

**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
ESCUELA DE POSGRADO
“M. S. Francis Villena Rodríguez”**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN
INGENIERÍA AMBIENTAL**



TESIS

**Caracterización ambiental de la explotación del ganado lechero en la
Asociación de Ganaderos de Lambayeque, 2019**

**Para optar el grado académico de
Maestro en Ciencias con mención en Ingeniería Ambiental**

Investigador: Ing. Sergio Rafael Bernardo Del Carpio Hernández

Asesor: Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr.

**Lambayeque – Perú
2021**

**Caracterización ambiental de la explotación del ganado lechero en la Asociación
de Ganaderos de Lambayeque, 2019**

Bach. Sergio Rafael Bernardo
Del Carpio Hernández
Autor

Dr. Pedro Antonio Del Carpio Ramos
Asesor

Tesis
presentada a la Escuela de Posgrado de la
Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
para optar el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL

Aprobado por:

Dr. Segundo Avelino Sánchez Cusma
Presidente del Jurado

Dr. Walter Antonio Campos Ugaz
Secretario del Jurado

Dr. César Alfredo Vargas Rosado
Vocal del Jurado

Lambayeque, 2021

 UNPRG <small>UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO</small>	ESCUELA DE POSGRADO <i>M.Sc. Francis Villena Rodríguez</i>	Versión:	01
		Fecha de Aprobación	29-8-2020
UNIDAD DE INVESTIGACION	<u>FORMATO DE ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS</u>	Pág. 1 de 3	

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

Siendo las 10:30 a.m. del día miércoles 20 de octubre de 2021, se dio inicio a la Sustentación Virtual de Tesis soportado por el sistema Google Meet, preparado y controlado por la Unidad de Tele Educación de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque, con la participación en la Video Conferencia de los miembros del Jurado, nombrados con Resolución N°1720-2019-EPG, de fecha 04 de diciembre de 2019, conformado por:

Dr. SEGUNDO AVELINO SANCHEZ CUSMA	Presidente
Dr. WALTER ANTONIO CAMPOS UGAZ	Secretario
Dr. CESAR ALFREDO VARGAS ROSADO	Vocal
Dr. PEDRO ANTONIO DEL CARPIO RAMOS	Asesor

Para evaluar el informe de tesis del tesista SERGIO RAFAEL BERNARDO DEL CARPIO HERNANDEZ, candidato a optar el grado de MAESTRO EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN INGENIERIA AMBIENTAL con la tesis titulada "CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DE LA EXPLOTACIÓN DEL GANADO LECHERO EN LA ASOCIACIÓN DE GANADEROS DE LAMBAYEQUE, 2019".

El Sr. Presidente, después de transmitir el saludo a todos los participantes en la Video Conferencia de la Sustentación Virtual ordenó la lectura de la Resolución N°882-2021-EPG de fecha 13 de octubre de 2021 que autoriza la Sustentación Virtual del Informe de Tesis correspondiente, luego de lo cual autorizó al candidato a efectuar la Sustentación Virtual, otorgándole 20 minutos de tiempo y autorizando también compartir su pantalla.

Culminada la exposición del candidato, se procedió a la intervención de los miembros del jurado, exponiendo sus opiniones y observaciones correspondientes, posteriormente se realizaron las preguntas al candidato.

Culminadas las preguntas y respuestas, el Sr. Presidente, autorizó el pase de los miembros del Jurado a la sala de video conferencia reservada para el debate sobre la Sustentación Virtual del Informe de Tesis realizada por el candidato, evaluando en base a la rúbrica de sustentación y determinando el resultado total de la tesis con puntos 18, equivalente a MUY BUENO, quedando el candidato apto para optar el Grado de MAESTRO EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN INGENIERIA AMBIENTAL.

Formato : Físico/Digital	Ubicación : UI- EPG - UNPRG	Actualización:
--------------------------	-----------------------------	----------------

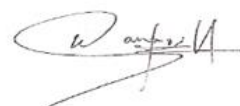
 UNPRG <small>UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO</small>	ESCUELA DE POSGRADO <i>M. Sc. Francis Villena Rodríguez</i>	Versión:	01
		Fecha de Aprobación	29-8-2020
UNIDAD DE INVESTIGACION	<u>FORMATO DE ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL</u> <u>DE TESIS</u>	Pág. 2 de 3	

Se retornó a la Video Conferencia de Sustentación Virtual, se dio a conocer el resultado, dando lectura del acta y se culminó con los actos finales en la Video Conferencia de Sustentación Virtual.

Siendo las 12:10 a.m. se dio por concluido el acto de Sustentación Virtual.



PRESIDENTE



SECRETARIO



VOCAL



ASESOR

Formato : Físico/Digital	Ubicación : UI- EPG - UNPRG	Actualización:
--------------------------	-----------------------------	----------------

Declaración jurada de originalidad

Yo, Sergio Rafael Bernardo Del Carpio Hernández, investigador principal, y Pedro Antonio Del Carpio Ramos, asesor del trabajo de investigación “Caracterización ambiental de la explotación del ganado lechero en la Asociación de Ganaderos de Lambayeque, 2019”, declaramos bajo juramento que este trabajo no ha sido plagiado, no contiene datos falsos. En caso se demostrara lo contrario, asumo responsablemente la anulación de este informe y, por ende, el proceso administrativo a que hubiere lugar. Que puede conducir a la anulación del título o grado emitido como consecuencia de este informe.

Lambayeque, julio de 2021.

Sergio Rafael Bernardo Del Carpio Hernández

Pedro Antonio Del Carpio Ramos

Dedicatoria

Gracias a Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia, gracias a mi familia por apoyarme en cada decisión y proyecto, gracias a la vida porque cada día me demuestra lo hermosa que es y lo justa que puede llegar a ser.

A mis padres, NELLY MARÍA y PEDRO ANTONIO que siempre me apoyan con su amor, consejo y enseñanzas, gracias infinitas.

A mis hermanos ALDO y LUCILLA, que con su fraterno amor siempre me impulsan a querer ser mejor.

A IVEL que con infinito amor ha sabido enseñarme que todo se puede lograr y que me ha dado lo mejor del mundo.

A IGNACIO, lo más hermoso que he podido crear hasta el momento, no hay palabras para describir el amor que te tengo.

Les agradezco, y hago presente mi gran afecto hacia ustedes, mi hermosa familia.

Agradecimiento

A la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, por seguir contribuyendo con mi formación profesional, así como a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y apoyo para seguir adelante día a día.

A la Asociación de Ganaderos de Lambayeque y a todo su personal por el apoyo brindado para el desarrollo del presente trabajo de investigación, ya que sin este hubiera sido imposible su culminación.

