcanzó los 5 minutos de evaluación. Esta observación y anotación se hizo con todos los animales y a través del control de dos personas que se ubicaron a una distancia apropiada a fin de no impedir el normal comportamiento ingestivo de las vacas.

2.3. Determinación del peso del bocado

El peso de bocado (g MS/bocado) se obtuvo por diferencia de peso entre la pastura ofrecida y la dejada, dividida entre el número de bocados día (Hodgson, 1981). Para recabar esta información se usó el método de las parcelas paralelas, utilizándose un metro cuadrado como referencia. Los bocados por día se estimaron multiplicando el promedio del número de bocados por minuto de cada vaca por el tiempo dedicado al pastoreo y llevado a 24 horas. Para la determinación del porcentaje de materia seca del pasto, se utilizó el método del horno microondas (Crespo et al., 2007).

2.4. Determinación del consumo de pasto

Esta variable se determinó a partir de medidas de comportamiento animal a través de la siguiente ecuación propuesta por Stobbs, (1973):

$$I = TP \times NB \times PB$$

Donde:

I = Consumo (g MS /día)

TP = Tiempo de pastoreo (min /día)

NB = Número (bocados /min)

PB = Peso o tamaño de bocado (g MS /bocado)

Para el análisis estadístico se usó estadística descriptiva expresando el valor obtenido de las variables a través de sus estadígrafos de tendencia central y de dispersión (media, desvío estándar, coeficiente de variabilidad y error experimental) y el tiempo dedicado a cada actividad fue expresado como proporción de tiempo.

La tasa de bocado fue expresada en bocados por minuto, considerándose el promedio durante toda la sesión de pastoreo.

El tiempo de pastoreo efectivo se determinó sumando todos los tiempos que los animales se dedicaron a pastorear durante toda la sesión de pastoreo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Determinación del Tiempo de pastoreo

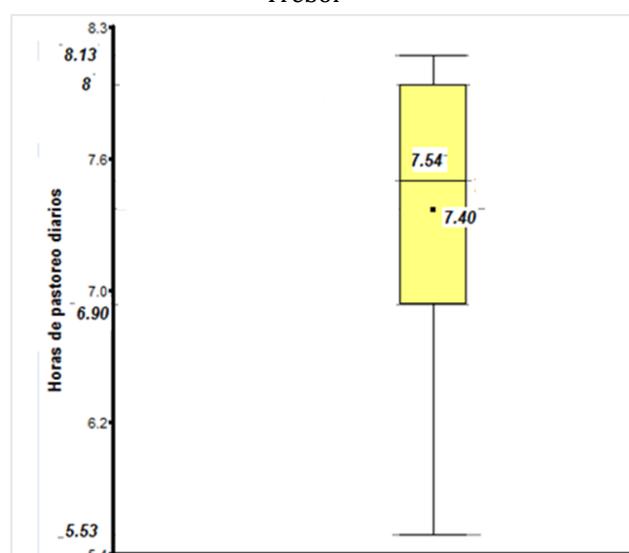
La Tabla 1 nos muestra el tiempo dedicado al pastoreo efectivo, por día, expresado en minutos (443,9) y en horas (7,4). También podremos ver los valores límites del rango, para este indicador. El pastoreo lo realizan en forma discontinua, (mañana, media mañana, tarde y noche) entre 7 a 9 veces al día.

Tabla 1. Determinación del tiempo de Pastoreo en vacas Fleckvieh alimentadas con Rye Grass- Trébol

	Promedio	Mínimo	Máximo
N° Minutos diarios	443,88±51,46	332	488
Horas diarias utilizadas	7,40±0,86	5,53	8,13
N° de veces de pastoreo al día	8±0,76	7	9

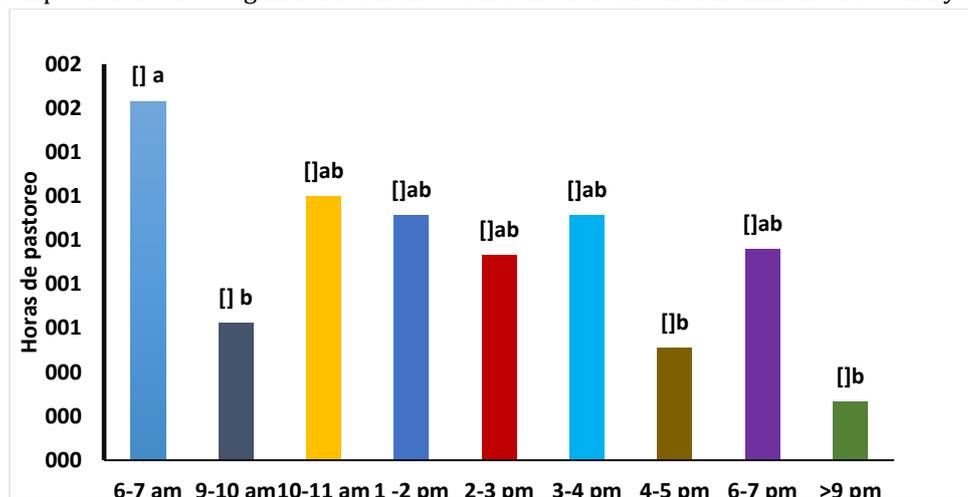
La caja de bigotes (Figura 3) nos permite observar la distribución de la variabilidad de la data del consumo diario, dado que, en el primer cuartil, existe una mayor variabilidad de información, a diferencia del cuartil cuatro, donde se puede notar menor variabilidad.

La Tabla 2 y figura 3, permiten ver una diferencia significativa superior, de tiempo de pastoreo, en las primeras horas del día (6 – 7 am), es decir, es en esta hora donde el animal mostró mayor tiempo dedicado al pastoreo; mientras que en los rangos de 9 – 10 am, 4 – 5 pm y posterior a las 9 pm, se observaron los menores tiempos dedicados al pastoreo.

Figura 1. Caja de bigotes del consumo diario del tiempo de Pastoreo en vacas Fleckvieh alimentadas con Rye Grass- Trébol**Tabla 2.** Tiempo de Pastoreo según hora durante el día en vacas Fleckvieh alimentadas con Rye Grass- Trébol

Hora de inicio	N°	Tiempo			Tiempo en horas
		Promedio Minutos	Mín. (Minutos)	Máx. (Minutos)	
6-7 am	8	97,88±28,96a	73	138	1,63
9-10 am	8	37,38±18,35b	20	77	0,62
10-11 am	8	71,88±55,19ab	6	125	1,20
1-2 pm	8	66,63±45,58ab	25	135	1,11
2-3 pm	8	56,00±33,02ab	16	120	0,93
3-4 pm	7	66,86±45,55ab	12	120	1,11
4-5 pm	6	30,50±46,03b	4	124	0,51
6-7 pm	4	57,50±54,44ab	8	120	0,96
>9 pm	2	16,00±19,80 b	2	30	0,27

Letras diferentes en una misma columna indican diferencia significativa ($P < 0,05$) Prueba de Kruskal Wallis

Figura 2. Tiempo de Pastoreo según hora durante el día en vacas Fleckvieh alimentadas con Rye Grass-Trébol

3.2. Determinación del Tiempo de Rumia

La Tabla 3 nos muestra el tiempo dedicado a la rumia, por día, expresado en minutos (243,8) y en horas (4,1). También podremos ver los valores límites del rango, para este indicador. La rumia la realizan en forma discontinua, entre 3 a 8 veces al día.

Tabla 3. Determinación del tiempo de Rumia en vacas Fleckvieh alimentadas con Rye Grass- Trébol

	Promedio	Mínimo	Máximo
Nº Minutos diarios	243,81±38,06	189	305
Horas diarias utilizadas	4,08±0,62	3,20	5,10
Nº de veces de rumia al día	5,88±1,50	3	8

Con respecto a la posición en la que el animal realizó la rumia (Tabla 4), no se encontró diferencias significativas ($p > 0,05$) entre éstas, dado que dedicó el mismo tiempo tanto a la rumia, echada, como a la rumia, parada (Anexo 3).

Tabla 4. Determinación del tiempo de Rumia según posición en vacas Fleckvieh alimentadas con Rye Grass-Trébol

Posición	Nº	Media en Minutos	Media en Horas
Echada	8	243,63 a	4,08 a
Parada	8	244,00 a	4,09 a

Medias con una letra común en una misma columna no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) LSD Fisher

3.3. Determinación del Tiempo de Descanso

La Tabla 5 nos muestra el tiempo dedicado al descanso, por día, expresado en minutos (235,4) y en horas (3,9). También podremos ver los valores límites del rango, para este indicador. El descanso lo realizan en forma discontinua, entre 4 a 12 veces al día.

Tabla 5. Determinación del tiempo de Descanso en vacas Fleckvieh alimentadas con Rye Grass- Trébol

	Promedio	Mínimo	Máximo
Nº Minutos diarios	235,38±65,94	123	343
Horas diarias utilizadas	3,94±1,1	2,10	5,70
Nº de veces de descanso al día	8,06±2,35	4	12

Con respecto a la posición en la que el animal realizó el descanso (Tabla 6), se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre éstas, dado que dedicó mayor tiempo al descanso, echada que, al descanso, parada (Anexo 4).

Tabla 6. Determinación del tiempo de Descanso según posición en vacas Fleckvieh alimentadas con Rye Grass-Trébol

Posición	Nº	Media en Minutos	Media en Horas
Echada	8	269,25 a	4,51 a
Parada	8	201,50 b	3,38 b

Medias con una letra común en una misma columna no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) LSD Fisher

3.4. Determinación del número de bocado, peso de bocado y consumo de pasto

En el Tabla 7 se muestra el promedio del número de bocados por minuto, tamaño de bocado además del consumo de pasto en materia seca, en potreros con la asociación de forraje en estudio para vacas Fleckvieh.

Tabla 7. Tiempo de pastoreo, número total de bocados, promedio del número, tamaño de bocado y consumo de pasto

Tiempo de pastoreo (min)	444
Número (bocados /min)	50
Número total de bocados (día)	22 200
Tamaño de bocado (gMS /bocado)	0,46
Consumo (g MS /día)	10 212
Peso promedio de las vacas (kg)	550

3.5. Discusiones

Como se puede notar, las horas dedicadas por los animales al pastoreo fue más que otras actividades. Estos resultados concuerdan con Suarez (Suárez et al., 2011), quienes en su evaluación de comportamiento ingestivo diurno en praderas de pasto guinea, también observaron que los animales dedicaban más tiempo al pastoreo que a otras actividades. Este comportamiento se explicaría por la poca materia seca ofertada frente a la carga animal en el potrero, esta característica de los pastos hace que los animales pastoreen durante más tiempo, tratando de cubrir sus requerimientos de materia seca (Dulau, 2007).

Se observó que los animales presentaron pastoreos más altos durante el día, el cual estaría relacionado con los tres movimientos del cerco eléctrico. Esto también fue reportado en el estudio: "Factores que afectan la facilidad de cosecha" en el que se determinó que es una de las limitaciones físicas el pastoreo en franjas, y que los animales esperen la siguiente franja para realizar un nuevo pastoreo. Esta limitación hace que los animales aumenten el consumo durante el movimiento del cerco, debido a que en ese momento hay mayor cantidad de forraje, y es en la cual todos los animales aprovechan a pastorear (Cangiano, 1996).

En general se observó que los animales pastoreaban de manera más notoria en tempranas horas de la mañana disminuyendo los momentos de esta actividad durante el día, pudiendo deberse a las variaciones de la temperatura durante el día. Esto también fue reportado en Cuba en un experimento en donde los animales disminuyeron su consumo, asediados por el calor a pesar que tenían suficiente pasto a disposición (Corso et al., 2004). Al respecto se sabe que cuando hay temperaturas altas, como sucede a ciertas horas del día, los animales disminuyen la ingesta tratando de reducir el estrés, manteniendo de esta manera la temperatura corporal, que lleva cada uno de los animales (McDowell, 1985).

En cuanto a la rumia, se observó que esta actividad fue distribuida durante el día, pero realizada con más frecuencia por las noches, durante el mediodía y la noche (rumia en postración) y parte de la tarde (rumia parada). Este comportamiento alrededor del mediodía, podría ser debido al efecto ambiental. Estos resultados concuerdan con los encontrados en Colombia, donde se demostró que el efecto ambiental traducido en la temperatura, humedad relativa y radiación solar, parámetros que afectan el bienestar animal, afectan todos los parámetros de comportamiento ingestivo, haciendo que los animales pastoreen a horas más frescas y utilicen las horas calurosas para la rumia (Suárez et al., 2011).

Adicionalmente, se notó que no hay diferencias significativas entre la rumia parada y echada o en postración siendo alrededor del mediodía que se muestra un pequeño pico de descanso al cual también se atribuye a los factores ambientales. Sin embargo, el resto de tiempo dedicado al descanso ya sean animales parados o postrados, podría explicarse por el tiempo dedicado al pastoreo en relación a la cantidad del pasto ofertado durante todo el día.

En cuanto al tiempo de pastoreo obtenido en el presente trabajo fue de 444 minutos. Estos datos se asemejan a los descritos por Vallejos Fernández (2009) quien reportó en vacas Holstein y con la misma asociación de forrajes, 477 min de tiempo de pastoreo en uno de los tratamientos con suplementación con fósforo. Debemos tener en cuenta que en este experimento los pastos también eran tratados con abono (urea y sulfato de amonio), por lo tanto, se determinó que el desarrollo o estructura de la planta influye mucho en el tiempo de pastoreo, ya sea por el comportamiento de los animales o por la pastura ofrecida, a mayor calidad de pasto, menor tiempo de pastoreo (Galli et al., 1996).

También con respecto al número de bocados por minuto (50) y el tamaño de los bocados en g (0,46) que se encontraron en este experimento, son similares a los reportados en experimentos realizados en Cajamarca con el mismo tipo de pasturas. Aquí se reportaron un rango de entre 53 – 58 bocados por minuto, siendo responsable de esta variación el tipo de sistema de explotación, intensiva y semi intensiva. Por otra parte, también se reportaron rangos de entre 42 a 57 bocados por minuto, siendo la diferencia la fertilización fosforada y los días de vida de la pastura (Vallejos Fernández, 2009). Como se observa las diferencias con respecto al presente trabajo podría deberse al tipo de explotación que se da en la zona que es extensiva y además al manejo de las pasturas con abono. Esto hace que varíen las características propias de la pastura, las cuales tienen la particularidad de aumentar o disminuir el tamaño del bocado correlacionando de manera positiva el consumo del forraje (Galli et al., 1996). Sin embargo, se debe considerar que tanto el número y el tamaño de bocado no sólo es alterado por la estructura de la planta sino también por muchos otros factores, por ejemplo: producción de biomasa por unidad de área, peso y estado fisiológico del animal, pastoreo, tasa de consumo y las interacciones de todos los componentes de la dieta (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, 2022).

Finalmente, en cuanto al número total de bocados por día en este experimento se reportó 22 200 bocados / día, resultado muy parecido al reportado en el 2008 en Cajamarca, donde en un trabajo que compara crianza extensiva y semi intensiva se demuestra en uno de los grupos de su experimento manejados en el sistema semi intensivo, se obtuvo un valor de 24 645 bocados / día, trabajo realizado también con la misma asociación de forrajes (Vallejos Fernández, 2009).

Esta diferencia se ve marcada como se mencionó anteriormente por la relación de la calidad, cantidad de pasto, así como los factores ambientales discutidos en el presente trabajo.

4. CONCLUSIONES

Se concluye que el tiempo de pastoreo ($7,40 \pm 0,86$) expresado en horas, fue mayor al de las actividades realizadas de manera postrada (rumia: 4,08; descanso: 4,51) así como al de las actividades realizadas a pie (rumia: 4,09; descanso: 3,38). Además, se pudo determinar que, durante toda la etapa de experimentación, los animales mostraron número de bocados por minuto, promedio de 50, así como pesos de bocado promedio de 0,46 g. Por último, se determinó que los animales consumieron 10 kg de MS/día/vaca, por lo que se podría deducir que los animales estuvieron bajo condiciones de sub pastoreo.

FINANCIAMIENTO

Ninguno.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización: Terán-Piña, J. C.

Curación de datos: Oliva-Cabanillas, F. J.; Rojas-Vásquez, Z.; Gutiérrez-Arce, F. B.

Análisis formal: Coronado-León, J. F.; Terán-Piña, J. C.

Investigación: Terán-Piña, J. C.; Oliva-Cabanillas, F. J.; Gutiérrez-Arce, W. J.; Rojas-Vásquez, Z.; Gutiérrez-Arce, F. B. & Coronado-León, J. F.

Metodología: Gutiérrez-Arce, F. B.

Supervisión: Gutiérrez-Arce, W. J.

Redacción - borrador original: Terán-Piña, J. C.; Rojas-Vásquez, Z.; Oliva-Cabanillas, F. J.