A mi asesor, Dr. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, por el constante e invaluable apoyo para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Índice General

Acta de sustentación	iii
Declaración jurada de originalidad	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice General	viii
Índice de Tablas	ix
Índice de Figuras	x
Índice de Anexos	xi
Resumen	xii
Abstract	xiii
Introducción	14
 Capítulo I. Diseño Teórico	 16
1.1 Antecedentes de la Investigación	15
1.2 Base Teórica	28
1.3 Definiciones Conceptuales	32
1.4 Operacionalización de Variables	33
1.5 Hipótesis	33
 Capítulo II. Métodos y Materiales	 35
2.1 Tipo de Investigación	35
2.2 Método de Investigación	35
2.3 Diseño de Contrastación	36
2.4 Población, Muestra, Muestreo	36
2.5 Técnicas, Instrumentos, Equipos y Materiales de Recolección de Datos	37
2.6 Procesamiento y Análisis de Datos	40
 Capítulo III. Resultados	 41
3.1 Ganado y densidad	41
3.2 Condición de las instalaciones	43
3.3 Alimentación	46
3.4 Problemas sanitarios	48
3.5 Manejo de la leche	48
3.6 Estimación teórica de la cantidad producida de metano	49
 Capítulo IV. Discusión	 52
4.1 Ganado explotado	52
4.2 Condición de las instalaciones	53
4.3 Alimentación	56
4.4 Problemas sanitarios	57
4.5 Manejo de la leche	58
4.6 Estimación teórica de la cantidad producida de metano	59
Conclusiones	63
Recomendaciones	64
Referencias Bibliográficas	65
Anexos	69

Índice de Tablas

Tabla 1. Operacionalización de la variable Caracterización Ambiental	34
Tabla 2. Cantidad de vacas y distribución racial por unidad productiva	41
Tabla 3. Área superficial (total y efectiva) y densidad por unidad productiva	42
Tabla 4. Características de las sombras según unidades productivas	43
Tabla 5. Temperatura (°C) y humedad relativa (%) en el corral y bajo la sombra	44
Tabla 6. Cantidad de estiércol en el piso por unidad productiva	45
Tabla 7. Equipamiento (resumido) de almacén de alimentos	47
Tabla 8. Problemas sanitarios más reportados por unidad productiva	48
Tabla 9. Perímetro del tórax (PT), promedio por unidad productiva, (cm), y peso vivo estimado (PV _e), (kg)	50
Tabla 10. Estimación de cantidad de metano producida por vaca durante una lactación	50

Índice de Figuras

Figura 1. Vista aérea del local de la Asociación de Ganaderos de Lambayeque, a 500 msnm	36
Figura 2. Fotografías del suelo al lado de comedero y bebedero con problemas de fango	46
Figura 3. Acondicionamiento y distribución del forraje	47
Figura 4. Ordeño manual en la Asociación de Ganaderos de Lambayeque	49
Figura 5. Condición corporal típica del ganado al momento de la evaluación	51

Índice de Anexos

Anexo 1. Identificación de las unidades productivas evaluadas en la Asociación de Ganaderos de Lambayeque	69
---	----

Resumen

En la Asociación de Ganaderos de Lambayeque se realizó una investigación de tipo descriptivo con la finalidad de caracterizar el proceso productivo del ganado vacuno lechero vinculado al bienestar de los animales y estimar teóricamente la producción de metano como criterio de sostenibilidad. Se trabajó con las 25 unidades productivas y se determinó un total de 221 vacas lecheras de las razas Fleckvieh, Holstein, Brown Swiss y Jersey, siendo predominantes las dos primeras, que estuvieron en 75 y 72% de las unidades productivas, respectivamente. Las unidades disponen con una superficie total promedio de 323.93 y efectiva de 304.79 metros cuadrados; la diferencia la ocupa un área destinada a almacén de diferentes materiales y equipos. El 24% de las unidades no disponen de sombra, 28% aprovecha la sombra arbórea, el resto dispone de sombra de malla raschel, manta de polipropileno y esterass; las sombras más deterioradas son las de esterass. Ninguna de las unidades dispone de una zona de ordeño en la que se pueda hacer manejo eficiente y sanitario de la leche. La temperatura ambiental y la humedad relativa fueron, prácticamente, similares en la zona desprotegida y la sombreada de los corrales. El problema sanitario más recurrente con el ganado es la mastitis. La alimentación del ganado se basa en la utilización de forraje de maíz (maduro y verde) y concentrado energético-proteico. Se determinó una cantidad total de 63 toneladas métricas de estiércol en los corrales, con la formación de fango de diferente profundidad en la zona próxima a comederos y bebederos. Se estimó que el peso vivo promedio es de 632 kilos por vaca, valor influido por la elevada condición corporal del ganado Fleckvieh. Así mismo, se estimó teóricamente una producción de 21.83 a 24.52 kilos de metano por vaca por lactación.

Palabras clave: Ganado vacuno lechero; Bienestar animal; Sostenibilidad.

Abstract

In the Lambayeque Dairy Cattle Producers Association, a descriptive research was carried out in order to characterize the production process of dairy cattle linked to animal welfare and theoretically estimate methane production as a sustainability criterion. We worked with the 25 productive units and a total of 221 dairy cows of the Fleckvieh, Holstein, Brown Swiss and Jersey breeds were determined, the first two being predominant, which were in 75 and 72% of the productive units, respectively. The units have an average total area of 323.93 and an effective area of 304.79 square meters; the difference is occupied by an area destined to store different materials and equipment. 24% of the units have no shade, 28% take advantage of tree shade, the rest have raschel mesh shade, polypropylene blanket and mats; the most deteriorated shades are those of mats. None of the units has a milking area in which efficient and sanitary milk can be handled. The environmental temperature and relative humidity were practically similar in the unprotected and shaded areas of the pens. The most recurrent health problem with cattle is mastitis. Livestock feeding is based on the use of corn forage (ripe and green) and energy-protein concentrate. A total amount of 63 metric tons of manure was determined in the pens, with the formation of sludge of different depths in the area near feeders and drinkers. The average live weight was estimated to be 632 kilos per cow, a value influenced by the high body condition of the Fleckvieh cattle. Likewise, a production of 21.83 to 24.52 kilos of methane per cow per lactation was theoretically estimated.

Keywords: Dairy cattle; Animal welfare; Sustainability.

Introducción

La producción de alimentos de origen animal es una actividad inherente a la ganadería, dentro de la que la lechería involucra a varias especies (vacunos, caprinos, ovinos, búfalos, principalmente), en las que la leche de vaca es la predominante del rubro a nivel mundial.

En el Perú existe una fuerte vocación ganadera, la que se sustenta desde épocas pre-hispánicas en la domesticación de varias especies animales para el aprovisionamiento de carnes. En la actualidad se manifiesta a través de las asociaciones de productores pecuarios, que explotan diferentes especies, a lo largo y ancho del país.

En la ganadería nacional un rubro importante, económica y socialmente, lo constituye la producción de leche de los vacunos; al punto que el precio de este producto está sujeto a las influencias políticas, los entes reguladores quieren que sea el más bajo posible para beneficiar al consumidor final y, por el otro lado, los productores desean que sea el más alto posible para poder afrontar los costos de producción y tener un margen de rentabilidad.

Una alternativa para los productores se da por el lado de la explotación de vacas con elevada calidad para la producción, con más eficientes conversiones alimenticias, mayor cantidad de leche producida y mantenidas en superficies relativamente pequeñas (alta densidad), para lograr rentabilidad.

Al plantear la presente investigación se consideró que la explotación comercial de vacas lecheras de gran capacidad corporal y altos volúmenes de leche requiere de condiciones ambientales (instalaciones), alimentación y de manejo mínimas para que los animales logren estar en confort y puedan expresar su potencialidad genética, por lo que se plantea la siguiente interrogante: ¿estarán en las condiciones ambientales adecuadas

las vacas lecheras que se explotan en las instalaciones de la Asociación de Ganaderos de Lambayeque?

Habiéndose considerado los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Evaluar las condiciones ambientales de explotación de las vacas lecheras en las instalaciones de la Asociación de Ganaderos de Lambayeque.

Objetivos específicos:

1. Determinar, evaluar y analizar el estado de las instalaciones y de la densidad según fase productiva.
2. Determinar, evaluar y analizar la alimentación de las vacas lecheras.
3. Estimar las condición sanitaria de las instalaciones según la cantidad de estiércol acumulada en los corrales.
4. Determinar y analizar la incidencia de problemas sanitarios en el ganado.
5. Determinar si la leche producida se maneja bajo condiciones adecuadas.
6. Determinar teóricamente la cantidad de metano producida.

Capítulo 1. Diseño Teórico

1.1 Antecedentes de la investigación

El ganado vacuno lechero de las diferentes razas que más se explotan en el mundo son originarias de zonas templadas y manifiestan mayor desarrollo corporal que las originarias de zonas cálidas y, también, notablemente mayores producciones. Bajo tales características los animales de razas europeas necesitan superficies mínimas de espacio, sombra, comedero, bebedero, etc., para poder mantenerse dentro de zona de confort lo que se debe reflejar en el adecuado funcionamiento fisiológico y permitirle lograr mejores rendimientos. McDowell (1975), en su ya clásico libro titulado *Bases Biológicas de la Producción Animal en Zonas Tropicales*, indica lo siguiente:

[...] precisaríamos un ambiente climático con una temperatura del aire de 13-18°C, con una humedad relativa del 60-70%, una velocidad del aire de 5-8 kmh (kilómetros por hora) y un nivel medio de radiación solar similar al de las latitudes subtropicales durante la primavera y el otoño. [...] Y por último, el ambiente debería estar libre de enfermedades y parásitos. (p. 31)

Resulta evidente, por lo manifestado por este autor, que el entorno ambiental que se registra en el distrito de Pomalca no es el más adecuado para la explotación lechera de altos rendimientos, a no ser que se les suministre las condiciones adecuadas a las vacas.

Esto se debe a que la región Lambayeque, según el Sistema Bioclimático de Holdridge, es un Desierto Súperárido – Premontano Tropical (ds – pt) y como tal alcanza temperaturas superiores a los 30°C durante el verano; por el contrario, durante el invierno la temperatura media es de 23°C (Aznarán, 2019). En consecuencia, durante buena parte del año la temperatura estará por encima de la temperatura óptima para el vacuno europeo

(13 – 18°C); debido a esto es que los vacunos lecheros deben disponer de las instalaciones adecuadas para aliviar el posible estrés térmico al que se verían sometidos.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que toda hembra de mamífero al entrar en lactación sufre un incremento considerable en su actividad metabólica, lo que la hace susceptible al efecto negativo del entorno sobre su organismo; razón por la que debe disponer de condiciones ambientales, de manejo, de alimentación, etc., mínimas para poder enfrentar con éxito el desafío que la lactación le imprime de mantener condiciones orgánicas saludables y rendimientos elevados (Hafez y Dyer, 1972; McDowell, 1974). Relacionado con la mejora en las condiciones ambientales, se encuentra la disponibilidad de sombras para que las vacas puedan estar en confort; sin embargo es posible que la cantidad de leche producida no merme pero si puede hacerlo su calidad.

Al respecto, Beauregard-García et al. (2018) realizaron un comparativo en Querétaro, México, entre la producción obtenida en invierno y verano por vacas que no dispusieron de sombras. La tasa respiratoria (45 a 56 respiraciones por minuto) y la temperatura (38.3 a 38.6°C) se incrementaron significativamente en el verano; así mismo, hubo diferencias significativas en la cantidad de leche producida por día (23.06 a 28.71 kg), energía en la leche (16.22 a 20.14 Mcal), temperatura de la leche (31.41 a 32.50°C); con reducciones significativas en contenido de proteína (2.85 a 2.79%) y sólidos no grasos (7.65 a 7.43%). Los autores concluyeron que durante el verano las vacas presentaron estrés calórico ligero e incrementaron 24% la producción de leche con respecto al invierno, pero no mejoraron la calidad de la leche; así mismo, asumieron que el empleo de sombras durante el verano puede mejorar el estado fisiológico de los animales y calidad de la leche.

Gasque y Blanco (2001), en su publicación titulada *Zootecnia en Bovinos Productores de leche*, indican lo siguiente:

La cría en confinamiento describe el conjunto de operaciones que tienen lugar donde los animales se retiran completa o primariamente de los pastizales. En principio la idea de la cría en confinamiento es objeto de controversia en los trópicos según varios puntos de vista. No obstante, en la actualidad se practica según varios niveles, en zonas tropicales, por las mismas razones que en las zonas templadas: expansión del tamaño de las explotaciones, mayor especialización, empleo más eficiente de la mano de obra, elevación de los costes de la tierra en las proximidades de los centros urbanos y una mayor eficiencia en la producción mediante el empleo de alimentos almacenados. La perspectiva es la difusión continuada de esta práctica en todos los países, no solo mediante la expansión de las explotaciones existentes, sino también como un procedimiento para realizar una utilización eficiente de tierras adicionales incorporadas a la producción agrícola, especialmente donde sea preciso un drenaje costoso. La cría en confinamiento y la recolección de forrajes serán necesarias para apoyar las inversiones en dichas tierras. [p. 66].

Así mismo, consideran que en

El confinamiento suele representar un cambio notable en el medio ambiente de los animales, en muchos aspectos impone la necesidad de un conjunto de diferentes prácticas de manejo. En los climas cálidos aumenta la importancia que debe presentarse a la salud de los animales tal como el peligro de una rápida difusión de las enfermedades transmisibles, aunque al mismo tiempo proporciona la oportunidad de utilizar medidas de protección. Se impone el mantenimiento de un buen estado sanitario. [p. 66].

Por lo que sostienen que

Esto resulta especialmente cierto para reducir al mínimo problemas sanitarios tales como la putrefacción de las pezuñas. Además, cuando el ganado vacuno adulto se mantiene continuamente sobre suelos de hormigón la atención a hechos tales como, el recorte de las pezuñas debe pasar a formar parte del sistema de manejo, aunque esto puede ser preciso también en las condiciones de los pastizales. [p. 66].