Redacción - revisión y edición: Terán-Piña, J. C.; Rojas-Vásquez, Z.; Oliva-Cabanillas, F. J.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Becerra Montenegro, M. H. (2015). *Caracterización fenotípica (morfológica y zoometría) del ganado Fleckvieh en los distritos de Socotá y Cutervo, Cajamarca*. [Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/86>
- Cangiano, C. A. (1996). *Consumo en pastoreo. Factores que afectan la facilidad de cosecha. En: Producción animal en pastoreo* (Primera Ed). Inta. https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/agronomia/cangiano_1996_48_56.pdf
- Corso, J., García, L., Silva, L., & Pérez, E. (2004). *Zootécnica general: Un enfoque ecológico* (Segunda Ed). Empresa Editorial Poligráfica Félix Varela. <https://isbn.cloud/9789592587458/zootecnica-general-un-enfoque-ecologico/>
- Crespo, R. J. ., Castan, J. A. ., & Capurro, J. E. (2007). Secado de forraje con el horno microondas: efecto sobre el análisis de calidad. *Agricultura Tecnica*, 67(2), 210-218. <http://www.bioline.org.br/request?at07026>
- Dulau, D. (2007). *Estimación del consumo de bovinos en pastoreo*. [Universidad Nacional de la Plata]. https://www.researchgate.net/publication/301350783_Estimacion_del_consumo_de_bovinos_en_pastoreo
- Escurre M., E. (2013). Situación de la ganadería lechera en cajamarca. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 12(2). <https://doi.org/10.15381/rivep.v12i2.1628>
- Galli, J. R. ., Cangiano, C. A. ., & Fernandez, H. H. (1996). Comportamiento ingestivo y consumo bovino en pastoreo. *Producción animal*, 16(2), 119-142. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/15-ingestivo_y_consumo_bovinos.pdf
- Hodgson, J. (1981). Variations in the surface characteristics of the sward and the short-term rate of herbage intake by calves and lambs. *Grass and Forage Science*, 36(1), 49-57. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1981.tb01538.x>
- Hodgson, J. (2004). *Herbage intake handbook*. (Penning (ed.); Segunda Edición). British Grassland Society. <https://www.britishgrassland.com/publications/herbage-intake-handbook-2nd-edition/>
- Martinez, E. D., Pulido, R. G., & Latrille, L. (2002). Efecto de la paja de trigo tratada con alcali sobre el consumo de alimento y comportamiento ingestivo de vacas lecheras. *Archivos de medicina veterinaria*, 34(2). <https://doi.org/10.4067/S0301-732X2002000200006>

- McDowell, L. R. (1985). *Nutrition of Grazing Ruminants in Warm Climates* (Primera Edición). Academic Press. <https://www.elsevier.com/books/nutrition-of-grazing-ruminants-in-warm-climates/mcdowell/978-0-12-483370-8>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. (2022). *Pronóstico del tiempo para CUTERVO (Cajamarca)*. Pronóstico del Tiempo. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-detalle&dp=06&localidad=0122>
- Stobbs, T. H. (1973). The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II.* Differences in sward structure, nutritive value, and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. *Australian Journal of Agricultural Research*, 24(6), e821. <https://doi.org/10.1071/AR9730821>
- Suárez, E., Reza, S., García, F., Pastrana, I., & Díaz, E. (2011). Comportamiento ingestivo diurno de bovinos de ceba en praderas del pasto Guinea (*Panicum maximum* cv. Mombasa). *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 12(2), 167-174. https://doi.org/10.21930/rcta.vol12_num2_art:228
- Vallejos Fernández, L. A. (2009). *Efecto de la fertilización fosforada y frecuencia de pastoreo sobre el valor nutritivo de la dieta y comportamiento ingestivo de las vacas Holstein en pasturas de ryegrass-trébol en Cajamarca* [Universidad Nacional Agraria la Molina]. <http://www.lamolina.edu.pe/Gaceta/edicion2009/notas/nota026.htm>



Caracterización molecular y determinación del carácter probiótico de las bacterias ácido lácticas aisladas del microbioma gastrointestinal del pollo en crecimiento

Molecular characterization and determination of the probiotic character of lactic acid bacteria isolated from the gastrointestinal microbiome of the growing chicken

Baylon-Cuba, Miluska Vanessa^{1,2,3}

Fabian-Domínguez, Fredy^{1,2,4*}

Apaestegui-Livaque, Rosel³

Mialhe, Eric²

Vásquez-Rojas, Lourdes^{1,2}

¹Universidad Nacional de Tumbes, Tumbes, Perú

²INCABIOTECA, Tumbes, Perú

³Universidad Nacional Hermilio Valdizan, Huánuco, Perú

⁴Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú

Recibido: 05 May. 2022 | Aceptado: 15 Jun. 2022 | Publicado: 20 Jul. 2022

Autor de correspondencia*: ffabian@unsm.edu.pe

Cómo citar este artículo: Baylon-Cuba, M, V., Apaestegui-Livaque, R., Vásquez-Rojas, L., Fabian-Domínguez, F. & Mialhe, E. (2022). Caracterización molecular y determinación del carácter probiótico de las bacterias ácido lácticas aisladas del microbioma gastrointestinal del pollo en crecimiento. *Revista de Veterinaria y Zootecnia Amazónica*, 2(2), e395. <https://doi.org/10.51252/revza.v2i2.395>

RESUMEN

La microbiota gastrointestinal del pollo, es un componente primordial de la producción avícola en términos fisiológicos, zootécnicos y veterinarios. A nivel mundial, estudios relacionados al microbiota del pollo se presentan como una prioridad principal del sector avícola con investigaciones enfocadas a los microorganismos probióticos y/o patógenos. En el marco del presente trabajo, se logró el aislamiento en medio Man Rogose and Sharpe de 32 cepas de bacterias ácido lácticas a partir de la microbiota gastrointestinal. La secuenciación parcial del ARNr 16S permitió la identificación molecular de estas 3 cepas bacterianas ácido lácticas provenientes del ventrículo (*Weissella sp.*), del ciego (*Pediococcus pentosaceos* y *Enterococcus faecium*). Para determinar su carácter probiótico, dichas cepas bacterianas fueron evaluadas basándose en pruebas de resistencia al ácido (pH 2,5; 3,5 y 5), bilis (0; 0,10; 0,15 y 0,30 %) y de antagonismo *in vitro* contra *Salmonella typhimurium*. Los resultados contribuyen a la disponibilidad de nuevas cepas probióticas para el sector productivo avícola y a la modernización de las tecnologías de caracterización e identificación molecular de los microorganismos del microbiota del pollo.

Palabras clave: ARNr 16S; bacterias ácido lácticas; microbiota; pollo

ABSTRACT

The gastrointestinal microbiota of the chicken is a fundamental component of poultry production in physiological, zootechnical and veterinary terms. Worldwide, studies related to the chicken microbiota are presented as a main priority of the poultry sector with research focused on probiotic and / or pathogenic microorganisms. In the framework of the present work, the isolation was achieved in Man Rogose and Sharpe medium of 32 strains of lactic acid bacteria from the gastrointestinal microbiota. The partial sequencing of the 16S rRNA allowed the molecular identification of these three lactic acid bacterial strains from the ventricle (*Weissella sp.*), from the cecum (*Pediococcus pentosaceos* and *Enterococcus faecium*). To determine their probiotic nature, these bacterial strains were evaluated based on acid resistance tests (pH 2.5, 3.5 and 5), bile (0, 0.10, 0.15 and 0.30%) and *in vitro* antagonism against *Salmonella typhimurium*. The results contribute to the availability of new probiotic strains for the poultry production sector and to the modernization of the technologies for characterization and molecular identification of the microorganisms of the chicken microbiota.

Keywords: 16S rRNA; lactic acid bacteria; microbiota; chicken



1. INTRODUCCIÓN

Según la Asociación Peruana de Avicultura (APA) el consumo per cápita de carne de pollo en el Perú fue de 43 kg en el 2016. Durante mucho tiempo, los antibióticos son usados como promotores del crecimiento animal, pero su utilización amplia y muy seguido generó graves problemas de resistencia bacteriana e incentivó la aparición de efectos residuales en los alimentos para el consumo humano (Baurhoo et al., 2009; Franz et al., 2011).

No obstante, a diario incrementa la cantidad de antibióticos que se prohíben como promotores del crecimiento animal. Debido a esto se realizó necesariamente la investigación y adición de aditivos, los probióticos, en las tareas de alimentación y manejo, que atribuyen a prevenir consecuencias malas de la utilización de antibióticos en la producción animal (De Man et al., 1960; Fayol-Messaoudi et al., 2005; Eckburg et al., 2005)

Los probióticos son microorganismos de utilización acelerado en la alimentación, estas son soluciones de bacterias o levaduras que se otorgan de manera oral o se incorporan en los alimentos; las cepas más productoras de ácido láctico son: *Lactobacilos*, *Streptococcus*, *Bacillus spp*, *levaduras*, enzimas y biomasa (Eckert et al., 2010; Watson & Preedy, 2013)

Las bacterias ácido lácticas son bacterias Gram positivas, inmóviles, no esporulados, en forma de cocos o bacilos. Son fermentadores de carbohidratos con elaboración de ácido láctico como utilidad fundamental o exclusiva del consumo de las hexosas (Singh et al., 2011); (Stiles & Holzapfel, 1997); (Suskovic et al., 1997).

Casi todos son buenos debido a su capacidad antagonista contra bacterias patógenos la mayoría usadas como probióticos (Fayol-Messaoudi et al., 2005; Eckburg et al., 2005; Eckert et al., 2010). Actualmente, gracias a la biotecnología, se plantea a los probióticos como solución para ofertar el incremento en los animales (Tilsala-Timisjärvi & Alatossava, 1997); (Torres & Zarazaga, 2002).

El objetivo del presente estudio fue, aislar y caracterizar molecularmente bacterias ácido lácticas del tracto gastrointestinal del pollo y evaluar las cepas aisladas in vitro como antagonistas contra una cepa de *Salmonella typhimurium* patogénica.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Material biológico

Para este estudio se escogió completamente al azar un pollo de 15 días de edad procedente de una granja de la ciudad de Tumbes, alimentado con alimento comercial, sin el uso de antibióticos en la dieta.

Toma de muestra del tracto gastrointestinal del pollo

Se sacrificó el ave de acuerdo a las recomendaciones de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) y la Asociación Americana de Médicos Veterinarios (AVMA). De acuerdo al peso del ave (0,5 Kg) y a dosis de Ketamina (10 a 20 mg/Kg), se administró 0.02 mL del fármaco vía intramuscular. Se colocó al ave en posición decúbito dorsal y se realizó la incisión cortando la piel desde la parte ventral del pico hasta la punta del esternón, por la línea media, se separó la piel del tejido subcutáneo hacia ambos lados, hasta exponer los órganos cervicales y las masas musculares del tórax y abdomen, se realizó una segunda incisión para exponer las vísceras, cada región intestinal se abrió longitudinalmente, se procedió a tomar muestras de la mucosa del buche, proventrículo, ventrículo y cinco diferentes regiones intestinales: el duodeno, yeyuno, íleon, colon y ciego (ambos) mediante el hisopado y estos fueron introducidos en tubos que contenían 10 mL de caldo de *Man, Rogosa and Sharpe* (MRS) (Gauthier, 2005); (Baurhoo et al., 2009) y se almacenaron a temperatura ambiente durante 24 horas.

Aislamiento y purificación bacteriana

Primeramente, se realizó una dilución seriada, del cultivo bacteriano ya crecido se tomó 50 μ L y se adiciono en un tubo con 950 μ L de caldo MRS, se homogeneizó y se tomó nuevamente 50 μ L y se pasó a otro tubo con 950 μ L de caldo, este procedimiento se repitió hasta obtener una dilución a la -10, con el fin de evitar la carga bacteriana. De la dilución existente se tomó 100 μ L y se colocó en las placas Petri, con ayuda de esparcidores estériles se procedió a la siembra en toda la placa y se llevó a incubación 37°C por 24 horas. Luego del crecimiento de las cepas bacterianas, se realizó cuatro purificaciones más en placas Petri con medio agar MRS por el método de estrías.

Después de la cuarta purificación se seleccionó una colonia bacteriana de acuerdo a su morfología, color, tamaño y se colocó en un microtubo que contenía 950 μ L de caldo MRS y se llevó a incubación 37°C por 24 horas, pasado este tiempo se reactivó las bacterias, se realizó tinción Gram para confirmar la existencia de un sólo tipo bacteriano de colonia aislada. Una vez confirmada se realizaron réplicas de estas como respaldo; tomando para ello 50 μ L de la suspensión bacteriana y colocándola en un nuevo microtubo conteniendo 950 μ L de caldo MRS, se incubó nuevamente bajo los mismos parámetros, se adicionó glicerol al 15% y se almacenaron a -20 °C.

Extracción de ADN genómico

Del cultivo preenriquecido en MRS, se tomó 1,2 mL en un tubo de 1,5 mL y se centrifugó a 10 000 rpm por 2 minutos, se desechó el sobrenadante y 500 μ L de la solución *Buffer Fosfato Salino* (PBS 1X) estéril fue adicionado al sedimento. Se homogenizó durante 7 segundos y se centrifugó a 10000 rpm por 2 minutos, se descartó el sobrenadante y se agregó 200 μ L de la solución TE (Tris 1M/ 0,1 EDTA), nuevamente se homogenizo por 7 segundos y se llevó a ebullición durante 10 minutos e inmediatamente se colocó rápidamente sobre el hielo por 5 minutos y seguido de una centrifugación a 10000 rpm por 1 minuto. El sobrenadante fue colocado en un microtubo estéril y se le adicionó 1 μ L de ARNasa e incubado a baño maría a 65°C por 15 minutos. Por último, las muestras de ADN se almacenaron a -20°C hasta su próximo uso.

Espectrofotometría

Para conocer la cantidad y pureza del ADN extraído se utilizó el espectrofotómetro que permite la asimilación de radiación electromagnética en el área del ultravioleta y perceptible del espectro. La muestra capta parte de la radiación percance en esta imagen y otorga el cambio del analito hacia una situación excitado, propagando un rayo de menor fuerza resplandeciente. Este proceso determina el número de luz tomada como trabajo de la extensión de onda aprovechada. Esta absorción, observables e infrarrojas requiere de la armazón de las moléculas y es particularidad de cada elemento químico. Esta técnica emplea haces de radiación de la imagen electromagnético, en el grado UV de 180 a 380 nm y en el destello evidente de 380 a 780 nm, por lo que es de mayor interés para calificar los insumos en la región ultravioleta y visible del espectro para ello usamos 1 μ L luego se presiona el botón de lectura y se limpia nuevamente con un papel absorbente para la lectura de la nueva muestra.

Reacción de la cadena polimerasa - PCR

Las reacciones fueron configuradas en un volumen final de 25 μ L, conteniendo: 2,5 μ L de Buffer 10 por (10 mM Tris-HCl, 50 mM KCl, 1,5 mM MgCl₂, pH 8,3), 2,5 μ L MgCl₂ a 25mM, 0,5 μ L dNTPs a 10mM, 16,2 μ L Agua ultra pura, 0,6 μ L Primer Forward 27F (5' AGA GTT TGA TCM TGG CTC AG 3') y 0,6 μ L Primer Reverse 1492R (3' GGT TAC CTT GTT ACG ACTT 5') del Gen 16S ARNr, 0,1 μ L Taq DNA polimerasa (Invitrogen) y 2 μ L de ADN bacteriano. Seguido por una programación para 35 ciclos, con temperatura de pre-desnaturalización de 95°C por 5 minutos, 35 ciclos de desnaturalización a 95°C por 30 segundos, hibridación 58°C por 45 segundos, polimerización 72°C por 1min, además de un paso final de extensión de 72°C por 4 minutos. Todo esto en el termociclador (BIOMETRA UNO-Thermoblock).

Electroforesis

La migración del producto de ADN, se realizó en gel agarosa 1.5% diluido en 200 mL de TAE 1X (tris, acetato y EDTA). Se llevó a ebullición hasta que la agarosa se disuelva completamente, se dejó enfriar por unos minutos y se adicionó 0.5 µg/mL Bromuro de Etidio, se mezcló e inmediatamente se vertió en el molde y se esperó su solidificación, las peinetas y el soporte fueron retirados cuidadosamente, el ADN se mezcló con el tampón de depósito (Azul de Bromofenol) en una relación 5:2 respectivamente y fueron depositados en cada pocillo, se tapó la cubeta y se conectaron los electrodos a la fuente de poder, se programó a 90 voltios y 150 de amperaje en donde el ADN migra de polo negativo al positivo por 30 minutos. Una vez terminado la electroforesis se visualizaron los productos de PCR mediante el transiluminador.

Secuenciación y bioinformática

Primeros internos para la secuenciación: Primer Forward F518 (5'CCA GCA GCC GCG GTA ATA CG 3'), Primer Reverse R800 (5' TAC CAG GGT ATC TAA TCC 3'). La muestra de la ampliación de ADN fue secuenciada por un equipo secuenciador de la empresa Macrogen. Los datos secuenciados fueron comparados con la secuencia depositada en la Base de datos (GenBank, 1988), utilizando la longitud de alineación básica Herramienta de búsqueda.

Actividad antibacteriana

Se realizó por el método de difusión en agar, se utilizaron placas Petri conteniendo agar Nutritivo, sobre este medio se sembró 20 µL de *Salmonella typhimurium*, en una concentración aproximada de $1,2 \times 10^9$ UFC/ mL (Absorbancia 600 nm: 0.1). Se usaron discos de papel filtro Whatman N° 1 de 6 mm de diámetro esté-riles, estos fueron impregnados con 10 µL de cada cepa bacteriana: *W. sp*, *P. pentosaceos* y *E. faecium*, posteriormente se colocaron sobre la superficie de las placas. Las placas fueron incubadas a 37°C por 24 horas, luego se realizó la lectura midiendo el diámetro de los halos de inhibición del crecimiento de las bacterias. El antibiótico ampicilina (10 ug por disco) fue usado como control positivo.

Resistencia a pH ácido

Se reactivaron las bacterias en 5 mL de caldo MRS y se incubaron a 37°C por 12 horas, se preparó medios con diferentes concentraciones de pH ácido 2,5%, 3,5% y 5%, se tomó 2 mL de cada concentración y se adicionaron a otros tubos de 15 mL por triplicado, luego se adicionaron 200 µL de cada cepa bacteriana y se incubó a 37°C por 12 horas. Pasado este tiempo se realizó la medición del crecimiento bacteriano mediante el espectrofotómetro.

Microscopía confocal

Se utilizó la tinción con fluorocromos, El SYTO9 es un ingresa a través de las membranas de bacterias viables y presenta una fluorescencia verde, el fluorocromo ioduro de propidio (PI) ingresa en aquellas bacterias que presentan las membranas celulares dañadas o con lesiones y proporcionando fluorescencia roja, se tomó 1000 µL de la muestra sometidas a pH ácido a un nuevo tubo de 1,5mL, se centrifugó a 10000 rpm por 2 minutos, se retiró 800 µL del sobrenadante a otro nuevo tubo y se adicionó 1 µL de la mezcla de fluorocromos SYTO9 y PI en proporción 1:1 y se incubó en oscuridad a temperatura ambiente durante 10-15 minutos. Luego, se tomó una alícuota de 15 µL y se depositó en un portaobjetos cubierto con un cubreobjetos y fueron visualizados en un microscopio confocal.

Resistencia a la bilis

Se recolectó bilis de pollo, posteriormente se filtraron con filtros N° 0,2 mm, se realizó 3 concentraciones de bilis 0,10%, 0,15% y 0,30% v/v en caldo MRS por triplicado, se adicionaron 100 µL de cada cepa bacteriana: *Weissella sp*, *Pediococcus pentosaceos* y *Enterococcus faecium* a cada tubo de 1,5 mL, se incubó

a 37 °C por 12 horas. Pasado este tiempo se comprobó la sobrevivencia y resistencia a bilis mediante la lectura de la densidad óptica.

Análisis estadísticos

Se cuantificó, tabuló y ordenó los datos con la acción de un software libre, además de la utilización del programa bioinformática que se obtuvieron mediante análisis de secuencias, estos lograron deducir los resultados obtenidos.

3. RESULTADOS

Identificación macroscópica de bacterias ácido lácticas aisladas a partir del tracto gastrointestinal de un pollo

Se aislaron un total de 32 bacterias provenientes del buche 5, proventrículo 3, ventrículo 5, duodeno 3, yeyuno 8, íleon 2, ciego 3 y colon 3. Se observó un crecimiento óptimo de las colonias incubadas a condiciones anaeróbicas por 12 horas, las colonias presentaron diferentes tamaños: pequeñas, medianas y grandes, las otras características morfológicas, es decir, formaciones circulares, elevación convexa, borde lisa y color crema fueron iguales para todas. Las imágenes de las colonias se presentan en la figura.

Tabla 1. Cantidad de cepas bacterianas aisladas de diferentes segmentos de TGI

Segmento del tracto gastrointestinal	Cantidad de cepas aisladas
Buche	5
Proventrículo	3
Ventrículo	5
Duodeno	3
Yeyuno	8
Íleon	2
Ciego	3
Colon	3

Identificación microscópica de bacterias ácido lácticas "BAL" aisladas

Mediante la tinción Gram para bacterias se logró evidenciar la pureza de las cepas y definir sus características en forma de cocobacilo y se tiñeron de azul violeta típicas características de bacterias Gram positivas.

Identificación molecular de las cepas bacterianas

Según el banco de datos de secuencias Genbank.

Tabla 2. Identificación de las cepas bacterianas

Compartimiento del tubo gastrointestinal	Identificación taxonómica	Porcentaje de identidad
Ventrículo	<i>Weissella</i> sp	100%
Ciego	Ciego	Ciego
	Ciego	Ciego

Análisis de la actividad antibacteriana

Las pruebas de antagonismo se realizaron con las cepas, *Weissella* sp, *Pediococcus pentosaceus* y *Enterococcus faecium* contra *Salmonella typhimurium*. La cepa bacteriana que muestra mayor halo inhibitorio es *W. sp*, seguido de *P. pentosaceus* y en menor tamaño *E. faecium* con respecto al mix de las tres cepas. El diámetro de halo inhibitorio no varía en relación al tiempo.

Tabla 3. Cepas bacterianas y tamaño de halo inhibitorio contra *S. typhimurium*

Bacterias ácido lácticas	Halo inhibitorio (mm)
<i>Weissella sp</i>	18
<i>Pediococcus pentosaceos</i>	17
<i>Enterococcus faecium</i>	10
Mix de bacterias	8
Control	22

Prueba de resistencia a la bilis

La cepa bacteriana que muestra mayor resistencia a la bilis en concentraciones de 0,5%, 1% y 3% es *Weissella sp*, seguido de *Enterococcus faecium*, y *P. pentosaceus*. (a), (b) y (c) indica que hay diferencia significativa entre las cepas bacterianas y el grupo control a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 4. Crecimiento bacteriano a una densidad óptica (OD) de 600 nm a diferentes concentraciones de bilis

Bacterias ácido lácticas	Concentración de bilis			
	Control 0%	0,10%	0,15%	0,30%
<i>Weissella sp</i>	3	2,3	2,2	2,2
<i>Pediococcus pentosaceos</i>	3	3	2,1	1,9
<i>Enterococcus faecium</i>	3	3	2,2	2,1

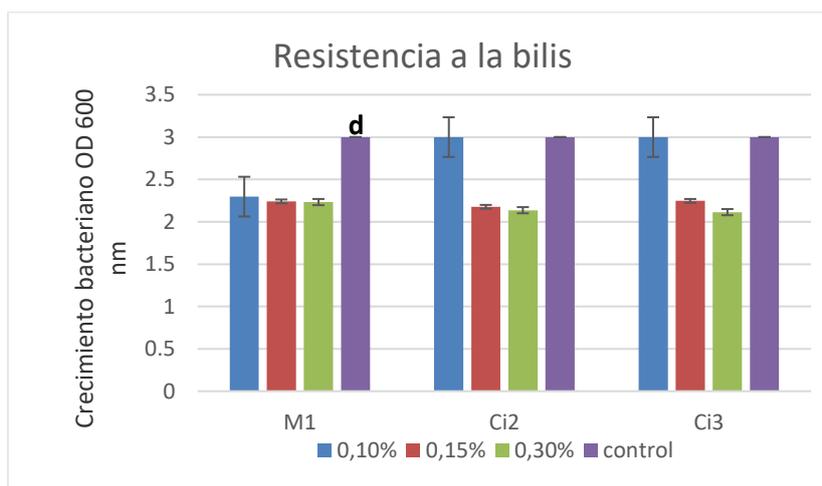


Figura 1. Resistencia a la insulina

Prueba de la resistencia a la bilis a concentraciones de 0,10%, 0,15% y 0,30%. M1= *Weissella sp*, Ci2= *Pediococcus pentosaceos*, Ci3= *Enterococcus faecium*.

Prueba de resistencia a pH ácido

A esta prueba la cepa bacteriana *Weissella sp*, mostro mayor resistencia a las tres diferentes concentraciones de pH de 2,5; 3,5 y 5,0, *Pediococcus pentosaceos*, evidencio una ligera resistencia y en menor proporción la cepa *Enterococcus faecium*. (a), (b) y (c) muestran que hay diferencia significativa entre estas cepas bacterianas y el grupo control a un margen de confianza del 95%.

Tabla 5. Crecimiento bacteriano a una densidad óptica (OD) de 600 nm

Cepa bacteriana	Concentraciones de pH ácido			
	Control pH 0	pH 5.0	pH 3.5	pH 2.5
<i>Weissella sp</i>	3	2,5	0,8	0,4
<i>Pediococcus pentosaceos</i>	3	2,6	0,5	0,3
<i>Enterococcus faecium</i>	3	2,2	0,2	0,1

A diferentes concentraciones de pH ácido de 5,0; 3,5 y 2,5

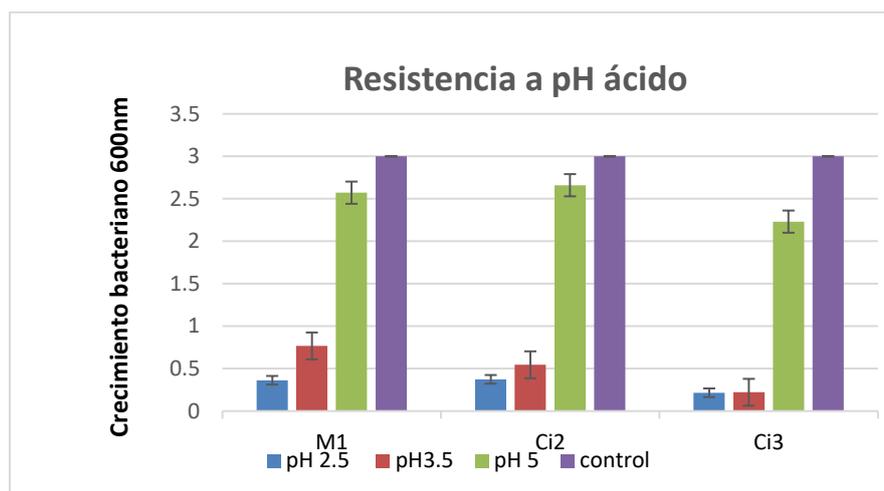


Figura 2. Resistencia a pH ácido

Prueba de resistencia a diferentes concentraciones de pH ácido: 5,0; 3,5 y 2,5; M1= *Weissella sp*, Ci2= *Pediococcus pentosaceus*, Ci3= *Enterococcus faecium*.

Viabilidad bacteriana a pH ácido con microscopía confocal

Las 3 cepas bacterianas evaluadas en condiciones normales de su crecimiento a pH de 5, se mantienen viables. A medida que baja el pH la viabilidad disminuye, quedando viable a pH 3,5 la cepa *P. pentosaceus* seguido de *Weissella sp*, y en menor proporción *E. faecium* y ninguna viable a pH de 2,5.

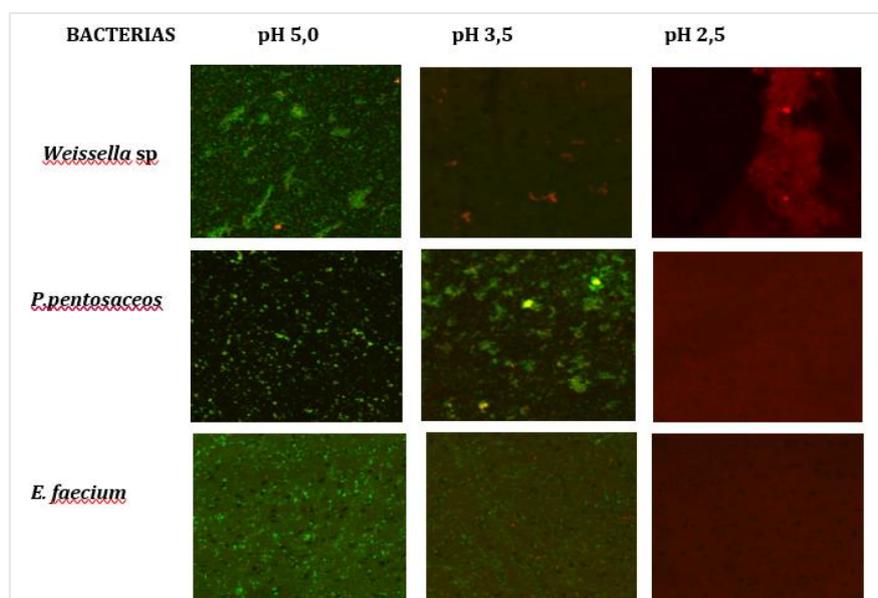


Figura 3. Observación al microscopio confocal de la viabilidad bacteriana a diferentes pH. Las bacterias viables marcadas con SYTO9 se observan de color verde, mientras las bacterias no viables, marcadas con PI se observan de color rojo

Observación al microscopio confocal de la viabilidad bacteriana a diferentes pH. Las bacterias viables marcadas con SYTO9 se observan de color verde, mientras las bacterias no viables, marcadas con PI se observan de color rojo.

4. DISCUSIÓN

Se ha vuelto de suma importancia identificar microorganismos con técnicas altamente confiables como las moleculares que son una herramienta rápida y segura utilizada en la identificación de muchos microorganismos.

El aislamiento de bacterias ácido lácticas del pollo para ser utilizadas en la misma especie es primordial por la particularidad del hospedero, consolidando su sistema inmunológico, simplificando la colonización de microorganismos benéficos y su acción probiótica, concordando con los estudios de (Quigley, 2010); (Gauthier, 2005); (Ssefidi & Ghoorchi, 2006); (Ararsa & Solomon, 2019); (Messaoudi et al., 2013). Estas bacterias nativas forman una opción basada en la restricción de la expansión de patógenos en el intestino, es decir la “exclusión competitiva”.

Existen muchos microorganismos en el tracto gastrointestinal del pollo, los más abundantes son las bacterias ácido lácticas, los resultados obtenidos tras el proceso de identificación de *Pediococcus pentosaceos* y *Enterococcus faecium* seleccionadas por la técnica PCR, coinciden con los referidos por (Fayol-Messaoudi et al., 2005), quienes aislaron estas cepas de bacterias ácido lácticas del ciego de pollos.

En el estudio se observó que los géneros *Weissella sp*, *Pediococcus pentosaceos* y *Enterococcus faecium*, inhiben el crecimiento de *Salmonella typhimurium*, convirtiéndolos más resistentes al medio gastrointestinal y así permitiendo su colonización y multiplicación más beneficiosa en comparación con el microorganismo patógeno. Se ha reportado que las bacterias ácido lácticas se caracterizan por la producción de bacteriocinas además del ácido láctico (Fayol-Messaoudi et al., 2005).

Es interesante que las cepas *Weissella sp*, *Pediococcus pentosaceos* y *Enterococcus faecium*, evaluadas en la presente investigación toleran diferentes concentraciones de pH durante 24 horas, ya que existen hallazgos en donde la cepa *Lactobacillus acidophilus* solo puede sobrevivir durante 3 horas a estas concentraciones de pH, produciéndose luego la lisis del 60 % de la población inicial (Telleza et al., 2012; Tilsala-Timisjärvi & Alatossava, 1997).

La resistencia al ácido puede basarse a la presencia de proteínas especializadas que catalizan el pase de cationes monovalentes (Na^+ o K^+) e H^+ a través de las membranas, regulando las cantidades de cationes y el pH a nivel citoplasmático y de organelos (Mitsui et al., 2005). Otro de los probables mecanismos de regulación es a través de la enzima ATPasa situada en la membrana citoplasmática. Esta puede crear un gradiente electroquímico de protones que llevan al transporte secundario de solutos y que está relacionado en el mantenimiento del pH cercano a la neutralidad (Viegas et al., 1998; Wichers, 2009).

De acuerdo a los resultados obtenidos de la tolerancia a bilis se puede decir, que las tres cepas nativas son microorganismos que tienen la capacidad de tolerar concentraciones de bilis desde 0,1% hasta 0,3 %, logrando ejecutar sus funciones metabólicas sin ser completamente inhibidas, común en microorganismos aislados de aves de corral.

5. CONCLUSIONES

Se obtuvieron 3 cepas nativas pertenecientes a los géneros: *Weissella sp*, *Pediococcus pentosaceos* y *Enterococcus faecium*, las tres cepas mostraron tolerancia a condiciones del tracto gastrointestinal como: crecimiento a diferentes concentraciones de pH, diferentes concentraciones de bilis e inhibición del patógeno.

Los resultados obtenidos in vitro demuestran que las tres cepas nativas poseen propiedades probióticas y pueden ser utilizadas como aditivos microbianos destinados a la alimentación de pollos recién eclosionados, para ayudar a su microbiota intestinal benéfica, estimular su sistema inmune, inhibir el

crecimiento de patógenos oportunistas. Sin embargo, se requieren más pruebas bioquímicas in vitro y estudios in vivo para validar sus efectos benéficos.

La aplicación de bacterias probióticas hará más eficiente el uso y consumo de alimento balanceado para obtener una mejor ganancia.

FINANCIAMIENTO

Proyecto de investigación realizado con los fondos de la empresa INCABIOTEC.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización: Baylon-Cuba, M.; Apaestegui-Livaque, R., Vásquez-Rojas, L., Fabian-Domínguez, F. y Mialhe, E.

Curación de datos: Baylon-Cuba, M.; Apaestegui-Livaque, R., Vásquez-Rojas, L., Fabian-Domínguez, F. y Mialhe, E.

Análisis formal: Apaestegui-Livaque, R., Vásquez-Rojas, L., Fabian-Domínguez, F. y Mialhe, E.

Investigación: Baylon-Cuba, M.; Fabian-Domínguez, F.; Vásquez-Rojas, L. y Mialhe, E.

Metodología: Baylon-Cuba, M.; Vásquez-Rojas, L.; Fabian-Domínguez, F. y Mialhe, E.

Supervisión: Apaestegui-Livaque, R. y Mialhe, E.

Validación: Baylon-Cuba, M. y Fabian-Domínguez, F.

Redacción - revisión y edición: Baylon-Cuba, M. y Fabian-Domínguez, F.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ararsa, B., & Solomon, D. (2019). Review on the effect of probiotics in poultry production industry. *Research, Academic Research Journal of Agricultural Science And*, 7(6), 312–318. <https://doi.org/10.14662/ARJASR2019.029>
- Baurhoo, B., Ferket, P. R., & Zhao, X. (2009). Effects of diets containing different concentrations of mannanoligosaccharide or antibiotics on growth performance, intestinal development, cecal and litter microbial populations, and carcass parameters of broilers. *Poultry Science*, 88(11), 2262–2272. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00562>
- De Man, J. C., Rogosa, M., & Sharpe, M. E. (1960). A medium for the cultivation of lactobacilli. *Journal of Applied Bacteriology*, 23, 130–135. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1960.tb00188.x>
- Eckburg, P. b., Bik, E. m., Bernstein, C. n., Purdom, E., Dethlefsen, L., Sargent, M., Gill, S. r., Nelson, K. e., & Relman, D. a. (2005). Diversity of the Human Intestinal Microbial Flora. *Science*, 308(5728), 1635–1638. <https://doi.org/10.1126/science.1110591>
- Eckert, N. H., Lee, J. T., Hyatt, D., Stevens, S. M., Anderson, S., Anderson, P. N., Beltran, R., Schatzmayr, G., Mohnl, M., & Caldwell, D. J. (2010). Influence of probiotic administration by feed or water on growth parameters of broilers reared on medicated and nonmedicated diets. *Journal of Applied Poultry Research*, 19(1), 59–67. <https://doi.org/10.3382/japr.2009-00084>
- Fayol-Messaoudi, Domitille Berger, Cédric N Coconnier-Polter, M.-H., Liévin-Le Moal, V., & L Servin, A. (2005). PH-, Lactic acid-, and non-lactic acid-dependent activities of probiotic Lactobacilli against Salmonella enterica Serovar Typhimurium. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(10), 6008–6013. <https://doi.org/10.1128/AEM.71.10.6008-6013.2005>

- Franz, C., Huch, M., Abriouel, H., Holzapfel, W., & Gálvez, A. (2011). Enterococci as probiotics and their implications in food safety. *International Journal of Food Microbiology*, 151(2).
<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.08.014>
- Gauthier, R. (2005). *La Salud Intestinal: Clave de la Productividad - El Caso de los Ácidos Orgánicos (Jefe Nutrition Inc.)*. Avicultura. <https://www.engormix.com/avicultura/foros/salud-intestinal-clave-productividad-t3528/>
- GenBank. (1988). *Base de datos de secuencias genéticas de NIH*. The National Center for Biotechnology Information. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>
- Messaoudi, S., Manai, M., Kergourlay, G., Prévost, H., Connil, N., Chobert, J.-M., & Dousset, X. (2013). Lactobacillus salivarius: bacteriocin and probiotic activity. *Food Microbiology*, 36(2), 296–304.
<https://doi.org/10.1016/j.fm.2013.05.010>
- Mitsui, K., Yasui, H., Nakamura, N., & Kanazawa, H. (2005). Oligomerization of the Saccharomyces cerevisiae Na⁺/H⁺ antiporter Nha1p: Implications for its antiporter activity. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Biomembranes*, 1720(1–2), 125–136.
<https://doi.org/10.1016/j.bbamem.2005.11.005>
- Quigley, E. (2010). Prebiotics and probiotics modifying and mining the microbiota. *Investigación Farmacológica*, 61(3). <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2010.01.004>
- Singh, K., Kallalib, B., Kumar, A., & Thaker, Av. (2011). Probiotics: A review. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 1(2), S287–S290. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(11\)60174-3](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(11)60174-3)
- Ssefidi, A., & Ghoorchi, T. (2006). Effect of Probiotic on Performance and Immunocompetence in Broiler Chick. *The Journal of Poultry Science*, 49(3), 296–300. <https://doi.org/10.2141/jpsa.43.296>
- Stiles, M. E., & Holzapfel, W. H. (1997). Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy. *International Journal of Food Microbiology*, 36(1), 1–29. [https://doi.org/10.1016/s0168-1605\(96\)01233-0](https://doi.org/10.1016/s0168-1605(96)01233-0)
- Suskovic, J., Brkic, B., Matosic, S., & Maric, V. (1997). Lactobacillus acidophilus M92 as potential probiotic strain. *Milchwissenschaft (Alemania)*, 52(8), 430–435. <https://doi.org/https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=DE1997893704>
- Telleza, G., PixleyBR, C., WolfendenbS, E., Laytona, L., & Hargisa, B. M. (2012). Probiotics/direct fed microbials for Salmonella control in poultry. *Food Research International*, 45(2), 628–633.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.03.047>
- Tilsala-Timisjärvi, A., & Alatossava, T. (1997). Development of oligonucleotide primers from the 16S-23S rRNA intergenic sequences for identifying different dairy and probiotic lactic acid bacteria by PCR. *International Journal of Food Microbiology*, 35(1), 49–56. [https://doi.org/10.1016/s0168-1605\(97\)88066-x](https://doi.org/10.1016/s0168-1605(97)88066-x)
- Torres, C., & Zarazaga, M. (2002). Antibióticos como promotores del crecimiento en animales. ¿Vamos por el buen camino? *Gaceta Sanitaria*, 16(2), 109–112.
https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112002000200002
- Viegas, C. A., Almeida, P. F., Cavaco, M., & Correia, S. (1998). The H(+)-ATPase in the plasma membrane of Saccharomyces cerevisiae is activated during growth latency in octanoic acid-supplemented medium accompanying the decrease in intracellular pH and cell viability. *Applied and Environmental Microbiology*, 64(2), 779–783. <https://doi.org/10.1128/AEM.64.2.779-783.1998>
- Watson, R., & Preedy, V. (2013). Bioactive Food as Dietary Interventions for Arthritis and Related Inflammatory Diseases. In *Arthritis and Related Inflammatory Diseases*. (2nd ed., pp. 357–370).
<https://doi.org/10.1016/C2011-0-07467-7>