Al tener en consideración la densidad, consideran lo siguiente [p. 67]:

Con un gran número de animales confinados en un espacio reducido adquieren gran importancia las prácticas de manejo y los medios disponibles, tales como edificios, equipo y distribución, debido a los siguientes factores:

- Se restringe al animal a encontrar comodidad en el albergue.
- Se crean problemas de humedad que son adversos a la salud e impactan más que las altas temperaturas.
- Se limita la oportunidad de ejercicio al animal.
- Se incrementan los problemas de salud.
- Baja la eficiencia reproductora debido a la falta en la detección de calores.
- El mantenimiento de la higiene requiere costosas inversiones, Ej.: manejo de estiércol.
- Los problemas de dominancia social se incrementan.

Lo manifestado por Gasque y Blanco es importante, toda vez que la leche como alimento de elevada calidad para las personas (sobre todo para la niñez) debe ser de disponibilidad casi inmediata para la comunidad y el mantenimiento de las vacas en ambientes no adecuados podría ocasionar mayor cantidad de situaciones problemáticas que benéficas, ya que la naturaleza del ganado es el pastoreo.

Al respecto Rivas-Lucero *et al.* (2008) consideran que la ganadería intensiva genera una gran cantidad de residuos sólidos que afectan negativamente el suelo, agua y aire. Desarrollan sus apreciaciones apoyándose en Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norte América indicando que:

En el suelo, el problema puede ser de deterioro de este por la salinización y toxicidad de algunos elementos que contienen los desechos del ganado. En el aire, la producción de estiércol tiene un efecto potencial directo por la producción de amonio, gases de [efecto] invernadero y malos olores. Las emisiones de amonio pueden ser una fuente de acidificación de suelos y agua... En los cuerpos de agua superficiales puede causar eutrofización lo cual trae consigo el agotamiento del oxígeno del agua superficial y por ende una pérdida potencial de recursos acuáticos.

Bajo ciertas situaciones los desechos ganaderos pueden ser una fuente de contaminación del agua subterránea por nitratos. [...] Los acuíferos de materiales porosos, permiten que los contaminantes sean fácilmente transportados a las aguas subterráneas. Se considera que los desechos ganaderos son una fuente puntual ya que fluyen relativamente estables a través del tiempo y pueden contaminar los cuerpos de agua en puntos fácilmente identificables.

Esto se sostiene en el hecho práctico para los productores de tener en confinamiento intensivo a vacas de elevada capacidad para producir leche, esta presión los induce a utilizar raciones con elevado tenor proteico (nitrógeno) lo que conduce a la producción y excreción de heces con elevado contenido de nitrógeno; pero, a veces, no solo se trata del nitrógeno, sino que recurren en demasía al empleo de pre mezclas vitamínico minerales abusando del suministro de micro elementos que pueden ser contaminantes (cobre, por

ejemplo) y en diferentes circunstancias se abusa de la suplementación de fósforo, elemento que tiene particularidades contaminantes (Sancha *et al.*, 2005, p. 35; Turker *et al.*, 2013, p.30). Rivas-Lucero *et al.*, consideraron la importancia de implementar programas de determinación del impacto ambiental y aplicar medidas de mitigación.

Por otro lado, la explotación intensiva en ambientes tropicales conduce al estrés calórico del ganado; si no se dispone de un sistema de enfriamiento (principalmente en el verano) no se aprovechará el potencial productivo de las vacas. Vásquez *et al.* (2017, p. 197) obtuvieron mejoras en la producción de vacas que recibieron enfriamiento mediante ventiladores y aspersores de agua, en dos establos en el valle de Huaura. Sus resultados evidenciaron que, en la costa peruana, con mayor intensidad en el norte, las vacas de alta producción (razas europeas) no disponen de bienestar y producen bajo condiciones de estrés térmico. Estos aspectos han sido tratados con mayor detalle por Rushen *et al.* (2008).

En casi todo el mundo los productores de leche, de origen vacuno, se han orientado hacia la explotación de animales de las razas lecheras reconocidas como más productoras; a saber, Holstein, Brown Swiss, Jersey. En la Región Lambayeque, además de éstas, se introdujo la Simmental alemán (también conocida como Fleckvieh), por recomendación del grupo asesor alemán que laboró en Lambayeque debido a que el Proyecto Tinajones fue ejecutado por los alemanes. Todas estas razas tienen sus peculiaridades vinculadas a la cantidad de leche producida, calidad de esta y condición corporal, las que se manifiestan en Laben (1980), Sambraus (1992), Gasque y Blanco (2001), entre otros autores. Es importante mencionar que, con excepción de la raza Jersey, las vacas de las razas Holstein, Brown Swiss y Fleckvieh son las de mayor volumen corporal, por lo que no son las más adecuadas para explotar en el trópico. Sin embargo, se ha indicado que

aun cuando el estrés calórico las afecta más, su producción es superior a las razas o tipos nativos.

La vaca lechera recibe suministros importantes de alimento, lo que se debe a su elevada tasa metabólica, la que está vinculada a la alta calidad genética para producir leche; dado que se requiere una cantidad importante de nutrientes para producir un litro de leche la vaca de alta producción debe recibir alimento (forraje y concentrado) en cantidades adecuadas para respaldar la síntesis láctea; así, si se desea que las vacas tengan producciones considerables (20 litros o más) recibirán alimento en cantidades importantes. Debido a esto, se producen cantidades grandes de residuos sólidos (estiércol) como producto de la digestión. Bines (1992, p. 21) indicó que *el tamaño de la vaca es crítico en la determinación del volumen de la cavidad abdominal, la cual a su vez limita la expansión volumétrica del rumen durante la ingestión*, esto es importante si explotan vacas de gran tamaño.

Por otro lado, la tendencia general considera que la alimentación de las vacas lecheras debería sustentarse más en la utilización de forraje que de concentrados, debido a factores eminentemente económicos (Wisselink, 1992, p. 153 y posteriores; Pallete *et al.*, 2018, p. 132); sin embargo, cuando los productores no disponen de tierras para sembrar forrajes pueden recurrir a los concentrados energético-proteicos o comprar forrajes caros, lo que no es muy conveniente por la elevación de los costos de producción. Ante tal situación pueden recurrir a los forrajes baratos, los que son de menor calidad (digestión pobre, bajo tener energético-proteico, etc.) y en consecuencia la producción de residuos sólidos tiende a hacerse mayor.

Indistintamente de la raza lechera que se explote, se ha indicado que la explotación intensiva conduce a la prevalencia de algunos problemas sanitarios, los que pueden ser transmitidos al hombre, como es el caso de la tuberculosis; y dentro de los mismos

animales, como la diarrea viral, debido a que la estabulación obliga a emplear muchos animales en una superficie relativamente pequeña (Olvera y Pérez, 1976; Aguilar, 2006).