- Wichers, H. (2009). Immunomodulation by food: promising concept for mitigating allergic disease? *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 395, 37–45. <https://doi.org/10.1007/s00216-009-2838-1>
- GenBank. (1988). *Base de datos de secuencias genéticas de NIH*. The National Center for Biotechnology Information. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>
- Messaoudi, S., Manai, M., Kergourlay, G., Prévost, H., Connil, N., Chobert, J.-M., & Dousset, X. (2013). Lactobacillus salivarius: bacteriocin and probiotic activity. *Food Microbiology*, 36(2), 296–304. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2013.05.010>
- Mitsui, K., Yasui, H., Nakamura, N., & Kanazawa, H. (2005). Oligomerization of the Saccharomyces cerevisiae Na⁺/H⁺ antiporter Nha1p: Implications for its antiporter activity. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Biomembranes*, 1720(1–2), 125–136. <https://doi.org/10.1016/j.bbamem.2005.11.005>
- Quigley, E. (2010). Prebiotics and probiotics modifying and mining the microbiota. *Investigación Farmacológica*, 61(3). <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2010.01.004>
- Singh, K., Kallalib, B., Kumar, A., & Thaker, Av. (2011). Probiotics: A review. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 1(2), S287–S290. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(11\)60174-3](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(11)60174-3)
- Ssefidi, A., & Ghoorchi, T. (2006). Effect of Probiotic on Performance and Immunocompetence in Broiler Chick. *The Journal of Poultry Science*, 49(3), 296–300. <https://doi.org/10.2141/jpsa.43.296>
- Stiles, M. E., & Holzapfel, W. H. (1997). Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy. *International Journal of Food Microbiology*, 36(1), 1–29. [https://doi.org/10.1016/s0168-1605\(96\)01233-0](https://doi.org/10.1016/s0168-1605(96)01233-0)
- Suskovic, J., Brkic, B., Matosic, S., & Maric, V. (1997). Lactobacillus acidophilus M92 as potential probiotic strain. *Milchwissenschaft (Alemania)*, 52(8), 430–435. <https://doi.org/https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=DE1997893704>
- Telleza, G., PixleybR, C., WolfendenbS, E., Laytona, L., & Hargisa, B. M. (2012). Probiotics/direct fed microbials for Salmonella control in poultry. *Food Research International*, 45(2), 628–633. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.03.047>
- Tilsala-Timisjärvi, A., & Alatossava, T. (1997). Development of oligonucleotide primers from the 16S-23S rRNA intergenic sequences for identifying different dairy and probiotic lactic acid bacteria by PCR. *International Journal of Food Microbiology*, 35(1), 49–56. [https://doi.org/10.1016/s0168-1605\(97\)88066-x](https://doi.org/10.1016/s0168-1605(97)88066-x)
- Torres, C., & Zarazaga, M. (2002). Antibióticos como promotores del crecimiento en animales. ¿Vamos por el buen camino? *Gaceta Sanitaria*, 16(2), 109–112. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112002000200002
- Viegas, C. A., Almeida, P. F., Cavaco, M., & Correia, S. (1998). The H(+)-ATPase in the plasma membrane of Saccharomyces cerevisiae is activated during growth latency in octanoic acid-supplemented medium accompanying the decrease in intracellular pH and cell viability. *Applied and Environmental Microbiology*, 64(2), 779–783. <https://doi.org/10.1128/AEM.64.2.779-783.1998>
- Watson, R., & Preedy, V. (2013). Bioactive Food as Dietary Interventions for Arthritis and Related Inflammatory Diseases. In *Arthritis and Related Inflammatory Diseases*. (2nd ed., pp. 357–370). <https://doi.org/10.1016/C2011-0-07467-7>
- Wichers, H. (2009). Immunomodulation by food: promising concept for mitigating allergic disease? *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 395, 37–45. <https://doi.org/10.1007/s00216-009-2838-1>



Efecto de un plan alimenticio sobre el crecimiento en hembras Holstein-Friesian desde el nacimiento hasta un mes pos destete

Effect of a feeding plan on growth in Holstein-Friesian females from birth to one month after weaning

Gutiérrez-Arce, Walter^{1*}

Gutiérrez-Arce, Felipe¹

Murga-Moreno, César²

Vallejos-Fernández, Luis²

Terán-Piña, Julio¹

Rojas-Vásquez, Zulema¹

¹Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú

²Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú

Recibido: 03 Jun. 2022 | **Aceptado:** 06 Jul. 2022 | **Publicado:** 20 Jul. 2022

Autor de correspondencia*: wgutierrez@unsm.edu.pe

Cómo citar este artículo: Gutiérrez-Arce, W., Gutiérrez-Arce, F., Murga-Moreno, C., Vallejos-Fernández, L., Terán-Piña, J. & Rojas-Vásquez, Z. (2022). Efecto de un plan alimenticio sobre el crecimiento en hembras Holstein-Friesian desde el nacimiento hasta un mes pos destete. *Revista de Veterinaria y Zootecnia Amazónica*, 2(2), e397. <https://doi.org/10.51252/revza.v2i2.397>

RESUMEN

El establecimiento de un plan nutricional con alimentación balanceada, es importante en la crianza de terneras con propósito lechero, ya que apacigua el estrés que perciben cuando se les disminuye la leche progresivamente antes del destete; además, cubre los requerimientos nutricionales para alcanzar el peso idóneo en el periodo esperado. Por ello, la investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de un plan alimenticio sobre el crecimiento en hembras Holstein - Friesian desde el nacimiento hasta un mes pos destete, a través de la ganancia de peso, consumo de alimento, y conversión alimenticia. Se requirieron 10 terneras Holstein-Friesian, las que fueron pesadas al nacimiento y divididas en un número de cinco terneras para el grupo testigo T₀ (aplicando el sistema de crianza tradicional del fundo); y cinco terneras para el grupo experimental T₁. Los animales del grupo T₁ obtuvieron mejores pesos, mayor consumo de alimento y mejores valores de conversión alimenticia al mes pos destete ($p \leq 0,05$). Se concluye que la ración balanceada propuesta satisface los requerimientos nutritivos de los animales, logrando ser destetados a los dos meses, con ganancias de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia idóneos que determinan un buen desarrollo y producción a futuro.

Palabras clave: consumo de alimento; conversión alimenticia; materia seca; peso al destete; terneras lecheras

ABSTRACT

The establishment of a nutritional plan with balanced feeding is important in raising calves for dairy purposes, since it calms the stress, they perceive when their milk is progressively reduced before weaning; In addition, it covers the nutritional requirements to reach the ideal weight in the expected period. Therefore, the objective of this research was to determine the effect of a feeding plan on growth in Holstein-Friesian females from birth to one month after weaning, through weight gain, feed intake, and feed conversion. Ten Holstein-Friesian calves were required, which were weighed at birth and divided into a number of five calves for the control group T₀ (applying the traditional rearing system of the farm); and five calves for the experimental group T₁. The animals of the T₁ group obtained better weights, higher feed consumption and better feed conversion values one month after weaning ($p \leq 0.05$). It is concluded that the proposed balanced ration satisfies the nutritional requirements of the animals, managing to be weaned at two months, with suitable weight gains, feed consumption and feed conversion that determine a good development and production in the future.

Keywords: food consumption; feed conversion; dry material; weaning weight; dairy calves

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de atribución de Creative Commons, que permite el uso sin restricciones, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que se cite debidamente la obra original.



1. INTRODUCCIÓN

Las actividades productivas que generan alimentos de origen animal, se basan en la rentabilidad, y que, a su vez, permite mejorar la productividad (Rebollar-Rebollar et al. 2011). La alimentación de los animales de abasto representa el 60-70 % del costo total de la producción (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2022). Esto tiene sentido, únicamente cuando se dispone de un plan sanitario y nutricional que permita optimizar los procesos y asegurar el equilibrio de la cadena hasta la comercialización (Palomino et al., 2018).

Es frecuente que las terneras en fase de lactación sean de poca importancia entre los ganaderos; por ello, en el pre destete se las restringe a un suministro mínimo de cantidad de leche que luego se refleja en su lento crecimiento y desarrollo (González et al., 2006; Flores y Aragón, 2022; Owens et al., 1993). El peso de las hembras antes del destete será el 35 % de su peso adulto y dependerá de la suplementación alimenticia que reciba y el factor ambiental en el lugar de la explotación (Plasse et al., 1995; Herrera et al., 2007). Asegurar la nutrición adecuada en fases tempranas de los vacunos, propiciará un servicio más temprano y una vida reproductiva duradera (González, 2014). Entre los 14 y 16 meses de edad se debería alcanzar la madurez sexual, donde el peso corporal es determinante, oscilando entre los 340-360 kg para realizar el primer servicio; de manera que, con una gestación de nueve meses pueda contar con una cría antes de cumplir los dos años de edad (Peralta, 1983).

El plan alimenticio, además de calostro, leche y forraje verde, debe incorporar insumos balanceados con la finalidad de desarrollar las papilas ruminales, estructuras que se encargan de la absorción de ácidos grasos volátiles generados en el rumen y que son la fuente energética principal que necesita el animal para su mantenimiento y producción (Koeslag, 2000; Pereira et al., 2011). En tal sentido, el objetivo de la presente investigación fue verificar el desarrollo y crecimiento óptimos en el periodo correspondiente hasta un mes pos destete, administrando una ración balanceada en hembras Holstein-Friesian.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Este experimento se realizó en el fundo La Esperanza, ubicado en la campiña de Cajamarca, Perú, entre febrero y mayo del año 2000. Se requirieron 10 terneras Holstein-Friesian, las que fueron pesadas al nacimiento y divididas en un número de cinco terneras ($n = 5$) para el grupo testigo T_0 (aplicando el sistema de crianza tradicional del fundo); y cinco terneras ($n = 5$) para el grupo experimental T_1 . Los animales fueron alojados en cunas de madera con piso ranurado, bajo techo y cerrado. Los pesos vivos promedios al nacimiento de las terneras fueron de 34,80 kg en ambos grupos.

El plan de alimentación se hizo efectivo en cada uno de los tratamientos, y se detalla a continuación.

Tabla 1. Plan de alimentación en los tratamientos T_0 y T_1 en kg, tal como ofrecido (TCO)

Edad (días)	Calostro (l)		Leche (l)		Concentrado (kg)		Alfalfa (kg)	
	T_0	T_1	T_0	T_1	T_0	T_1	T_0	T_1
0 a 3	5	4						
4 a 30			4	4	0,30	0,30	0,30	0,50
31 a 57			4	4	0,90	0,90	0,30	1
58 a 60			4	3	1,50	1,40	0,50	1
61 a 83			4		2	1,80	0,50	1,50
84 a 90			2		2	2,30	0,90	1,50
91 a 120					1,20	2,80	1	2

También, en el Laboratorio de Bromatología de la Universidad Nacional de Cajamarca, se realizaron los análisis de la composición química del calostro, leche, concentrado y alfalfa que se emplearon en este estudio.

Para medir la ganancia de peso se utilizó una balanza con capacidad de 200 kg. Se dataron los pesos al nacimiento y el peso por semana. La ganancia diaria y semanal se obtuvo por diferencia. Este proceso de control se realizó el mismo día para ambos tratamientos, por la mañana y antes del suministro de alimento.

Para el suministro de alimento se utilizó un medidor de plástico con capacidad de un litro para medir el consumo de calostro y leche, los que se proporcionaron en dos tomas (mañana y tarde); y una balanza portátil con capacidad de 10 kg para medir el consumo de concentrado (Criavaquina Milk Generators® - Agribrands Purina Perú S.A.) y forraje (alfalfa), los que se proporcionaron solo por las mañanas, durante todo el experimento. El alimento no consumido se recogía por las mañanas y se pesaba antes de suministrar el alimento fresco del día.

La conversión alimenticia es la cantidad de kg de alimento (materia seca) que consume el animal, para incrementar un kg de peso corporal. Esta evaluación se realizó semanalmente, aplicando la siguiente fórmula:

$$C. A. = \frac{\text{Consumo materia seca de alimento semanal (kg)}}{\text{Incremento de peso semanal (kg)}}$$

2.1. Análisis Estadístico

Los datos obtenidos fueron procesados en Microsoft Excel. Se realizó el análisis de varianza completamente randomizado designado por los factores: tratamiento, tiempo con un Split plot sobre tratamiento de los pesos, consumo y conversión alimenticia. Se determinó que hubo diferencia significativa entre las variables analizadas, cuando el valor de p era inferior o igual a 0.05 aplicando la prueba F de Fisher.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Del análisis bromatológico

El alimento balanceado es óptimo en todos sus componentes nutricionales para el terneraje de propósito lechero, como se aprecia en la Tabla 2.

Tabla 2. Composición química del alimento balanceado Criavaquina Milk Generators®

Proteína	16,0 % mín.
Carbohidratos	50,0 % mín.
Grasa	2,0 % mín.
Fósforo	0,5 % mín.
Calcio	1,0 % mín.
Humedad	14,0 % máx.

El calostro (Tabla 3) y la leche (Tabla 4), mantienen valores que contribuirán solo en determinadas fases del terneraje y que luego irán perdiendo cobertura. Además, se conoce que los ganaderos prefieren la venta o el autoconsumo de estos alimentos, en lugar de ofrecerlos a los animales que se encuentran en periodo de lactancia (González et al., 2006).

Tabla 3. Composición química del calostro

Humedad	83,60%
Materia Seca	16,40%
Proteína	7,50%
Grasa	5,00%
Lactosa	3,82%

Tabla 4. Composición química de la leche

Humedad	88,43%
Materia Seca	11,57%
Proteína	3,23%
Grasa	3,50%
Lactosa	4,19%
Ceniza	0,66%

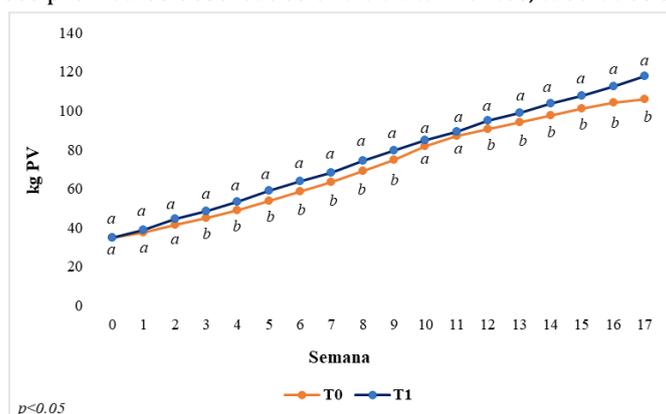
La alfalfa (Tabla 5), es un insumo que tiene altos índices nutricionales pero que su cultivo y distribución en Cajamarca no es tan frecuente, ya que se prefiere la crianza extensiva donde la principal fuente de alimento es la asociación de Rye grass ecotipo cajamarquino y trébol blanco (Vallejos, 2019).

Tabla 5. Composición química de la alfalfa

Humedad	77,00 %
Materia Seca	23,00 %
Proteína	24,36 %
Grasa	5,58 %
Fibra	14,10 %
Ceniza	2,43 %
E.L.N	53,53%

3.2. De los pesos registrados semanalmente

En la Figura 1 se observa que el experimento muestra una diferencia estadística entre ambos tratamientos a partir de la tercera semana, siendo el tratamiento experimental T₁ el que origina los mejores pesos promedios. Posteriormente, observamos una similitud estadística entre ambos tratamientos en la décima y décimo primera semana; pero, nuevamente, a partir de la décimo segunda semana hasta el final del experimento, el tratamiento experimental T₁ va a mostrar los mejores pesos promedios marcando una diferencia estadística entre ambos tratamientos. La similitud estadística que se muestra entre la décima y décimo primera semana se debe a que en el tratamiento experimental T₁, en la novena semana, se llevó a cabo el destete de los terneros (dos meses), tomándole, a este grupo T₁, un tiempo aproximado de dos semanas para recuperarse. A partir de la décimo tercera semana, observamos que la diferencia estadística se hace más notoria entre ambos tratamientos, logrando el tratamiento experimental T₁ mejores pesos con un promedio de 117,5 kg frente al grupo T₀ con 106 kg, debido a su destete tardío (tres meses).

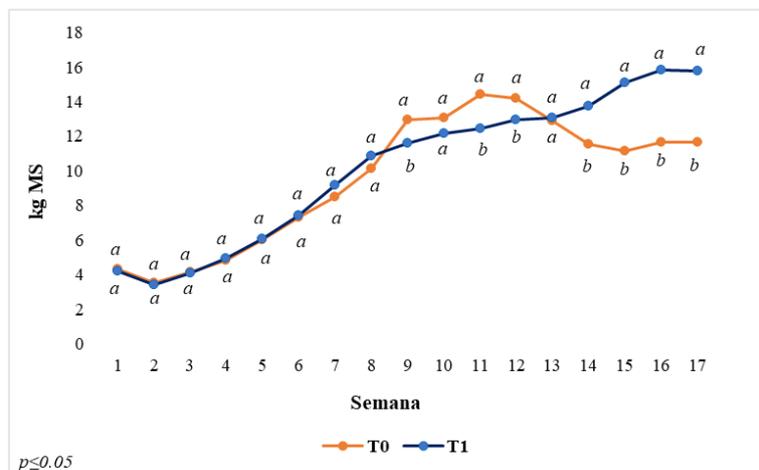
Figura 1. Pesos promedios observados entre tratamientos, tabulados semanalmente

3.3. Del consumo de alimento registrado semanalmente

En la Figura 2 se observa que el experimento muestra una diferencia estadística en la novena semana, en donde, ejecutándose el destete en el tratamiento T₁, el grupo experimental sigue incrementando ligeramente el consumo de alimento con respecto al tratamiento T₀, que, con el manejo tradicional del fundo, presenta un mayor consumo de alimento con respecto al tratamiento T₁. Posteriormente, cuando se

realiza el destete en el tratamiento T_0 en la décimo tercera semana, observamos un descenso brusco en su consumo de alimento, en concordancia con el hallazgo de Owens et al. (1993); mientras que el tratamiento experimental T_1 sigue incrementando su consumo hasta el final del experimento, asegurando una mayor ganancia de peso durante su desarrollo en tiempos menores en contraste con el tratamiento T_0 tradicional del fundo, fenómeno esperado que coincide con lo descrito por Herrera et al. (2007).