Pero, probablemente, uno de los problemas sanitarios más importantes es el que está vinculado con las cojeras (pudrición de pezuñas, hormiguillo, etc.) que son exacerbados por los pisos húmedos por las deyecciones (urinarias y fecales), que no pueden airearse debido a que la elevada densidad lo impide y porque la radiación solar no se da abasto para deshidratar el estiércol. Blowey (1998), en su Guía Ilustrada sobre Cojeras y Cuidado del Casco menciona que:

La cojera es un ejemplo verdadero de una condición multifactorial; esto es, existe una cantidad de factores que producirán un efecto adverso sobre la condición del casco. Actuando en forma única puede que no produzcan cojera; sin embargo, cuando actúan en conjunto pueden ocasionar serios problemas al pie. [p. 62].

El autor clasifica a los factores causantes de cojera en: Nutricionales, de Manejo, de Toxicidad y misceláneos. Las condiciones de humedad los ubica dentro de los factores de manejo y considera que:

Las condiciones de humedad debajo del pie pueden conducir a un rápido ablandamiento del casco [...]. Las condiciones congestionadas reducirán los tiempos de descanso [...]. El tejido córneo normal debería contener casi 15% de humedad, pero esta puede duplicarse si los pies están continuamente en condiciones húmedas. Esto debilita los cascos considerablemente [...]

El estiércol viejo y corrosivo acumulado puede incrementar la incidencia de necrosis del talón o dermatitis digital. (p. 73).

Hasta donde se conoce, las altas densidades a las que se ven sometidas las superficies de terreno con la explotación de vacas lecheras, la alta tasa metabólica de los animales en lactación, el superior consumo de agua y un alto aprovisionamiento de nutrientes, a través del forraje y concentrado, generan las condiciones propicias para que estén siempre presentes o latentes una cantidad considerable de problemas sanitarios. En el caso de las cojeras, no sólo están relacionadas con la claudicación del animal que la sufre, sino que se ven expuestas a la agresión de otras vacas sin que pueda huir con facilidad, disminuye el consumo de alimento y, por ende, disminuye la producción con la concomitante pérdida de condición corporal. De esta manera, algo que parece trivial (de fácil solución) se transforma en un gran problema de bienestar para la vaca y económico, ya que al disminuir la producción la vaca pierde rentabilidad, motivando al productor a aplicar la saca de esa vaca.

Como han indicado Telezhenko et al. (2012, p. 3064), con relación al efecto de la densidad sobre el comportamiento y rendimiento en las vacas lecheras,

La cantidad de espacio que se proporciona a los animales alojados de forma intensiva es uno de los temas más polémicos para los miembros del público preocupados por el bienestar de los animales de granja [...]. El espacio por animal puede afectar el costo de la construcción, pero mantener a los animales en condiciones de hacinamiento puede generar problemas de salud y de comportamiento [...]. Comprender mejor los efectos de la disponibilidad de espacio en los animales es importante para abordar estas preocupaciones y ayudará con las mejoras en el diseño y la gestión del establo. Trabajos anteriores han relacionado densidades más altas con una mayor frecuencia de agresión, problemas de comportamiento y rendimiento reducido en el ganado [...]. Las diferencias en las densidades de animales no están controladas por un solo factor,

sino por la combinación del tamaño del grupo y el tamaño del corral. Los 3 factores pueden afectar a los animales, lo que dificulta la investigación en esta área [...]. Más de 3 décadas de investigación han considerado los efectos de la densidad de población en varias medidas del comportamiento de las vacas lecheras [...], pero hasta la fecha ninguna investigación ha intentado separar los efectos del tamaño del grupo, tamaño del corral y densidad de población. La disponibilidad de espacio puede ser importante para mantener una actividad locomotora adecuada. Trabajos anteriores han demostrado que el ejercicio mejora la circulación sanguínea, desarrolla el sistema muscular y promueve la salud en las vacas lecheras [...]. El aumento de la caminata también reduce los niveles sanguíneos de NEFA [ácidos grasos no esterificados], lo que potencialmente reduce el riesgo de trastornos metabólicos y digestivos [...]. Algunos autores han especulado que la actividad locomotora en el ganado puede aumentar a densidades más altas, porque una mayor competencia puede obligar a las vacas a moverse para acceder a los recursos o escapar de los competidores [...]. Otros han argumentado que los animales pueden disminuir la actividad locomotora cuando se alojan en densidades más altas porque hay menos espacio disponible y las vacas no pueden escapar del comportamiento agresivo de otras vacas [...].

La finalidad de las unidades productivas de leche de vaca tiene, por lógica la producción de leche, esta debe ser de la mejor calidad (composición química, organoléptica y microbiológica). Por su alta concentración de nutrientes, la leche es un medio de cultivo ideal; una vez extraída de la ubre esta expuesta a contaminación microbiana. Los microbios contaminantes se encuentran en abundancia en el entorno del ganado, en cualquiera de los lugares de la unidad productiva; aún en las salas de ordeño, en las que deben aplicarse estrictas medidas de higiene. Así, si las unidades productivas

no cuentan con sala de ordeño o no se cumplen las elementales reglas de higiene la calidad del producto siempre se encontrará al borde de ser de mala calidad. Martínez *et al.* (2011), en su publicación *Mejora Continua de Calidad Higiénico-Sanitaria de la Leche de Vaca*, inciden en la importancia de la aplicación de buenas prácticas de higiene, indicando que:

Las buenas prácticas de higiene son medidas 100% preventivas que, aplicadas a las instalaciones, al manejo de las vacas en las fases de ordeño, conservación de la leche, limpieza y desinfección, reducirán significativamente el riesgo de contaminación de la leche cruda por material extraño, microorganismos o sustancias químicas [...]. Con ello se protege de contaminaciones a los consumidores o procesadores, y además se crea una cultura de higiene en los productores para ofrecer un producto de calidad en las unidades de producción.

(p. 7)

Los autores citados resaltan la importancia de contar con sala de ordeño en las unidades de producción, en la que puedan aplicarse las prácticas de higiene al 100%; se puede deducir que es prácticamente imposible obtener leche de la mejor calidad si no se dispone de ella.

Sin embargo, para el productor la situación se complica más si se tiene en consideración que se facilita la presentación de mastitis, ya que casi no se puede aplicar las medidas sanitarias y de manejo que impidan o disminuyan la infección de la ubre. En la publicación de Blowey y Edmonson (2010, p. 148-151) se indica las consideraciones ambientales a tener en cuenta para reducir la incidencia de este problema sanitario; así consideran: *Evitar las altas densidades de población, eliminar los desperdicios de comida, manejar las vacas con cuidado, poner listones de caucho en el piso de la sala de*

ordeño, evitar corrientes de aire, [evitar el] estrés por calor, establecer un grupo de postparto, [cuidar la] higiene de la vaca seca.

Si no se dispone de instalaciones adecuadas, sala de ordeño e higiene adecuada es posible que no se esté obteniendo leche de calidad.