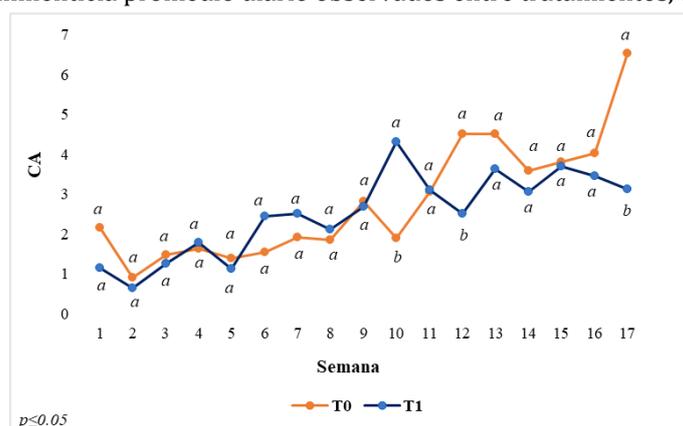
Figura 2. Consumo de materia seca observados entre tratamientos, tabulados semanalmente



3.4. De la conversión alimenticia

En la Figura 3 se observa que ambos tratamientos obtuvieron valores aceptables. El experimento muestra una diferencia estadística en la décima, décimo segunda y última semana de experimento. Ejecutado el destete en el tratamiento T_1 en la novena semana, el grupo experimental incrementa su conversión alimenticia con respecto al tratamiento T_0 , para luego mejorar sus valores desde la décimo primera semana hasta el final del experimento. A un mes pos destete, en la décimo séptima semana, el tratamiento T_0 tradicional del fundo proyecta un incremento brusco en sus valores de conversión alimenticia con respecto al tratamiento experimental T_1 , lo cual, determina al tratamiento experimental T_1 como el mejor para esta variable.

Figura 3. Conversión alimenticia promedio diario observados entre tratamientos, tabulados semanalmente



4. CONCLUSIONES

Se comprobó que la ración propuesta satisface los requerimientos nutritivos de los animales en experimentación, logrando ser destetados a los dos meses, con ganancias de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia idóneos que determinan un buen desarrollo y producción a futuro, en comparación con un destete más tardío del grupo testigo tradicional ($p \leq 0,05$).

FINANCIAMIENTO

Ninguno.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización: Gutiérrez-Arce, W.; Gutiérrez-Arce, F.; Murga-Moreno, C.

Curación de datos: Terán-Piña, J.; Rojas-Vásquez, Z.

Análisis formal: Gutiérrez-Arce, W.; Gutiérrez-Arce, F.

Investigación: Gutiérrez-Arce, W.; Gutiérrez-Arce, F.; Murga-Moreno, C.; Vallejos-Fernández, L.; Terán-Piña, J.; Rojas-Vásquez, Z.

Metodología: Murga-Moreno, C.; Vallejos-Fernández, L.; Terán-Piña, J.; Rojas-Vásquez, Z.

Supervisión: Gutiérrez-Arce, W.; Gutiérrez-Arce, F.

Redacción - borrador original: Murga-Moreno, C.; Vallejos-Fernández, L.

Redacción - revisión y edición: Gutiérrez-Arce, W.; Gutiérrez-Arce, F.; Murga-Moreno, C.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Flores, N.; Aragón, M. (2022). Evaluación del desarrollo de terneras Holstein en la etapa de lactancia con la incorporación de heno y cubos de alfalfa (*Medicago Sativa* L.) en la hacienda Santa Mónica. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12600>
- González, C., Rodríguez, M., Goicochea, J., Madrid, N., González, D. (2006). Crecimiento pre-destete en hembras bovinas doble propósito | Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia. *Revista científica - Facultad de Ciencias Veterinarias*, 16(3), 288-296. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/15203>
- González, C. (2014). Manejo reproductivo en las novillas mestizas de reemplazo. En manejo de la ganadería mestiza de doble propósito (pp. 487-521). <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/38277>
- Herrera, P., Birbe, B., Colmenares, O., Domínguez, C., & Martínez, N. (2007). Uso de Bloques multinutricionales y respuesta animal en sabanas bien drenadas de los llanos centrales. En Recursos Agroalimentarios (Primera Edición, pp. 98-115). <https://1library.co/document/q2n8e996-bloques-multinutricionales-respuesta-animal-sabanas-drenadas-llanos-centrales.html>
- Koeslag, J. H. (2015). *Bovinos de Leche: Manuales para educación agropecuaria* (Primera Edición). Trillas. <https://www.libreriadelau.com/bovinos-de-leche--manuales-para-educacion-agropecuaria--area--produccion-animal/p>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Producción pecuaria en América Latina y el Caribe. [Internet]. <https://www.fao.org/>. 2022 [cited 2022 Jun 06]. Available from: <https://www.fao.org/americas/prioridades/produccion-pecuaria/es/>
- Owens, F., Dubeski, P., Hanson, C. (1993). Factors that alter the growth and development of ruminants. *Journal of Animal Science*, 71(11), 3138-3150. <https://doi.org/10.2527/1993.71113138x>
- Palomino, P., Jiménez, H., Naranjo, J., Henao, S., Ramírez, R., Cardona, E., Úsuga, A., Ruiz, J., Mejía, G., Muñoz, F. (2018). Implementación de Buenas Prácticas Ganaderas: principios básicos. (Primera Edición). Universidad CES. Medellín. Colombia.

<https://repository.ces.edu.co/bitstream/handle/10946/3585/Implementación-de-Buenas-Prácticas-Ganaderas-principios-básicos.pdf?sequence=1>

Peralta, R. (1983). Servicio en Vaquillonas. En Bs.As (Vol. 179). www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria/28-servicio_vaquillonas.pdf

Pereira Morales, C. A., Maycotte Morales, C. C., Restrepo, B. E., Mauro, F., Calle Montes, A., & Esther Velarde, M. J. (2011). *Sistemas de Producción Animal II* (Primera Edición). Espacio Grafico Comunicaciones.

https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4783/sistemas_produccion_animal_ii.pdf

Plasse D., Fossi H., Hoogesteijn R, Verde O., Rodríguez R., Bastidas P. (1995). Growth of F1Bos taurus × Bos indicus versus Bos indicus beef cattle in Venezuela†. I. Weights at birth, weaning and 18 months. *Journal de Animal Breeding y Genetics*. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0388.1995.tb00548.x>

Rebollar-Rebollar, A., Hernández-Martinez, J., Rebollar-Rebollar, S., Guzmán-Soria, E., Garcia-Martinez, A., & González-Razo, F. de J. (2011). Competitividad y rentabilidad de bovinos en corral en el sur del estado de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14(2), 691-698.

<https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/722>

Vallejos, L. (2019). Rendimiento y composición química de la asociación Rye grass Ecotipo Cajamarquino-Trébol blanco de 30, 40, 50 y 60 días de crecimiento, en el Valle de Cajamarca. *Revista Caxamarca*, 18(1-2), 121-124. <https://revistas.unc.edu.pe/index.php/Caxamarca/article/view/70>



Sistemas silvopastoriles para la producción ganadera en el Centro de Producción Limón Rocío de la UNSM-T

Silvopastoral systems for livestock production at the Limón Rocío Production Center of the UNSM-T

Roque-Alcarraz, Roberto Edgardo^{1*}

Silva-Del-Águila, Justo German¹

Barrera-Lozano, Marvin¹

¹Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú

Recibido: 10 Jun. 2022 | **Aceptado:** 13 Jul. 2022 | **Publicado:** 20 Jul. 2022

Autor de correspondencia*: reroque@unsm.edu.pe

Cómo citar este artículo: Roque-Alcarraz, R. E., Silva-Del-Águila, J.G. & Barrera Lozano, M. (2022). Sistemas silvopastoriles para la producción ganadera en el Centro de Producción Limón Rocío de la UNSM-T. *Revista de Veterinaria y Zootecnia Amazónica*, 2(2), e398. <https://doi.org/10.51252/revza.v2i2.398>

RESUMEN

El adecuado desarrollo ganadero debe haber un punto de equilibrio entre la producción animal y los servicios ambientales. El objetivo del estudio fue realizar evaluaciones agronómicas en cuatro sistemas silvopastoriles (SSP). Para ello, se instalaron 16 ha de pasturas (sistema de pastura sola con *Brachiaria brizanta*; sistema de manejo con sucesión vegetal; sistema de pastura con leguminosas arbustivas; y sistemas como bancos de energía y proteínas) en un ecosistema de bosque seco tropical en la región San Martín, Perú, en un periodo de cinco meses. El resultado de las evaluaciones agronómicas, demostraron que el comportamiento de las especies forrajeras introducidas, tanto gramíneas utilizadas como pasto de cobertura y de corte, así como leguminosas arbustivas utilizadas como cercos vivos; la evaluación nutricional en cuanto a materia seca (MS), fibra detergente neutra (FDN) y proteína total, efectuado a 120 días de la siembra no se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$), en los SSP con cobertura de *Brachiaria brizantha*, demostrando que a esa edad de las pasturas todavía no se observan efectos de los cuatro diferentes sistemas evaluados; en las especies forrajeras introducidas en los SSP, se encontró una gran variabilidad en los índices nutricionales evaluados.

Palabras clave: pasturas, sistema agrosilvopastoril, leguminosas, sucesión vegetal

ABSTRACT

For adequate livestock development, there must be a point of balance between animal production and environmental services. The objective of the study was to carry out agronomic evaluations in four silvopastoral systems (SSP). To do this, 16 ha of pastures were installed (pasture system alone with *Brachiaria brizanta*; plant succession management system; pasture system with shrub legumes; and systems such as energy and protein banks) in a tropical dry forest ecosystem in the San Martín region, Peru, in a period of five months. The result of the agronomic evaluations showed that the behavior of the introduced forage species, both grasses used as cover and cut grass, as well as shrubby legumes used as living fences; the nutritional evaluation in terms of dry matter (DM), neutral detergent fiber (NDF) and total protein, carried out 120 days after sowing, did not find significant differences ($p < 0.05$), in the SSP with coverage of *Brachiaria brizantha*, showing that at this age of the pastures effects of the four different systems evaluated are not yet observed; in the forage species introduced in the SSP, a great variability was found in the nutritional indices evaluated.

Keywords: pastures, agrosilvopastoral system, legumes, plant succession



1. INTRODUCCIÓN

La selva peruana representa el 59% de la superficie nacional, según estudios realizados se ha determinado en 5,7 millones de hectáreas de superficie para desarrollo ganadero. En el departamento de San Martín se ha determinado en 392,360 hectáreas para desarrollo ganadero y actualmente se cuenta con 248,000 vacunos en 70 mil hectáreas de pastos; cifras que permiten afirmar que la región San Martín posee gran potencial para desarrollar esta actividad. Según Vargas Barrera (2019), en el futuro para que el desarrollo ganadero y el medio ambiente caminen juntos y amigablemente, debe haber un equilibrio entre la producción animal y los servicios ambientales. La tala de bosques para instalar pasturas es una de las causas de la deforestación que equivale al 16% de nuestra amazonía.

El gran problema del trópico peruano, es la alta tasa de deforestación (150,000 ha/año) que, mediante el sistema tradicional de rozo, tumba y quema; luego de la deforestación se hace un mal uso del recurso suelo, caracterizado por la degradación de éste por el sobrepastoreo, compactación, malezas y uso de pastos nativos poco productivos, aunado a la baja fertilidad natural (suelos ultisoles) y alta acidez. Ante esta realidad, los sistemas silvopastoriles son una opción de producción pecuaria donde las plantas leñosas perennes interactúan con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales) bajo un sistema de manejo integral, con el fin de obtener una producción que sea sostenible desde el punto de vista social, ecológico y económico (Cabrera-Nuñez et al., 2019).

Las fincas ganaderas en el trópico peruano tienen en promedio 60 hectáreas con una carga animal de 0,5 a 2,0 UA/Ha-Año; haciendo algunas mejoras con un plan de recuperación de áreas degradadas, renovando pasturas con especies mejoradas y con el manejo de potreros, se puede duplicar la carga animal, esto permitirá liberar 30 hectáreas para fines de agroforestería; los ganaderos seguirían manteniendo su capital pecuario, con mayor productividad por animal y por Ha, y una mayor capitalización a través de la agroforestería, (UNSM & La Molina, 2019). Para afrontar el problema de la deforestación, existen alternativas técnicas en los sistemas silvopastoriles (SSP), metodologías desarrolladas en países vecinos como Colombia, México y Brasil, con buenos resultados que debemos seguir.

La Universidad Nacional de San Martín (UNSM), posee recursos de terrenos agrícolas y ganaderos, como los existentes en el Centro de Producción Limón-Rocía, que tiene 121 hectáreas, la mayor parte con aptitud ganadera, que se encuentra en regresión a vegetación natural. Aquí se ha instalado 15 ha de pastos bajo 3 sistemas silvopastoriles: 1) Con manejo de sucesión vegetal, 2) Con plantaciones forestales como cercos vivos, barrera contra el viento y espacios para sombreado y 3) Plantaciones como bancos de energía y de proteína; que nos permitan insertarnos en la investigación sobre esta materia, abasteciendo de recurso forrajero a la poca ganadería (30 vacunos, 35 ovinos y caprinos y 12 equinos) existente, además que nos sirva de material académico a estudiantes de medicina veterinaria, agronomía y otras especialidades, y sobre todo sirva de vitrina de los SSP para actividades de extensión al sector ganadero de la región; contribuyendo con ello al conocimiento y la difusión de los sistemas silvopastoriles-SSP en el sector ganadero de la región San Martín, mediante la instalación de Sistemas Silvopastoriles para la producción Ganadera en el Centro de Producción Limón-Rocía de la UNSM; logrando la instalación de 16 hectáreas, mediante cuatro (04) modalidades de Silvopastoriles: Sistema pastura sola de *Bachiaria brizantha*, Sistema de manejo de sucesión vegetal, Sistema de Braquiaria Brizanta con leguminosas arbustivas (*Leucaena leucocephala*, *Cratylia argente* y 2 *Gliricidia sepium*) y Sistema como banco de energía y proteína (*Elefante cv Morado*, *Leucaena leucocephala* y *Glyricidia sepium*), efectuándose en estos sistemas evaluaciones agronómicas en los tres sistemas silvopastoriles en estudio, como la identificación botánica de especies forestales naturales, porcentaje de germinación de semillas introducidas, periodo de establecimiento, porcentaje de cobertura, rendimiento de materia verde e incidencia de malezas.

Las evaluaciones nutricionales en los tres sistemas silvopastoriles, también formaron parte del estudio en estudio, considerándose a la determinación del porcentaje de humedad y materia seca determinación de fibra cruda FC, fibra detergente neutra FDN y fibra detergente ácida FDA y porcentaje de proteína; permitiendo finalmente establecer un manejo racional y sostenible de la pastura, mediante su aprovechamiento rotacional utilizando cerco eléctrico.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio

El área determinada como zona de estudio, se encuentra comprendida dentro de la sub cuenca del Huallaga Central, específicamente ubicada en el fundo "Limón Rocío" de propiedad de la Universidad Nacional de San Martín, en la localidad de Caspizapa, provincia de Picota, región San Martín.

El área presenta ligera pendiente, distribución continua, vegetación arbórea y purmas, con un área total 16 ha, distribuidas en 4 parcelas o potreros de 5 ha c/u, mediante la instalación de cerco eléctrico con panel solar, cerco eléctrico fijo en el lindero perimetral y movable en las divisiones, para su utilización en el manejo de ganado vacunos y/o ovino en forma alternada, mediante la instalación de Sistemas silvopastoriles para la producción ganadera.

Caracterización climática de la zona de estudio

La sub cuenca del Huallaga Central, que integra territorialmente las provincias de Picota, Bellavista y Mariscal Cáceres, presenta temperatura mínima promedio de 26,5°C, oscilando entre 27,2°C en el mes de enero y 25,8°C en el mes de junio. La temperatura media promedio más alta es de 32°C y la temperatura mínima promedio 20,3°C; con una precipitación promedio anual de 1053 mm.

Sistemas Silvo Pastoriles (SSP) instalados

Se establecieron tres Sistemas Silvo Pastoriles (SSP): Sistema con manejo de sucesión vegetal, sistema con plantaciones forestales (*Leucaena leucocephala*, *Cratylia argentea*), sistema como banco de energía y proteína (*elefante morado*, *caña de azúcar*, *Leucaena leucocephala*, *Cratylia argentea*) y un testigo (solo con *Brachiaria brizanta*), en una en un área de 16 hectáreas, correspondiendo a cada sistema instalado 5 hectáreas respectivamente.

Evaluaciones realizadas

Se priorizaron las evaluaciones agronómicas y nutricionales sobre la vegetación forrajera y arbórea de los tres SSP instalados. Se determinó la cantidad de especies forestales de regeneración natural presentes en el área de trabajo, realizando la identificación botánica y taxonómica. Se determinó el porcentaje de germinación mediante una prueba de germinación estándar, determinando el área (m²) de cobertura arbórea mediante la medida de diámetro para cobertura arbórea (Velásquez-Veles & Mora-Delgado, 2009) y el área (m²) de cobertura herbácea para la condición de pastizal mediante transectos y muestreo (Benavides Salazar, 2013); se determinó el rendimiento en kg/ha de masa verde evaluados por transectos y muestreos (Benavides Salazar, 2013) y se calculó el porcentaje de incidencia de malezas presentes por transectos (Arrieta Herrera, 2004). En cada SSP, se determinó el porcentaje de humedad y materia seca, porcentaje de fibra cruda FC, fibra detergente neutra FDN y fibra detergente ácida FDA mediante el análisis de Van Soest en un equipo analizador de fibra y el porcentaje de proteína a través del método Kjeldahl haciendo uso de un equipo destilador de proteína. Los datos agronómicos y nutricionales obtenidos en las evaluaciones fueron procesados en un software estadístico específico, según la naturaleza de las evaluaciones realizadas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Instalación de los sistemas silvopastoriles

Se instalaron 16 hectáreas de pastos en el Centro de Producción Limón Rocío de la UNSM, bajo las siguientes modalidades:

Sistema de pastura sola con *Brachiaria brizantha*

Aprovechando el inicio del periodo de lluvias, se hizo la siembra con semilla vegetativa a razón de 4.00 Kg/Ha, a un distanciamiento de 0,5m x 0,5m y 5 cm de profundidad. La prueba de germinación previa a la siembra, determinó el buen estado de la semilla (>70%). En el campo a 12 días de la siembra se revisó la emergencia del pasto sembrado. Se hizo un control químico de malezas, aplicando un herbicida selectivo para malezas de hoja ancha, a razón de 2,0 litros/Ha. La aplicación se hizo a las 3 semanas de la siembra. Las malezas de mayor importancia fueron: Campanilla (*Ipomea purpurea*), mata-pasto (*Pseudo elephantopus*), Sinchipichana (*Sida rhombifera*). A continuación del control químico, se realizó un control manual para las malezas gramíneas.

A los 5 meses de la siembra de *Brachiaria brizantha*, se estableció plenamente, mostrando los siguientes índices: Altura de plantas (1,00 m), cobertura (100%), rendimiento de forraje (21000 kg/ha y 6000 kg/ha de MS) de materia verde y seca respectivamente, porcentaje de materia seca (35%). Estos resultados nos indican el buen comportamiento de esta especie forrajera, coincidente con trabajos similares realizados (Silva, 2017).