En la actualidad, con un mundo globalizado en el que se está imponiendo el criterio ecológico de sostenibilidad, los rumiantes domésticos (principalmente vacunos) han sido puestos en la picota. Debido a la producción normal de metano que se genera como consecuencia de la fermentación microbiana ruminal; se ha mencionado (Ruiz, 2018, p. 2) que la capacidad de producir efecto invernadero del metano es muy superior (25 veces) a la del CO₂. Respecto a la producción y efecto del metano, McDonald *et al.* (2013) indican que:

Se ha estimado que el 70 por ciento del metano presente en la atmósfera terrestre tiene su origen en actividades humanas, siendo la agricultura responsable del 60 por ciento [de este]. Las fermentaciones entéricas suponen, aproximadamente, el 80 por ciento de la producción de metano y el 20 por ciento restante procede de las deyecciones animales. [...]. Durante la fermentación de la materia orgánica en el rumen, se produce hidrógeno que utilizan las bacterias metanogénicas, con el dióxido de carbono, para producir metano y agua. [...]. La actividad de las bacterias metanogénicas y, por consiguiente, la cantidad de metano producida se reduce al aumentar el ritmo de paso y la digestión de los alimentos, al incrementar los niveles, al descender el pH del rumen y al fermentar los alimentos ricos en almidón. Todos estos factores favorecen el empleo del carbono y el hidrógeno para la producción de propionato.

[...]. La mejora de la productividad animal puede reducir directa e indirectamente la producción de metano. Por la vía indirecta, la producción de metano se reduce puesto que se necesitan menos animales para producir la misma cantidad de carne o leche, con lo que los costes de mantenimiento son menores. Los efectos directos se logran gracias al tipo de raciones necesarias para aumentar las producciones, es decir, administrar mayores cantidades de alimentos concentrados (ricos en almidón) y menores cantidades de alimentos fibrosos. [...] el consumo de alimentos ricos en almidones aumenta la producción de propionato y disminuye la de metano como resultado de la creación de un ambiente ruminal menos favorable para las bacterias productoras de metano. No obstante, existen inconvenientes al seguir este enfoque, ya que los animales son más susceptibles a la acidosis, y al emplear cereales en las raciones compiten directamente con el hombre. (p. 175)

Además de una alta densidad, la alimentación forrajera incrementa la producción de metano por parte de los rumiantes; no obstante, la cantidad de metano en la atmósfera es considerablemente menor a la de CO₂ y, al parecer, los que consideran que los rumiantes domésticos son altamente responsables del calentamiento responden a otros intereses diferentes a los de la ciencia ambiental. Pero, la investigación científica está buscando algunas soluciones a esta interrogante.

1.2 Base teórica

En 2009, Rauw manifestó lo siguiente:

La "Teoría de la asignación de recursos" fue propuesta por primera vez por Goddard y Beilharz (1977) como una contribución al congreso y publicada por primera vez por Beilharz *et al.* en 1993. Desde entonces, cada vez más autores

han aplicado la teoría de la asignación de recursos a la producción ganadera (por ejemplo, Rauw *et al.*, 1998, 1999; Luiting, 1999; Schütz y Jensen, 2001; Knol, 2002; Mignon-Grasteau *et al.*, 2005; Oltenacu y Algers, 2005) y desarrollaron modelos que incorporan la teoría (por ejemplo, Van der Waaij, 2004; Capítulo 18). Sin una comprensión de los procesos fisiológicos subyacentes sobre los que actúa la selección genética, la mejora genética acumulativa y permanente a través de la selección es esencialmente una técnica de caja negra. Es probable que el aumento genético de un sistema biológico que no se comprenda bien dé lugar a efectos secundarios desfavorables y que no se comprendan correctamente. La comprensión de los antecedentes biológicos ofrecerá la oportunidad de comprender, anticipar y prevenir los efectos secundarios negativos de la selección.

(p. 17)

El mismo autor consideró la relación entre los recursos ambientales disponibles y el fenotipo (producción) de los animales y asumió que:

Los recursos ambientales disponibles determinan el fenotipo que puede sostenerse de manera más eficiente y, por lo tanto, los genotipos que se seleccionan sobre la base de los fenotipos. Como resultado se han favorecido diferentes genotipos en diferentes entornos (ej., ganado *Bos indicus* en los trópicos y *Bos taurus* en Europa). Es el ambiente el que evita o permite que ocurran cambios evolutivos.

(p.10)

Además, como mencionan Rauw y Gómez-Arraya (2015), “se requiere que los animales rindan en una amplia variedad de condiciones ambientales en cuanto a clima,

instalaciones, entorno social, presión de enfermedades y diferencias en calidad y composición del alimento”. Es decir,

Rauw y Gómez-Arraya (2015) consideraron, teniendo en cuenta la “teoría de la asignación de recursos”, que los procesos que se dan en el campo de la producción animal constituyen, básicamente, un sistema de entrada-salida (output-input) al que se aplica la primera ley de la termodinámica, o ley de conservación de la energía, de la misma forma que para cualquier sistema energético. Esto es coherente si se tiene en consideración lo manifestado por investigadores como McDonald et al. (2013), que todos los procesos que se dan al interior del organismo animal (incluido el animal humano) responden fundamentalmente al aprovisionamiento de energía. En el planteamiento de Rauw y Gómez-Arraya (op. cit.), lo desarrollan de la siguiente manera.

... la energía no se puede crear ni destruir, sólo se puede cambiar de una forma a otra. La energía que sale (producción, pérdidas) requiere una cantidad igual de ingreso (eventualmente, esto se reduce a la ingesta de alimentos). En otras palabras: un animal de una población seleccionada genéticamente para incrementar la producción sólo podrá realizar su potencial en un entorno en el que los recursos se suministren adecuadamente. Sin embargo, si bien esto se mantiene incluso de manera intuitiva, en la práctica a menudo el ganado se selecciona genéticamente para incrementar los niveles de producción (output) al mismo que para disminuir el input energético (mejora de la eficiencia alimenticia, disminución de los niveles de grasa).

Definitivamente, esto se corresponde con la explotación de las vacas lecheras, en donde el input y output pueden estar considerablemente alterados en su magnitud debido a una serie de factores de tipo ambiental. Aún cuando, se pueda considerar dentro de una problemática del tipo ético. En la misma fuente (inmediata anterior) se manifestó que:

Como indican Oltenaw y Algers (2005) con respecto al ganado lechero: “[mejorar la eficiencia de la producción] debería optimizar el uso de los recursos, aumentar las ganancias de la granja y reducir los costos para los consumidores. En muchos países europeos, el rendimiento por vaca se ha más que duplicado en los últimos 40 años. El dramático incremento en el rendimiento por vaca se debe al rápido progreso en la genética, la nutrición y el manejo”; sin embargo, debido a los problemas de fertilidad resultantes, la creciente incidencia de problemas de salud y la disminución de la longevidad en las vacas lecheras modernas, “la selección en genética para el aumento de la producción de leche se considera cada vez más como un incremento de las ganancias a expensas de la reducción del bienestar animal”.

Lo que ha sido bien documentado por Rauw (2012) al revisar la relación de la respuesta inmune de los animales domésticos de interés zootécnico considerando la perspectiva de la asignación de recursos. Es decir, se plantea la problemática relacionada con la búsqueda de equilibrio entre la producción y el bienestar animal.

Cuevas (2008), ya planteaba el empleo de la teoría de asignación de los recursos para explicar el efecto que se ha ejercido a través de la domesticación en el comportamiento de los animales que son motivo de selección por los humanos y toma como referencia al ganado vacuno lechero de la raza Holstein (a éste y a los demás grupos domesticados – animales y plantas – les ha dado la denominación de bio-artefectos o artefactos biotecnológicos); pero porque es importante el ganado lechero Holstein y el empleo de la teoría en cuestión. Considera lo siguiente:

... un animal domesticado, producto de la selección artificial intencional humana, existe solamente en tanto y en cuanto nosotros lo hemos producido. Es decir, una vaca lechera es característicamente un bio-artefacto. Las vacas lecheras no

pertenecen a una especie surgida a través de un proceso de selección natural (como las sanguijuelas). Sus antepasados naturales (no artefactuales) se extinguieron hace tiempo y las vacas lecheras pueden sobrevivir gracias a que nosotros las hemos producido y ahora mantenemos una cierta relación con ellas. (p. 75)

Sin embargo, como la autora lo indica en la página 90 de su artículo, la domesticación (al asignarle recursos a la vaca lechera) ha logrado una vaca que es capaz de producir más leche de la que su ternero necesita y la empleamos para nuestra alimentación; no existe en el mundo raza de ganado lechero más productiva que esta. Sin embargo, ha perdido gran parte de sus peculiaridades silvestres que le harían sobrevivir en un entorno natural; incluso, de ser capaz de alimentarse por sí misma. Es decir, es imprescindible su vínculo al ser humano. En otras palabras, la teoría de asignación de los recursos indica que la vaca lechera aprovecha al máximo los recursos que se le brindan para que produzca mucho de lo que nos interesa (leche), pero a un costo (menor calidad de leche, mayor susceptibilidad a enfermedades, menos resistencia a los cambios ambientales, menor eficiencia reproductiva, etc.) que puede ser muy alto dependiendo del entorno en que se le explote. He allí la importancia de esta base teórica al aplicarla a la presente investigación.

Así, estando definida la Teoría de Asignación de los Recursos y considerado su campo de acción, la presente investigación se apoyó en ella para analizar los resultados encontrados.

1.3 Definiciones conceptuales

- **Caracterización ambiental:** Determinación de las características del entorno bajo las que se explotan las vacas lecheras de los miembros de la Asociación de Ganaderos de Lambayeque.

- **Explotación:** Uso de los animales que han sido criados para obtener uno o varios productos de uso comercial, tal como la leche, la carne, los huevos, etc. Es entonces un proceso que implica, generalmente, desde el nacimiento hasta la saca.
- **Ganado lechero:** Normalmente los animales vacunos (*Bos taurus*); entonces se entiende como ganado lechero a las razas vacunas especializadas para la producción de leche. En otras especies de animales domésticos de interés zootécnico debe utilizarse la palabra que indica la especie después de la palabra “ganado”, así se tiene “ganado porcino”, “ganado ovino”, “ganado equino”, etc. En su origen se asume como animales que se le han ganado a la naturaleza a través de la domesticación.
- **Condiciones ambientales:** Todo lo que rodea al ganado y ejerce un efecto (positivo o negativo) sobre sus indicadores productivos (instalaciones, alimentación, sanidad, fase de producción, etc.); las instalaciones están estrechamente vinculadas a la acción del clima sobre los animales.

1.4 Operacionalización de variables

Debido a que se trata de una investigación de tipo descriptivo no existe variable independiente ni dependiente; sólo la variable “Caracterización ambiental” que describe al proceso ganadero de producción de leche de la Asociación de Ganaderos de Lambayeque. En la Tabla 1 se presenta la operacionalización de la variable.

1.5 Hipótesis

El ganado lechero explotado en la Asociación de Ganaderos de Lambayeque no cuenta con las condiciones que le permita estar en condición de bienestar y aporta cantidades apreciables de metano al ambiente.

Tabla 1.
Operacionalización de la variable Caracterización Ambiental

Variable única	Definición	Dimensión	Variables de caracterización	Indicadores	Tipo de variable	Población	Instrumento
Caracterización ambiental de la explotación del ganado lechero de la Asociación de Ganaderos de Lambayeque	Descripción del proceso productivo del ganado vacuno lechero de las unidades de producción, y del impacto ambiental que la Unidad de producción genera hacia el ganado y el entorno (de Vries et al., 2014; Mattiello et al., 2011; Polsky y von Keyserling, 2017).	Proceso productivo del ganado vacuno lechero	Unidad Productiva	- Adecuada - Regular - Inadecuada	Nominal, politómica	25	Ficha técnica de Observación
			Raza	- Fleckvieh - Holstein - Brown Swiss - Jersey	Nominal, politómica	221 vacas lecheras	Ficha técnica de Observación
			Instalaciones	- Equipo / ordeño - Equipo / estiércol - Equipo / alimentación - Humedad - Temperatura	Nominal, politómica		
			Densidad	- 1ganado/m2 - 2ganados/m2 - 3ganados/m2	Nominal politómica		
			Sombras	- Sombra arbórea - Estera - Polipropileno - Malla raschel - No tiene	Nominal politómica		
			Alimentación	- Forraje - Concentrado	Nominal dicotómica		
			Sanidad	- Mastitis - Respiratorias - Digestivas	Nominal politómica		
			Ordeño	Con ambiente para ordeño Sin ambiente para ordeño	Nominal dicotómica		
		Impacto ambiental	Estiércol	- Abundante - Escaso - Tratamiento	Nominal politómica		
			Gases de efecto invernadero	-Kilos de metano	Numérica		

Capítulo II. Métodos y Materiales

2.1 Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo descriptivo. La razón del por qué una investigación es descriptiva es mencionada por Hernández *et al.* (2010) de la siguiente manera:

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a su análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas. (p. 80)

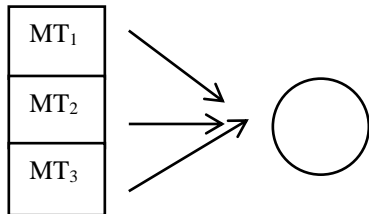
Por tal motivo, esta investigación descriptiva pretendió conocer el detalle de esta explotación para aspectos relacionados con la zootecnia y que puedan abarcarse desde el punto de vista ambiental y que pueda servir de base para investigaciones posteriores de corte más específico, tanto correlacional o explicativo. Los mismos autores indican que este tipo de estudios *son útiles para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación.*

2.2 Método de Investigación

El método de investigación fue la estadística descriptiva. *Los métodos de investigación cuantitativa se usan principalmente para comparar datos con orientación numérica. El rigor científico se fundamenta en la fiabilidad y la validez de los datos* (Zita, 2020).