Sistema de manejo con sucesión vegetal

Consistió en delimitar un área de 16 ha con cerco perimétrico y en ella se limpió manualmente con jornales la maleza baja, mediante un rozo y tumba de herbáceas, arbustos y lianas, a fin de limpiar el terreno (sin quema) para la siembra del pasto (*B. brizantha*), con el objetivo de tener una pastura con árboles que quedaron en pie para la sombra del ganado. La siembra se hizo con semilla sexual a razón de 4,00 Kg/Ha, a golpes (tacarpo) al distanciamiento de 0,5m x 0,5m, y profundidad de 5 cm. La germinación fue buena (85%). El pasto sembrado se estableció en un periodo de 5 meses, obteniéndose alturas promedio de 1,5m y una cobertura de 90%. (Zelada Sánchez, 1996), mencionan que las especies forrajeras herbáceas *Panicum máximum*, *Brachiaria brizantha* y *Arachis pintoi* evaluadas bajo cuatro niveles de sombra (100, 75, 50 y 25 % de luz total) en el trópico húmedo de Costa Rica, han mostrado buena tolerancia a la sombra, llegando a la conclusión que son especies forrajeras apropiadas para su inclusión en sistemas silvopastoriles.

Sistema de pastura con leguminosas arbustivas

Se efectuó la preparación del terreno con el inicio del periodo de lluvias (febrero), utilizando maquinaria pesada, limpiando y desmontando; dejando algunos árboles en pie para sombra del ganado. El terreno quedó finalmente preparado con un pase de aradura y rastra cruzada. En este sistema se siguieron dos modalidades:

- SSP con pasto (*B.brizantha*), árboles como cerco vivo y para sombra (4 ha). La forma de instalación de los pastos se efectuó como la descrita en la modalidad a); y para la instalación del cerco vivo en el perímetro del potrero se utilizó varas de 1,00 m de largo y un diámetro de 4 a 5 cm. a un distanciamiento de 2 a 10 largo del perímetro del campo. La profundidad de siembra fue de 20 a 25 cm. Las especies fueron Eritrina bertoriana y Piñon cubano (*Gliricidia sepium*).

- SSP con pasto (*B. brizantha*) y franjas de leguminosas arbustivas. Consiste en la siembra de franjas la gramínea *Brachiaria brizantha* y franjas de las leguminosas arbóreas *Cratylia argentea* y de *Leucaerna leucocephala*; las dimensiones de las franjas 30 m de gramínea y 5m de leguminosa.

Sistemas como bancos de energía y proteínas

Los bancos de energía y proteínas, son parcelas de reserva aisladas del tránsito del ganado y que se utilizaron mediante corte acarreo y picado, para proveer de alimento al ganado en comederos. Se instalaron parcelas de ¼ de hectárea cada una, con gramíneas de corte como fuentes de energía: Elefante morado cv Camerum (*Pennisetum purpureum*) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*); y como fuente de proteína leguminosas arbustivas: Leucaena (*Leucaena leucocephala*), Cratilia (*Cratylia argentea*) y Gliricidia (*Gliricidia sepium*).

3.2. Evaluaciones agronómicas en los SSP en estudio

Los resultados obtenidos en esta parte se reportan bajo dos ítems:

Identificación botánica de especies forestales naturales

Previa a la intervención del área para la instalación de SSP en el fundo Limón Rocío de la UNSM, se efectuó un inventario de la flora silvestre existente, producto de la regeneración y sucesión vegetal natural, a fin de identificar su uso potencial dentro del sistema. Estos resultados se reportan en la Tabla 1.

Tabla 1. Inventario de flora silvestre. Purma del Fundo Limón-Rocío

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Forma de vida	Usos
Bolaina Negra. Estribo. Tapaculo	Guazuma sp.	<i>Sterculiaceae</i>	Árbol	Como sombra. Es una planta melífera. Produce buena leña
Shapilloja	<i>Zanthoxylum fagara</i>	<i>Rutaceae</i>	Árbol	Planta medicinal. Melífera. Produce buena leña
Llambo Pashaca	<i>Acacia</i> sp.	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Planta ornamental. Provee sombra. Melífera
Añallu Caspi	<i>Cordia alliodora</i>	<i>Boraginaceae</i>	Árbol	Madera para aserrío. Melífera.
Algarrobo	<i>Prosopis chilensis</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Medicinal. Forrajera. Melífera y Provee sombra
Insira hembra	<i>Chlophora tinctoria</i>	<i>Moraceae</i>	Árbol	Planta medicinal (Dolor dental). Melífera. Madera. Artesanía
Bolaquiro	<i>Schinopsis peruviana</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Árbol	Planta melífera. Madera dura para Trapiches. Provee buena leña
Huarango	<i>Acacia huarango</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol	Planta melífera. Forrajera
Palo blanco	<i>Calycophyllum multiflorum</i>	<i>Rubiaceae</i>	Árbol	Madera para artesanía y construcción de casas
Cocobolo. Huarmi bolaquiro	<i>Astronium graveolens</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Árbol	Planta medicinal (corteza). Melífera. Madera dura para horcones.
Inchahui	<i>Syagrus tesmannii</i>	<i>Arecaceae</i>	Palmera	Fruto comestible (fauna silvestre). Melífera
Tuna	<i>Cereus peruvianus</i>	<i>Cactaceae</i>	Herbácea	Fruto comestible (Hombre y Fauna). Es medicinal
Chicharra caspi	<i>Lippia virgata</i>	<i>Verbenaceae</i>	Árbol	Melífera. Produce buena leña
Chope	<i>Gustavia uballoensis</i>	<i>Lecythidaceae</i>	Árbol	Fruto comestible (Hombre y fauna). Madera para construcción de casas

Se identificaron hasta catorce especies naturales, algunas de las cuales se pueden utilizar dentro del SSP como sombra y hasta como alimento, como es el caso de la bolaina negra o estribo, cuyo follaje y frutos los consume el ganado.

Características agronómicas de las especies forrajeras introducidas

Durante el periodo de establecimiento (5 meses) se hizo la evaluación de parámetros de: germinación, altura de plantas, N° de plantas/m², cobertura de plantas y otros pertinentes. Esta evaluación se efectuó siguiendo la metodología de Toledo (1982), haciendo el contaje del N° Plantas/m², altura de plantas, cobertura (%) de plantas y otras como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Evaluación agronómica de especies forrajeras introducidas

Especie	Semilla		Estable- cimiento (Meses)	Altura Planta s (m)	Cobertur a (%)	Rend. Kgs/Ha FV	Incidencia de Malezas (%)
	Tipo	Germin (%)					
<i>Brachiaria brizantha</i>	Botánica	85	5	1,40	90	21,000	10
<i>Elefante Morado</i>	Estacas	95	4	2,50	90	40,000	5
<i>Caña de azúcar</i>	Estacas	95	6	3	90	100,000	5
<i>Leucaena</i>	Botánica	80	6	2,5	70	30,000	20
<i>Cratilia argentea</i>	Botánica	85	6	2,7	80	32,000	15
<i>Gliricidia sepium</i>	Estacas	80	6	2,6	80	35,000	15
<i>Eritrina</i>	Estacas	90	6	2,5	80	30,000	15

Se aprecia que el comportamiento agronómico de las especies introducidas a las condiciones del fundo “Limón Rocío”, es el adecuado en relación a los índices reportados en la Tabla 1, lo cual nos permite avizorar su gran potencial dentro de un SSP, que debe ser evaluado en el proceso de su utilización cotidiano como fuente de alimento por el ganado.

3.3. Evaluaciones nutricionales de las especies forrajeras de los SSP en estudio

Se efectuaron evaluaciones nutricionales de las especies forrajeras en los cuatro SSP en estudio como: Porcentaje de humedad y materia seca, determinación de fibra detergente neutra FDN y porcentaje de proteína.

Con la metodología del Toledo (1982), se cosechó el pasto de 1m², a 120 días de su instalación, se pesó el forraje verde, del cual se tomó una muestra de 100-150 gramos de FV y se secó en la estufa a 70°C por 3 días, determinándose el contenido de humedad y la materia seca. Posteriormente estas muestras secas se molieron para hacer los demás análisis nutricionales mencionados en la Tabla 3.

Tabla 3. Resultados nutricionales de especies introducidas en el fundo Limón Rocío a 120 días de su instalación

Especies forrajeras	MS (%)	FDN (%)	Proteína Cruda (%)
SSP con cobertura de <i>Brachiaria brizantha</i>			
<i>B. brizantha</i> como pastura sola (a)	26	68,74	6,04
<i>B. brizantha</i> en manejo de sucesión vegetal (a)	26	70,77	6,44
<i>B. brizantha</i> en manejo con cerco vivo y sombra (a)	23	70,40	5,84
<i>B. brizantha</i> con franjas de leguminosas arbustivas (a)	25	70,43	6,09
SSP como bancos de energía y proteínas			
Elefante Camerún “Morado” (<i>Pennisetum purpureum</i>)	18	77,6	5,6
Caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>)	20	72,4	58
Leucaena (<i>Leucaena leucocephala</i>)	32	46,5	17,6
Cratilia (<i>Cratylia argentea</i>)	33	41,4	18,5
Piñón Cubano (<i>Gliricidia sepium</i>)	36	40,5	20,0

Del análisis estadístico efectuado a los SSP con cobertura de *Brachiaria brizantha* no se reportan diferencias significativas ($p < 0,05$), lo que nos demuestra que a esa edad de instalación todavía no se observan efectos de los cuatro diferentes sistemas evaluados. Además, hay que destacar que estas evaluaciones se efectuaron en potreros clausurados, donde no se permitió la entrada de ganado durante ese periodo (120 días).

En los bancos de energía y proteínas, se encontró una gran variabilidad en el contenido nutricional evaluado, como resultado de tratarse de especies diferentes.

Los índices de MS, FDN y Proteína total evaluados, se encuentran en general dentro de los promedios esperados por especie, lo cual nos demuestra la buena fertilidad de los suelos del fundo Limón Rocío.

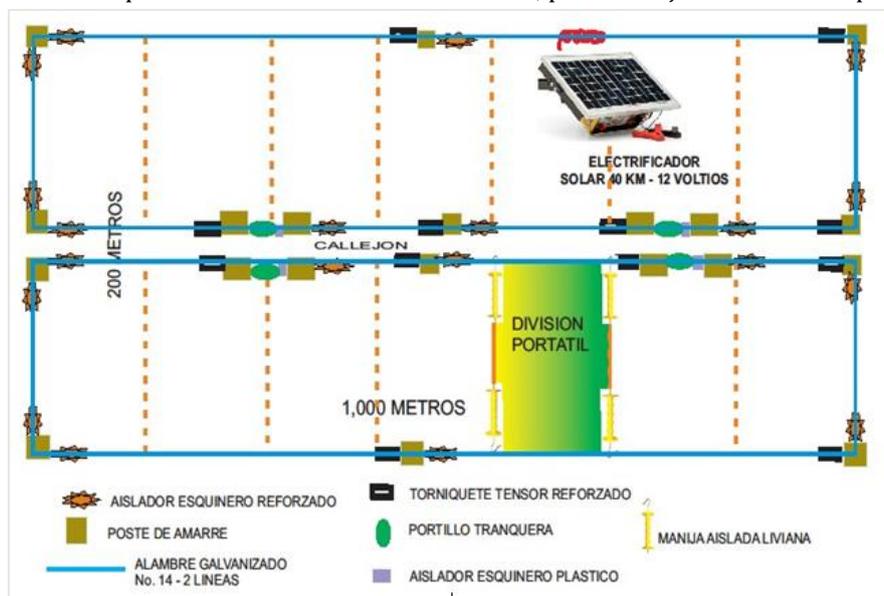
3.4. Manejo racional y sostenible de la pastura, mediante cerco eléctrico

Todo SSP se basa en el manejo racional y sostenible de la pastura, para lo cual es ideal el uso del cerco eléctrico. Esta tecnología es de amplia aplicación en otros países y en otras regiones ganaderas de nuestro territorio. Sin embargo, en el trópico peruano todavía no se ha generalizado su uso, probablemente por la falta de confianza de esta herramienta por los ganaderos. Existen en el mercado diversas marcas y modelos de cercos eléctricos, a costos moderados accesibles al productor; por lo que es de vital importancia validar esta tecnología a fin de que se difunda, siendo este uno de los propósitos del presente trabajo.

El cerco eléctrico nos permitirá apotrerar las pasturas de pastoreo con un área apropiada, establecer la carga animal ideal por potrero, la rotación del ganado para la utilización racional de la pastura, así como el manejo adecuado del ganado por clases.

En la Figura 1, se muestra la instalación final del cerco eléctrico solar permanente para un área de hasta 16 ha, con dos franjas fijas con callejón interior y hasta 14 divisiones portátiles.

Figura 1. Croquis de instalación de cerco eléctrico, para manejo racional de la pastura



4. CONCLUSIONES

Se instalaron en un periodo de cinco meses, 16 ha de pasturas en cuatro sistemas silvopastoriles: Sistema de pastura sola con *Brachiaria brizantha*, Sistema de manejo con sucesión vegetal, Sistema de pastura con leguminosas arbustivas y Sistemas como bancos de energía y proteínas.

En el inventario de flora silvestre efectuado, se encontraron hasta dos especies con potencial de uso como forraje: Algarrobo (*Prosopis chilensis*) y Huarango (*Acacia huarango*), dos como alimento fruto comestible Bolaina negra o estrivo (*Guazuma sp.*) y el Choque (*Gustavia uballoensis*), y el resto de las catorce especies registradas, como sombra.

Es aceptable el comportamiento agronómico de las especies forrajeras introducidas, tanto gramíneas utilizadas como pasto de cobertura y de corte, así como leguminosas arbustivas utilizadas como cercos vivos, sombra y como bancos de proteína.

En la evaluación nutricional en cuanto a MS, FDN y Proteína total, de las especies forrajeras introducidas en los SSP, se encontró una gran variabilidad como resultado de tratarse de especies diferentes, pero los mismos se encuentran en general dentro de los promedios esperados por especie.

FINANCIAMIENTO

Ninguno.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Evaluación nutricional de las especies forrajeras en los cuatro SSP en estudio e interpretación de la información generada y redacción del manuscrito: Roque-Alcarraz, R. A

Determinación de características agronómicas de las especies forrajeras utilizadas en la instalación de los SSP: Silva-Del-Águila, J. G.

Colecta de muestras botánicas e identificación de especies forestales naturales del área de instalación de los SSP: Barrera-Lozano, M.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arrieta Herrera, J. M. (2004). Aspectos sobre el control de malezas compuestas en pastos dedicados a la ganadería de leche. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 5(1), 76-84.
https://doi.org/10.21930/rcta.vol5_num1_art:29
- Benavides Salazar, M. F. (2013). *Evaluación del impacto socioeconómico de pasturas degradadas en fincas ganaderas de la cuenca media del río Jesús María, Costa Rica* [Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza]. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/7123>
- Cabrera-Nuñez, A., Lammoglia-Villadomez, M., Alarcón-Pulido, S., Martínez-Sánchez, C., Rojas-Ronquillo, R., & Velázquez-Jiménez, S. (2019). Árboles y arbustos forrajeros utilizados para la alimentación de ganado bovino en el norte de Veracruz, México. *Abanico Veterinario*, 9(1).
<https://doi.org/10.21929/abavet2019.913>
- Silva, G. (2017). Descripción de gramíneas y leguminosas forrajes tropicales adaptadas a la región San Martín. En *Curso: Pastos y Forrajes*. Escuela de Medicina Veterinaria - Universidad Nacional de San Martín.
- Toledo, J. M. (1982). *Manual para la evaluación agronómica : Red internacional de evaluación de pastos tropicales* (Primera Edición). Ciat. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/54148>
- UNSM, & La Molina. (2019). *Simposio Internacional "Ganadería y Sistemas Silvopastoriles"*.

<https://unsm.edu.pe/simposio-internacional-ganaderia-y-sistemas-silvopastoriles-realizaran-universidad-nacional-agraria-la-molina-y-universidad-nacional-de-san-martin/>

Vargas Barrera, M. G. (2019). *Proyecto ganadero va tomando cuerpo*. Nota de Prensa. <https://www.regionsanmartin.gob.pe/Noticias?url=noticia&id=5791>

Velásquez-Veles, R., & Mora-Delgado, J. (2009). Cobertura arbórea y herbácea en pasturas naturalizadas de fincas ganaderas del Trópico Seco de Nicaragua. *Revista Colombiana De Ciencias Pecuarias*, 21(4), 571-581. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/324329>

Zelada Sánchez, E. E. (1996). Tolerancia a la sombra de especies forrajeras herbáceas en la zona atlántica de Costa Rica [Centro Agronómico tropical de investigación y enseñanza]. En *CATIE*. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/10494>



Condición de una pastura y su relación con el patrón de ingestión en vacas Holstein

Condition of a pasture and its relationship with the ingestion pattern in Holstein COWS

Gutiérrez-Arce, Felipe¹ *

Rojas-Vásquez, Zulema¹

Gutiérrez-Arce, Walter¹

Terán-Piña, Julio¹

¹Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú

Recibido: 02 May. 2022 | **Aceptado:** 10 Jun. 2022 | **Publicado:** 20 Jul. 2022

Autor de correspondencia*: fbgutierrez@unsm.edu.pe

Como citar este artículo: Gutiérrez-Arce, F., Rojas-Vásquez, Z., Gutiérrez-Arce, W. & Terán-Piña, J. (2022). Condición de una pastura y su relación con el patrón de ingestión en vacas Holstein. *Revista de Veterinaria y Zootecnia Amazónica*, 2(2), e394. <https://doi.org/10.51252/revza.v2i2.394>

RESUMEN

El objetivo de esta revisión de corte etológico es estudiar las diferentes características de la pastura en una pradera y analizar la respuesta del comportamiento durante el pastoreo. Se busca analizar los factores de la pastura que pueden llegar a influir en la cosecha de alimento, durante el consumo de pastura por parte del rumiante. Uno de estos factores puede llegar a ser la estructura de la pastura, por lo que existen actualmente teorías convencionales que buscan establecer una relación entre estos factores, explicándoles desde un ángulo metabólico y físico, pero no tienen en cuenta la influencia que las características "no nutricionales" de la vegetación ejercen bajo condiciones de pastoreo. Dada la importancia de la ganadería lechera en nuestra región, y del impacto que tiene esta actividad sobre el medio ambiente (ocupa los primeros lugares de contaminación ambiental producto de las constantes emisiones de gas metano en las deyecciones animales), es necesario ser más explícitos en las búsquedas y explicaciones que nos permitan conocer mejor los mecanismos que rigen su funcionamiento y poder buscar la manera de hacer más eficiente la producción reduciendo los daños colaterales (al ambiente) propios de esta actividad.

Palabras clave: caracterización pradera; comportamiento ingestivo; estructura de la pastura; etología animal

ABSTRACT

The objective of this ethological review is to study the different characteristics of pasture in a prairie and to analyze the behavioral response during grazing. It seeks to analyze the factors of the pasture that can influence the food harvest, during the consumption of pasture by the ruminant. One of these factors may be the structure of the pasture, which is why there are currently conventional theories that seek to establish a relationship between these factors, explaining them from a metabolic and physical angle, but they do not take into account the influence that the characteristics "not nutritional" of the vegetation exert under grazing conditions. Given the importance of dairy farming in our region, and the impact that this activity has on the environment (it occupies the first places of environmental pollution due to the constant emissions of methane gas in animal droppings), It is necessary to be more explicit in the searches and explanations that allow us to better understand the mechanisms that govern its operation and to be able to find a way to make production more efficient by reducing the collateral damage (to the environment) typical of this activity.

Keywords: prairie characterization; ingestive behavior; pasture structure; animal ethology



1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, en países como Australia, Nueva Zelanda y Reino Unido, las decisiones de manejo del pastoreo con vacas lecheras se implementa en base a funciones de respuesta que relacionan intensidad de pastoreo y/o atributos de la pastura con consumo de forraje y producción de sólidos (Alothman et al., 2019) así como con los procesos fermentativos (Kelln et al., 2021; Schären et al., 2016).

En el caso del Perú, la región San Martín, donde predomina el sistema pastoril, éste se sustenta en función de la cantidad y calidad de forraje producido, de la capacidad del animal para cosecharlo y utilizarlo eficientemente y del manejo que el productor haga de los recursos a su disposición (Saha et al., 2019; Li et al., 2016). Es necesario entonces, conocer las características cuantitativas y estructurales de la pastura porque presentan un mayor efecto en la respuesta animal que en el valor nutritivo del forraje debido a que modifica el comportamiento ingestivo a través del mayor consumo de materia seca (Menegazzi et al., 2021; Chilibroste et al., 2015).

Además, todo buen manejo implica el conocimiento detallado de los factores que se ven involucrados, y dados los sistemas productivos que se dan en la región San Martín, el manejo del forraje debería estar implicado de manera importante en los resultados que se darán a posteriori. Esto hace imprescindible aumentar el conocimiento científico sobre los mecanismos involucrados en la relación planta-animal (Favorito et al., 2021).

En la región San Martín, donde el sistema pastoril es predominante, y donde además la producción de leche es de las actividades más importantes, se hace de suma necesidad conocer los mecanismos de respuesta animal ante el paisaje al que es expuesto. Chilibroste et al. (2015) mencionan que, en sistemas esencialmente pastoriles como el nuestro, es la interfase planta-animal la que determina en gran medida, los resultados físicos y económicos. Kelln et al. (2021) afirman que el estudio del comportamiento ingestivo es una herramienta de gran importancia porque nos posibilita ajustar el manejo alimenticio de rumiantes y así obtener una mejor performance. En el caso de la vaca lechera específicamente, el conocimiento del comportamiento ingestivo de bovinos lecheros puede ser utilizado por los productores de forma que puedan maximizar la productividad (Alothman et al., 2019).

Consecuentemente, el objetivo general de esta revisión fue estudiar cómo las características de la pastura pueden o no influir en la respuesta del comportamiento del rumiante durante el pastoreo.

2. METODOLOGÍA

Se buscó el material necesario para establecer la explicación de la relación que existiría entre las dos variables en estudio (características de la pastura y patrón de ingestión). Esta revisión comprendió principalmente la revisión de fuentes secundarias, publicaciones de revistas agrícolas e investigaciones en el área etológica animal. Posteriormente, se han revisado artículos originales de investigaciones que se realizaron en países donde se ha profundizado más en el tema de comportamiento animal como factor de respuesta a la alimentación recibida. Los artículos que han sido tomados para esta investigación están comprendidos, en su mayoría, entre los años 2013 y 2022. La idea de la revisión de estos artículos es que se describa dimensionalmente tanto a las características de la pastura como al patrón de ingestión, y a partir de ello, se pueda respaldar la relación entre ambas, que ha sido explicada por muchos autores. Ello permitirá brindar la información necesaria para fundamentar la discusión que permita el aporte deseado de esta investigación.

3. RESULTADOS

En condiciones de pastoreo se producen interacciones entre las plantas y el animal, las que influyen cualitativa y cuantitativamente en el consumo de nutrientes. Las características químicas y estructurales

del pasto, la composición botánica y las prácticas de manejo, entre otros, regulan el consumo y con ello, el comportamiento animal (Andriamasinoro et al., 2016).

El pastoreo es el proceso en el cual el animal consume plantas para adquirir energía y nutrientes. A nivel de ecosistema involucra el flujo de energía desde niveles tróficos inferiores (organismos productores y descomponedores) y afecta la tasa y patrón del flujo de energía hacia niveles tróficos superiores al modificar la disponibilidad de nutrientes (Tedeschi et al., 2019). También se lo puede definir como la búsqueda (relevamiento, reconocimiento y decisión) de los sitios de alimentación y que una vez encontrado, el animal toma uno o más bocados, donde sus características (del bocado) determinarán su tiempo de manipulación (reunir el forraje dentro de la boca, arrancarlo, mastcarlo y tragarlo) (Moreira et al., 2019).

Si bien ya hace algunos años, a nivel internacional (Kao et al., 2020) regional (Chilibroste et al., 2015) y nacional (Piana & Marsden, 2014) se viene trabajando en analizar los factores de la pastura que afecten el consumo de rumiantes en pastoreo, haciendo especial énfasis en los mecanismos involucrados en la cosecha de alimento y su relación con la estructura de la pastura (Moreira et al., 2019), es necesario profundizar aún más en conocer las características del tapiz a la que el animal es sometido ya que es fundamental para poder conocer las respuestas que tanto el animal como la pastura van a presentar. Costa et al. (2020) afirman que el desarrollo morfofisiológico de los pastizales se ve afectado en gran medida por la defoliación, específicamente por el pastoreo. Además, los cambios en la cantidad, la calidad (características físicas y químicas) y la distribución del forraje disponible tienen un efecto importante sobre la respuesta animal, ya que las variaciones en cualquiera de estas variables afectan el área, la profundidad y el peso de bocado, pero la magnitud y dirección de la respuesta es compleja y muchas veces difícil de predecir (Moreira et al., 2019). Tedeschi et al. (2019), al estudiar el efecto de la suplementación con diferentes fuentes de carbohidratos en distintas ofertas de forraje en otoño en las características de la digestión ruminal, afirma que, ante una mayor disponibilidad de masa de forraje presente, los animales tuvieron la oportunidad de seleccionar la pastura con mayor digestibilidad. Andriamasinoro et al. (2016), mencionan a la digestibilidad, la composición química, las especies, la cantidad y madurez del forraje como algunos de los factores de la pastura que determinan el consumo y que en la mayoría de las situaciones experimentales y en condiciones reales manifiestan una marcada interacción determinando que la importancia relativa de cada uno de ellos sea sumamente variable. Se hace necesario entonces conocer las características cuantitativas y estructurales de la pastura porque presentan un mayor efecto en la respuesta animal que en el valor nutritivo del forraje ya que modifica el comportamiento ingestivo a través del mayor consumo de materia seca (Kelln et al., 2021).

Los sistemas pastoriles se caracterizan por ser sumamente complejos, dado que, a la heterogeneidad natural, con variaciones espaciales y temporales en la distribución de distintos factores bióticos (cantidad y calidad de forraje) y abióticos (agua, topografía, abrigo y sombra), se suman las restricciones impuestas por el manejo humano (Snow et al., 2014). Para Menegazzi et al. (2021) el consumo de forraje en los animales en pastoreo está determinado por factores relacionados al animal, la pastura, el manejo y el ambiente. Todos estos factores condicionan el uso que el animal hace del ambiente para las distintas actividades de pastoreo, rumia, descanso y relaciones sociales y modifica sus patrones de movimiento y uso del espacio (Chilibroste et al., 2015).

Surge entonces la necesidad de proponer un modelo más detallado que explique de manera detallada la conducta de pastoreo del animal. Bailey & Provenza (2008) propusieron un modelo que jerarquiza el patrón de pastoreo de herbívoros: se identificaron 6 escalas jerárquicas, determinadas por las características del comportamiento y al tiempo dedicado en cada escala. La escala espacio temporal más pequeña corresponde al bocado, definida como la secuencia de prehensión del forraje mediante movimientos de mandíbula y lengua y finaliza con el movimiento de la cabeza (Galli et al., 2018). La estación

de pastoreo se establece cuando el animal deja de caminar, baja su cabeza y come una planta (Wan et al., 2015). Se describe como un semicírculo hipotético de plantas disponibles en frente del animal, que es posible alcanzar sin mover las patas delanteras (Bailey & Provenza, 2008). Un parche es un agregado de estaciones de pastoreo, separado de otros parches por una detención en la secuencia del pastoreo, cuando el animal busca dirigirse a un nuevo lugar (Bailey & Provenza, 2008). Los sitios de pastoreo, corresponden a la escala espacial en la cual se lleva adelante una sesión de pastoreo, definida como cambios en el comportamiento, pasando del pastoreo al descanso, rumia u otra actividad distinta al pastoreo (Bailey & Provenza, 2008). El área de pastoreo consiste en áreas centrales próximas donde los animales descansan y beben agua (Bailey & Provenza, 2008). Y finalmente encontramos la región de pastoreo. Cuando se trata de escalas espacio temporales mayores, las decisiones que tome el animal tendrán potencialmente mayor impacto sobre los procesos de pastoreo debido a que ocurren con poca frecuencia y determinan procesos a niveles inferiores (Bailey & Provenza, 2008). Al mismo tiempo los efectos del comportamiento a niveles jerárquicos inferiores podrán ser usados por el animal para desarrollar expectativas sobre las escalas superiores a través del uso de la memoria espacial. Así, los herbívoros integran información del comportamiento a niveles inferiores (bocado, estación de pastoreo y parche) para poder evaluar las alternativas a niveles mayores (sitios, áreas y regiones de pastoreo) (Bailey & Provenza, 2008).

El comportamiento ingestivo en pastoreo depende de las reacciones del animal a las variables de la interfase de éste con la planta (Chilibroste et al., 2015), esto implica la capacidad de los animales en pastoreo para modificar su comportamiento ingestivo cuando es requerido, con la finalidad de mantener un determinado nivel de consumo diario de forraje. Es justamente, en el componente “animal” donde intervienen distintos “mecanismos”, como el mecanismo de bocados y de distensión; el primero presenta un límite superior para el número y peso de bocados, y el de distensión asume un límite de llenado ruminal que cuando es alcanzado determina el consumo por el tiempo de retención (Kao et al., 2020).

Un factor que explica mucho del comportamiento de pastoreo es la selectividad (Tedeschi et al., 2019); (Cuchillo-Hilario et al., 2018), que fue definida como la remoción de algún o algunos componentes de la pradera, ya sean plantas o partes de ellas por sobre otras (Cuchillo Hilario et al., 2017; Gregorini et al., 2015). Esta se diferencia de preferencia, la cual se define como la acción de discriminar entre los componentes disponibles, sin restricción, presentes en un pastizal (Rivero et al., 2021); (Villalba et al., 2015). Lombardi et al. (2015) al respecto afirma que la búsqueda y selección abarcan en el movimiento del animal en el ambiente procesos cognitivos y sensoriales que hacen a la decisión de tomar un bocado en un lugar específico de la pastura. Es por ello que la selectividad no es un factor inherente al animal, sino que depende también de la pastura. El que un animal sea capaz de expresar su selectividad o no, depende de las características de la pastura y del manejo del pastoreo. Para Wan et al. (2015) la selectividad varía mucho con la heterogeneidad de la pastura, ya que para que un animal seleccione un bocado y rechace otro tiene que ser capaz de diferenciarlo, identificarlo y tomarlo, y se asume que cuando el animal pastorea busca los sitios de alimentación mientras camina ya que del total de esos sitios el animal selecciona unos y rechaza otros. Los atributos de la pastura posibilitarían que se exprese mejor la selectividad. Consecuentemente en pasturas que ofrecen bocados pequeños el tiempo de búsqueda sería limitante, mientras en aquellas que ofrecen bocados más pesados lo sería el tiempo de masticación (Wan et al., 2015). Cabe mencionar que los rumiantes son animales selectivos y el contenido de nutrientes que consumen es usualmente diferente al contenido de nutrientes ofrecido por la pastura (Allothman et al., 2019).

El bocado fue definido como el acto de arrancar una cantidad de pasto por parte del animal, ignorando los movimientos de la quijada asociados inicialmente con la colocación del pasto en la boca y con la manipulación de este dentro de ella antes de tragarlo; y se inserta en el proceso de pastoreo al ser tomado (uno o varios) por parte del animal cuando este encuentra el sitio de alimentación (Chilibroste et al., 2015).

La TB y TP pueden ser medidos visualmente o automáticamente (Gregorini et al., 2015). La estimación visual de la TB requiere el registro de movimientos de la cabeza y sonidos asociados a la prehensión de la pastura. La medición visual para el TP está basada en registros de la actividad de pastoreo a diferentes intervalos (Delagarde & Lamberton, 2015). Rutter et al. (1997) desarrollaron un método para registrar la conducta de pastoreo automáticamente el cual tienen diversas ventajas como el escaso número de personas requeridas, menos operadores asociados a menor error, y un mayor detalle de la información.

La TB hace referencia al número de bocados que el animal en pastoreo realiza durante una determinada unidad de tiempo y por ello la hace un componente sensible en la conducta de pastoreo. Chilbroste et al. (2015) afirman que a medida que transcurre la sesión de pastoreo los animales buscan y caminan con mayor intensidad, lo que provoca una reducción en la velocidad de consumo y por ende en la TB. Moreira et al. (2019) ve en el aumento del número de los intervalos cortos para la toma de un bocado hacia el final de la sesión de pastoreo, una explicación para la disminución en la TB conforme transcurre la sesión de pastoreo.

Algunos autores también consideran que la TB está limitado por la velocidad del movimiento mandibular al masticar el bocado, dado por la morfología mandibular de cada animal; pero por debajo de cierto nivel, es la estructura de la pradera la que podría empezar a involucrarse ejerciendo una interacción (Kao et al., 2020; Piana & Marsden, 2014). Delagarde & Lamberton (2015), afirman que las modificaciones en la TB se dan en respuesta directa a cambios en la pastura y no a un intento del animal por compensar el menor peso de bocado, ya que el “costo fijo”, que es el tiempo de aprehensión, provocaría que aun cuando la TB aumente (menores tiempos de masticación), la tasa de consumo se reduzca y es justamente este mecanismo el que explicaría por qué la TB no tiene efecto compensador capaz de mantener la velocidad de ingesta frente a una reducción del peso de bocado. Algunos autores ven explicada la relación negativa entre la TB con la biomasa y altura de la pastura en el peso de bocado, principalmente porque la relación entre los movimientos de aprehensión y los movimientos mandibulares totales aumenta a medida que crece el peso del bocado (Kelln et al., 2021; Orr et al., 2001), trabajando con ovejas, encontraron que la tasa de movimientos mandibulares durante el pastoreo fue prácticamente insensible a las características de la pastura, donde los movimientos de prehensión representaron el 20 % de los movimientos mandibulares totales, cuando el consumo por bocado fue de 200 mg de MS, mientras que llegaron al 80% de los movimientos mandibulares totales con pasturas de poca altura y muy distribuida espacialmente. Chilbroste et al. (2015) encontraron que no siempre un aumento en el peso de bocado irá acompañado por disminución en la TB, ya que existe un rango de pesos de bocados (0,5 a 1,5 g/bocado) dentro del cual el animal es capaz de superponer aprehensión con masticación (movimientos mandibulares compuestos = MMC). También se han obtenido los mismos resultados trabajando con rangos más amplios del peso de bocado. Cuchillo-Hilario et al. (2018) obtuvieron para vacas en pastoreo continuo de rye grass, una disminución de la MB de 0,31 g materia orgánica (MO)/bocado en alturas de 7 o 9 cm a 0,23 g MO/bocado en alturas de 5 cm, mientras que ni la TB (76 bocados/min) ni el TP (604 min/día) fueron afectados por la altura de la superficie de la pastura. Gregorini et al. (2015) encontraron una disminución en la MB de 1,28 a 0,66 g MS/bocado en un experimento con reducciones en la altura de la superficie de la pradera (de 21 a 7 cm) y de 1 a 0,66 g MS/bocado en un segundo experimento con reducciones en la altura de la superficie de la pradera (de 11 a 6 cm), mientras que la TB no fue afectado (56 bocados/min en experimento 1; 62 bocados/min en experimento 2).

Boval & Sauvart (2021) especuló además que la profundidad de bocado puede ser la variable que determina la reducción en la tasa de consumo cuando la altura es reducida. Trabajos más detallados confirmaron que la profundidad de bocado está muy relacionada a la altura de la pastura (Bonnet et al., 2014). También la altura de la pastura es considerada como la variable más directamente asociada al peso de bocado y al consumo (Lombardi et al., 2015) y es la restricción más importante para la masa del bocado en pasturas templadas con su efecto mayor en la profundidad del bocado más que en el área de bocado

(Prache & Peyraude, 2015). Estas afirmaciones concuerdan con los resultados obtenidos por autores que observaron una disminución en la MB al reducir la altura de la pastura, en vacas lecheras suplementadas (Bonnet et al., 2014) y no suplementadas (Cuchillo-Hilario et al., 2018); (Villalba et al., 2015) y (Delagarde & Lamberton, 2015), basados en experimentos conducidos principalmente con raigrás perenne, encontraron que incrementos de altura tienen un efecto positivo en el tamaño de bocado y así en la tasa de consumo, mientras que una baja densidad y bajo contenido de hoja tienen un efecto negativo en el tamaño de bocado. Moreira et al. (2019) encontraron que a medida que la altura disminuye, el peso de bocado declina. Pero otros autores también afirman que la relación que existe entre la altura de la pastura y el peso de bocado no es constante debido a que una misma altura puede determinar diferentes pesos de bocados dependiendo de las especies que la componen, de su estructura, de su estado fenológico e incluso según el manejo del pastoreo: continuo vs. rotativo (Orr et al., 2001).

En pasturas altas el efecto de la altura es más importante, pero en pasturas cortas el efecto de la densidad se incrementa (Chilibroste et al., 2015). Por eso algunos autores afirman que conjuntamente con la altura hay otros factores adicionales que afectan el consumo del animal en pastoreo, como la densidad de la pastura (McCarthy et al., 2016).

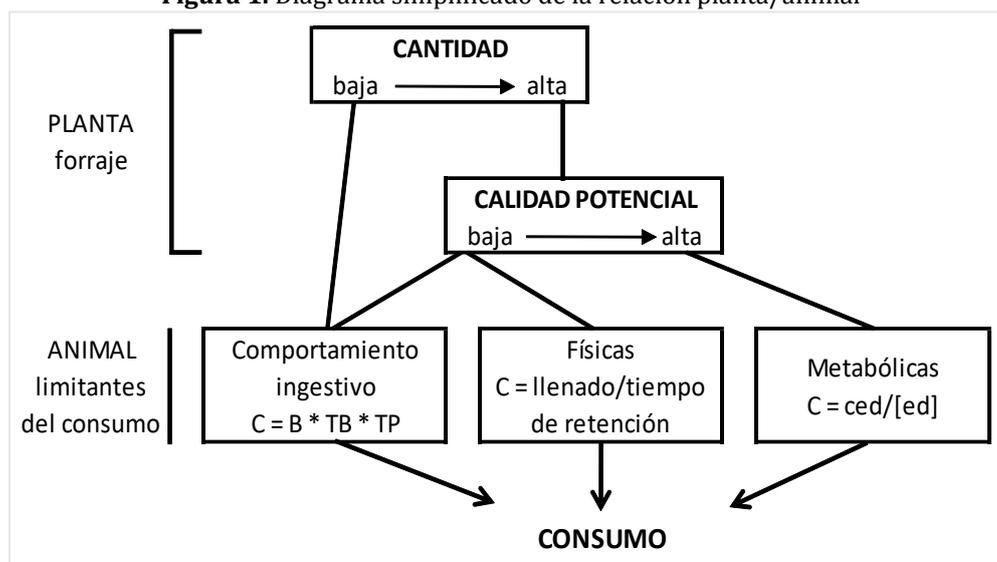
Los animales en pastoreo tienden a compensar una baja tasa de consumo aumentando el TP diario y de este modo, la ingesta diaria es menos sensible que la tasa de consumo frente a condiciones limitantes de la pastura, aunque no pocas veces esta compensación es insuficiente (Chilibroste et al., 2015). El TP diario es función de la calidad y de la disponibilidad del forraje (Alothman et al., 2019). Wan et al. (2015) corrobora lo anteriormente dicho al concluir que los animales reducen el TP diario a medida que la digestibilidad del forraje decrece y el tiempo de retención ruminal aumenta, en cambio cuando la cantidad de forraje es restringida, el animal compensa aumentando el TP. Se ha afirmado que a medida que la altura de la pastura disminuye, el peso de bocado declina y puede ser compensado dentro de ciertos límites por un aumento en el TP y en la tasa de bocado. Las posibilidades de compensación son limitadas debido a que se hace sumamente complicado que los animales puedan superar tiempos de pastoreo de 10 – 11 h/día (Rivero et al., 2021), ni aumentar la tasa de cosecha más allá de lo que le permite su anatomía bucal (Chilibroste et al., 2015).

Saha et al. (2019), al hablar de la calidad de las pasturas, afirman que cambios en la composición química del forraje verde disponible en cada rebrote, en especial en el contenido de fibra, van a modificar el consumo de MS y la producción del animal. Li et al. (2016), encontraron que en las pasturas con mayor edad de rebrote se obtuvo mayor consumo de materia seca como resultado de tapices más altos y más densos que determinaron tasas de bocado y tiempos de pastoreo menores, mientras que Menegazzi et al. (2021), encontraron que, en pasturas de menor altura, el TP aumentó progresivamente. Kelln et al. (2021) muestran que los animales con acceso a las pasturas de mayor densidad hicieron una mejor utilización del forraje disponible y lograron mayor consumo de materia seca. Consecuentemente el tiempo de cosecha (tiempo requerido para tomar un bocado, manipularlo y masticarlo antes de tragarlo) pasa a ser el principal factor influyente en la tasa de consumo (Alothman et al., 2019). Con respecto a la influencia de la disponibilidad de la pastura en el TP, Andriamasinoro et al. (2016) observaron que el TP aumenta a medida que disminuye la biomasa o la altura de la pastura, pero puede no haber respuesta a variaciones en biomasa, o esa respuesta podría ser una curvilínea, donde el TP máximo se obtiene con cantidades intermedias de biomasa. El consumo se ve restringido cuando las alturas son muy bajas y los mecanismos de compensación no son suficientes. Tedeschi et al. (2019) indica que, para los ovinos, el consumo se restringe cuando la pastura está por debajo de los 6 cm; y para los vacunos, cuando está por debajo de los 9 cm. El estrato inferior a 5 cm representa el menos disponible para el animal, porque con alturas menores no tendrá posibilidades físicas de cosechar la cantidad de forraje que necesita dentro del TP (Moreira et al., 2019).

Es importante conocer el contenido de fibra de la pastura y su efecto en la conducta de pastoreo y por ello ha sido motivo de estudio de varios autores. Kao et al. (2020) afirma que incrementos en el tiempo de cosecha en pasturas con edades de rebrote avanzadas se debieron a un aumento en el tiempo para seleccionar. (Piana & Marsden, 2014) encuentran que un nivel de fibra alto en la pastura causa un aumento en el tiempo de toma, manipulación y masticación del bocado. Chilibroste et al. (2015) determinaron que los alimentos más fibrosos requieren más tiempo de masticación por unidad de peso y por lo tanto se puede esperar que la relación hoja/tallo, material vivo/muerto y la madurez de los tejidos influyan en el tiempo de masticación. Se ha concluido también que a medida que la planta madura, se da un progresivo incremento en los constituyentes estructurales que no son digeridos en el retículo rumen y/o con una tasa de pasaje más lenta, que finalmente da a lugar una disminución en el consumo; es decir que el exceso de fibra en la dieta limita el consumo voluntario (Moreira et al., 2019). Sin embargo, Costa et al. (2020) encontraron resultados contradictorios al observar una correlación positiva ($p < 0,01$) entre el consumo de materia seca (CMS) y los porcentajes de nutrientes digestibles totales (NDT) y FDN de la dieta consumida, resultados que se ven explicados por los efectos físicos que interfiere sobre el consumo (Tedeschi et al., 2019).

Chilibroste et al. (2015) consideran que el TP está limitado por: 1. La biomasa disponible por animal y por día. 2. Los controles físicos y metabólicos. 3. El tiempo máximo de pastoreo diario. En los casos 1 y 2, el animal aumenta su TP, a una tasa de consumo dada, en respuesta a una mayor biomasa disponible o por su mayor capacidad de consumo. (Andriamasinoro et al., 2016) mencionan que el TP, TB y masa de bocado (MB) disminuyen bajo condiciones pobres de pastura. Entonces, la variación del TP, también sería una respuesta a variaciones en la pastura y no un mecanismo de compensación (Chilibroste et al., 2015). Kelln et al. (2021) obtuvieron mayor TP con baja altura de la pastura. En el caso 3, nos situamos cuando existe baja tasa de consumo, donde aparentemente no actuarían los controles físicos y metabólicos. En estos casos para explicar el TP, se ha hablado del efecto de fatiga o de la necesidad de disponer de tiempo para otras actividades. Al respecto, Menegazzi et al. (2021) mencionan que la mayor limitante del TP para compensar una reducción en la MB es el tiempo requerido por otras actividades como la rumia. Consecuentemente se afirma que un incremento en el TR puede considerarse un aumento en el costo de cosecha (Chilibroste et al., 2015). Y el aumento en el costo de cosecha, si bien no afecta directamente la tasa de consumo, afecta el consumo total diario al reducir el tiempo disponible para el pastoreo (Galli et al., 2018).

A modo de resumen, Moore citado por Tedeschi et al. (2019) propone un diagrama simplificado de la relación planta-animal. En éste se sugiere al carácter del forraje como factor determinante para el consumo cuando la oferta de forraje es alta, ya que, si la calidad es baja, el factor limitante será la capacidad de distensión ruminal, y si es alta, la limitante será dada por los mecanismos metabólicos. En caso inverso, si la cantidad de forraje es baja, el carácter (calidad) del forraje puede tener poco o ningún efecto sobre el consumo, debido a que el consumo es afectado por el comportamiento ingestivo del animal a través de limitaciones en el peso de bocado, la TB y/o el tiempo de pastoreo. Este tipo de limitaciones también podría darse en condiciones de alta cantidad de forraje, pero de baja disponibilidad efectiva o accesibilidad.

Figura 1. Diagrama simplificado de la relación planta/animal

C = consumo; B = peso de bocado; TB = tasa de bocado; TP = tiempo de pastoreo; ced = consumo de energía digestible; [ed] = concentración de energía digestible.

4. CONCLUSIONES

La estructura de la pastura puede estar dada por datos globales como la densidad, biomasa total, altura del canopeo, cobertura y digestibilidad; sin embargo, esto puede llegar a ser insuficiente, dado que la estrecha relación e interdependencia entre estas variables determina que no es factible cambiar una sola variable sin modificar al menos una de las restantes.

Entender la interfase planta – animal nos permitirá visualizar con claridad los mecanismos de acción del comportamiento ingestivo animal, y así poder manejar este proceso con resultados convenientes.

Los residuos animales en las actividades productivas pecuarias han sido catalogados como una de las principales causas de contaminación ambiental (emisión de gas metano), por lo que es necesario entender el comportamiento animal ante la pastura a que se le expone, para poder empezar a encontrar relaciones que nos permitan manejar estas consecuencias negativas.

FINANCIAMIENTO

Ninguno.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización: Gutiérrez-Arce, F., Rojas-Vásquez, Z., Gutiérrez-Arce, W. y Terán-Piña, J.

Curación de datos: Gutiérrez-Arce, F., Rojas-Vásquez, Z., Gutiérrez-Arce, W. y Terán-Piña, J.

Análisis formal: Gutiérrez-Arce, F., Rojas-Vásquez, Z., Gutiérrez-Arce, W. y Terán-Piña, J.

Investigación: Gutiérrez-Arce, F., Rojas-Vásquez, Z., Gutiérrez-Arce, W. y Terán-Piña, J.

Metodología: Gutiérrez-Arce, F. y Rojas-Vásquez, Z.

Supervisión: Gutiérrez-Arce, F., Rojas-Vásquez, Z., Gutiérrez-Arce, W. y Terán-Piña, J.

Validación: Gutiérrez-Arce, W. y Terán-Piña, J.

Redacción - borrador original: Gutiérrez-Arce, F., Rojas-Vásquez, Z., Gutiérrez-Arce, W. y Terán-Piña, J.
 Redacción - revisión y edición: Gutiérrez-Arce, F., Rojas-Vásquez, Z., Gutiérrez-Arce, W. y Terán-Piña, J.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alothman, M., Hogan, S. A., Hennessy, D., Dillon, P., Kilcawley, K. N., O'Donovan, M., Tobin, J., Fenelon, M. A., & O'Callaghan, T. F. (2019). The "Grass-Fed" Milk Story: Understanding the Impact of Pasture Feeding on the Composition and Quality of Bovine Milk. *Foods*, 8(8), 350. <https://doi.org/10.3390/foods8080350>
- Andriamasinoro, L., Andriamandroso, H., & Bindelle, J. (2016). A review on the use of sensors to monitor cattle jaw movements and behavior when grazing. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 20(1), 273–286. <https://doi.org/10.25518/1780-4507.13058>
- Bailey, D. W., & Provenza, F. D. (2008). Mechanisms determining large-herbivore distribution. In H. H. T. Prins & F. Van Langevelde (Eds.), *Resource Ecology* (Vol. 23, pp. 386–400). Wageningen UR Frontis Series. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6850-8_2
- Bonnet, O., Meuret, M., Tischler, M., Cezimbra, I., Azambuja, J., & Carvalho, P. (2014). Continuous bite monitoring: a method to assess the foraging dynamics of herbivores in natural grazing conditions. *Animal Production Science*, 55(3), 339–349. <https://doi.org/10.1071/AN14540>
- Boval, M., & Sauvant, D. (2021). Ingestive behaviour of grazing ruminants: Meta-analysis of the components linking bite mass to daily intake. *Animal Feed Science and Technology*, 278. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.115014>
- Chilibroste, P., Gibb, M. J., Soca, P., & Mattiauda, D. A. (2015). Behavioural adaptation of grazing dairy cows to changes in feeding management: do they follow a predictable pattern? *Animal Production Science*, 55(3), 328–338. <https://doi.org/10.1071/AN14484>
- Costa, O., Ferreira, O., Henrique, D., Vaz, R., Fluck, A., Paris, W., Kroning, A., Griffith, L., & Matos, O. (2020). Morphophysiology of forage peanut submitted to different intensities of defoliation on grazing with sheep. *Trop Anim Health Prod*, 52(2), 547–554. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-02041-7>
- Cuchillo-Hilario, M., Wrage-Mönnig, N., & Isselstein, J. (2018). Forage selectivity by cattle and sheep co-grazing swards differing in plant species diversity. *Grass and Forage Science*, 73(2), 320–329. <https://doi.org/10.1111/gfs.12339>
- Cuchillo Hilario, M., Wrage-Mönnig, N., & Isselstein, J. (2017). Behavioral patterns of (co-)grazing cattle and sheep on swards differing in plant diversity. *Applied Animal Behaviour Science*, 191, 17–23. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2017.02.009>
- Delagarde, R., & Lamberton, P. (2015). Daily grazing time of dairy cows is recorded accurately using the Lifecorder Plus device. *Applied Animal Behaviour Science*, 165, 25–32. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2015.01.014>
- Favorito, J. E., Grossl, P. R., Davis, T. Z., Eick, M., & Hankes, N. (2021). Soil-plant-animal relationships and geochemistry of selenium in the Western Phosphate Resource Area (United States): A review. *Chemosphere*. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128959>
- Galli, J. R., Cangiano, C. A., Pece, M. A., Larripa, M. J., Milone, D. H., Utsumi, S. A., & Laca, E. A. (2018). Monitoring and assessment of ingestive chewing sounds for prediction of herbage intake rate in grazing cattle. *Animal*, 12(5), 973–982. <https://doi.org/10.1017/S1751731117002415>
- Gregorini, P., Villalba, J. J., Provenza, F. D., Beukes, P. C., & Forbes, J. M. (2015). Modelling Preference and

- Diet Selection Patterns by Grazing Ruminants: A Development in a Mechanistic Model of a Grazing Dairy Cow, MINDY. *Animal Production Science*, 55, 360–375. <https://doi.org/10.1071/AN14472>
- Kao, P. T., Darch, T., McGrath, S. P., Kendall, N. R., Buss, H. L., Warren, H., & Lee, M. R. F. (2020). Chapter Four - Factors influencing elemental micronutrient supply from pasture systems for grazing ruminants. *Advances in Agronomy*, 164, 161–229. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2020.06.004>
- Kelln, B. M., Penner, G., Acharya, S., McAllister, T., & Lardner, H. (2021). Impact of condensed tannin-containing legumes on ruminal fermentation, nutrition, and performance in ruminants: a review. *Revista Canadiense de Ciencia Animal*, 101(2). <https://doi.org/10.1139/cjas-2020-0096>
- Li, Y., Fan, J., Hu, Z., Shao, Q., & Harris, W. (2016). Comparison of evapotranspiration components and water-use efficiency among different land use patterns of temperate steppe in the Northern China pastoral-farming ecotone. *International Journal of Biometeorology*, 60, 827–841. <https://doi.org/10.1007/s00484-015-1076-9>
- Lombardi, D., Vasseur, E., Berthiaume, R., DeVries, T., & Bergeron, R. (2015). Feeding preferences and voluntary feed intake of dairy cows: Effect of conservation and harvest time of birdsfoot trefoil and chicory. *Journal of Dairy Science*, 98(10). <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9427>
- McCarthy, B., Delaby, L., Pierce, K. M., McCarthy, J., Fleming, C., Brennan, A., & Horan, B. (2016). The multiyear cumulative effects of alternative stocking rate and grazing management practices on pasture productivity and utilization efficiency. *Journal of Dairy Science*, 99(5), 3784–3797. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9763>
- Menegazzi, G., Giles, P., Oborsky, M., Fast, O., Mattiauda, D., Genro, T., & Chilibruste, P. (2021). Effect of Post-grazing Sward Height on Ingestive Behavior, Dry Matter Intake, and Milk Production of Holstein Dairy Cows. *Animals*, 11. <https://doi.org/10.3389/anim.2021.7426>
- Moreira, T., Nicolino, R., Meneses, R., Fonseca, G., Rodriguez, L., Filo, E., & Carvalho, A. (2019). Risk factors associated with lameness and hoof lesions in pasture-based dairy cattle systems in southeast Brazil. *Journal of Dairy Science*, 102(11), 10369–10378. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-16215>
- Orr, R. J., Cook, J. E., Champion, R. A., & Rook, A. J. (2001). Intake Characteristics and Performance of Contrasting Grass Varieties Continuously Stocked with Sheep. *XIX International Grassland Congress*. <https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4417&context=igc>
- Piana, R. P., & Marsden, S. J. (2014). Impacts of cattle grazing on forest structure and raptor distribution within a neotropical protected area. *Biodiversity and Conservation*, 23, 559–572. <https://doi.org/10.1007/s10531-013-0616-z>
- Prache, S., & Peyraude, J. (2015). Foraging Behavior and intake in temperate cultivated grassland. *XIX International Grassland Congress*. <https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4127&context=igc>
- Rivero, J., Grau-Campanario, P., Mullan, S., Held, S., Stokes, J., Lee, M., & Cardenas, L. (2021). Factors Affecting Site Use Preference of Grazing Cattle Studied from 2000 to 2020 through GPS Tracking: A Review. *Sensors*, 21(8). <https://doi.org/10.3390/s21082696>
- Rutter, S. M., Champion, R. A., & Penning, P. D. (1997). An automatic system to record foraging behaviour in free-ranging ruminants. *Applied Animal Behaviour Science*, 54(2–3), 185–195. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(96\)01191-4](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(96)01191-4)
- Saha, S., Amalfitano, N., Sturaro, E., Schiavon, S., Tagliapietra, F., Bittante, G., Carafa, I., Franciosi, E., & Gallo, L. (2019). Effects of Summer Transhumance of Dairy Cows to Alpine Pastures on Body Condition, Milk Yield and Composition, and Cheese Making Efficiency. *Animals*, 9(4).

<https://doi.org/10.3390/ani9040192>.

- Schären, M., Seyfang, G. M., Steingass, H., Dieho, K., Dijkstra, J., Hüther, L., Frahm, J., Beineke, A., Soosten, D. vo., Meyer, U., Breves, G., & Dänicke, S. (2016). The effects of a ration change from a total mixed ration to pasture on rumen fermentation, volatile fatty acid absorption characteristics, and morphology of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 99(5), 3549–3565. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10450>
- Snow, V. O., Rotz, C. A., Moore, A. D., Martin-Clouaire, R., Johnson, I. R., Hutchings, N. J., & Eckard, R. J. (2014). The challenges and some solutions to process based modelling of grazed agricultural systems. *Environmental Modelling & Software*, 62, 420–436. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2014.03.009>
- Tedeschi, L. O., Molle, G., Menendez, H. M., Cannas, A., & Fonseca, M. A. (2019). The assessment of supplementation requirements of grazing ruminants using nutrition models. *Translational Animal Science*, 3(2), 811–828. <https://doi.org/10.1093/tas/txy140>
- Villalba, J. J., Provenza, F. D., Catanese, F., & Distel, R. A. (2015). Understanding and manipulating diet choice in grazing animals. *Animal Production Science*, 55(3), 261–271. <https://doi.org/10.1071/AN14449>
- Wan, H., Bai, Y., Hooper, D. U., Schönbach, P., Gierus, M., Schiborra, A., & Taube, F. (2015). Selective grazing and seasonal precipitation play key roles in shaping plant community structure of semi-arid grasslands. *Landscape Ecology*, 30(1767–1782). <https://doi.org/10.1007/s10980-015-0252-y>