2.3 Diseño de Contrastación

Se consideró la aplicación del diseño descriptivo transversal, el que se emplea cuando se observa el comportamiento de una misma variable en muestras de diferente edad en un momento dado (Hernández *et al.*, 2010).



Donde:

MT₃...MT₁: Representan muestras de diferentes tiempos en un momento dado.
O: la observación que se hace a cada muestra.

2.4 Población, Muestra y Muestreo

La Asociación de Ganaderos de Lambayeque (AGL) se encuentra ubicada en el Km 2.5 de la carretera que une los distritos de Chiclayo y Pomalca (Figura 1); los asociados se dedican a la explotación de ganado vacuno lechero de distintas razas y cruces, los núcleos de producción son de tamaño pequeños (pocas vacas en ordeño). Las vacas en producción son de diferentes campañas y de diferentes momentos de lactación.



Figura 1. Vista aérea del local de la Asociación de Ganaderos de Lambayeque, a 500 msnm

Fuente: Google Earth (2020)

Se trabajó con toda la población explotada en este local; en consecuencia, la muestra fue del tamaño de la población misma.

2.5 Técnicas, Instrumentos, Equipos y Materiales de Recolección de Datos

2.5.1 Técnicas

Se tomó las medidas de los corrales (largo por ancho) y se determinó el material de construcción y se midió la longitud y el ancho; lo que también se hizo para el comedero, bebedero, sombras y almacén. Esta evaluación se consideró importante porque permite hacer una aproximación para determinar si el ganado se encuentra o no en estado de bienestar. Se determinó la temperatura y humedad relativa fuera de la sombra y dentro de ella, medidas que se tomaron entre las 11 de la mañana y las 3 de la tarde, que constituye el período del día en que las vacas suelen mostrar evidencia de estrés calórico.

Con la utilización de un cuadrado, hecho con una varilla de fierro liso de un cuarto de pulgada, y de un metro por lado, se determinó que cantidad de estiércol hubo en el suelo de los corrales. Empleando una palana se tomó todo el material que había en el metro cuadrado y se introdujo en un costal de polipropileno y se pesó en una balanza de plataforma. Se tomó cuatro muestras de 10 unidades productivas, elegidas en forma completamente al azar. Así se pudo calcular el promedio por cada unidad productiva y el promedio general, el que fue atribuido a todas las unidades y estimar la cantidad total de estiércol, lo que es sostenible toda vez que estuvieron representadas el 40% de las unidades productivas, para asegurar la aplicabilidad del promedio se realizó el pesaje de la cantidad de estiércol por metro cuadrado en unidades no próximas.

Se determinó que tipo de alimento se emplea para el ganado y si recibe algún tipo de procesamiento antes de suministrarlo en los comederos.

Se preguntó a los encargados del ganado con la finalidad de determinar cuáles fueron los problemas sanitarios más importantes en el último mes y que se empleó para solucionarlos.

Se observó el proceso de ordeño para determinar bajo que condiciones se realiza y bajo que condiciones se maneja la leche obtenida.

Para la estimación del peso vivo se trabajó con quince unidades productivas, las que fueron tomadas en forma completamente al azar; dentro de cada unidad productiva se midió el perímetro del tórax de tres vacas, también tomadas en forma al azar. Luego se calculó el promedio para cada unidad y se estimó el peso vivo, para proceder luego a estimar el peso vivo general. Como ha sido indicado por García *et al.* (sf), Casasola (2007) y otros investigadores, el perímetro del tórax tiene una alta asociación con el peso vivo; los autores evaluaron diferentes modelos matemáticos predictivos y determinaron que el modelo multiplicativo siguiente: $PV = 0.000248813 \times PT^{2.77498}$ tuvo un coeficiente de determinación de 99.61%; por tal motivo, en la presente investigación se trabajó con esta medida corporal y se aplicó la fórmula citada. Los autores indicaron que todos los modelos desarrollados basados en el perímetro del tórax expresaron elevados coeficientes de determinación.

Para la medición corporal se ubicó a los animales en una superficie plana y se verificó que estuvieran en aplomo, para evitar distorsiones en las medidas, como ha sido sugerido por Ramírez *et al.* (2008, p. 133), ya que la inadecuada estación de las vacas ocasiona medidas distorsionadas, conduciendo a la obtención de información alejada de la realidad.

La estimación del peso vivo es una parte importante en la relación que permite estimar la producción de metano (Ruiz, 2018, p. 17). La estimación de la emisión de metano se hizo aplicado el procedimiento citado por Ruiz (2018), que fue:

$$\text{Emisión estimada de Metano, l/lac E-CH}_4 = (((2.3342 - 2.509 * (\text{DIVMS}/100)) * (\text{BW}^{0.75})) / 1000) * (\text{LL})$$

Donde:

DIVMS: Digestibilidad *In Vitro* de la Materia Seca.

BW^{0.75}: Tamaño corporal metabólico. Es el Peso Vivo (kg) elevado a la potencia 0.75.

LL: Longitud de lactación (330 días).

Para calcular el valor de DIVMS se empleó dos reportes, el de Macías (2015, p. 37), quien en su tesis doctoral titulada “Aplicación de celulasas o xilanasas para mejora en la digestión ruminal *in vitro* en tres residuos de cosecha”, determinó el valor de la digestión ruminal *in vitro* de la panca de maíz en 61.8%. Así mismo, el de Pulido *et al.* (2009, p. 200) quienes determinaron que la digestibilidad *in vitro* del concentrado para vacas lecheras fue de 87.6%. En la situación de la presente investigación se observó que las vacas reciben, generalmente, dos proporciones de forraje concentrado 70: 30 después del pico de lactación y 60: 40 en el pico; de tal manera que se estimó que las vacas reciben, respectivamente para ambas proporciones, dietas con 69.54 (61.8x0.7 + 87.6x0.3) y 72.12 (61.8x0.6 + 87.6x0.4)% de digestibilidad *in vitro* de la materia seca. Se utilizó como longitud de lactación 330 días ya que las vacas permanecen en lactación cerca de un año.

2.5.2 Instrumentos

Cinta métrica para ganado vacuno, cinta métrica, tablero, metro cuadrado de metal, palana, balanza de plataforma, sacos de polipropileno, libreta de campo.

2.5.3 Equipo

Se utilizó calculadora manual, ordenador electrónico, cámara fotográfica, termohigrómetro digital CH-912 (Armotec).

2.6 Procesamiento y Análisis de Datos

Los datos recolectados permitieron determinar promedio y desviación estándar para los diferentes aspectos evaluados, los que fueron analizados y comparados con los estándares bibliográficos para ganado vacuno lechero.

Debido a que no se trata de una investigación correlacional ni predictiva se aplicó la estadística descriptiva (Scheffler, 1982).

Capítulo III. Resultados

3.1 Ganado y Densidad

En el local de la Asociación de Ganaderos de Lambayeque se cuenta con 25 unidades productivas (Anexo 1), distribuidas una a continuación de la otra, en las que se alberga diferentes cantidades de ganado lechero, en total se contabilizó 221 vacas de las razas Fleckvieh, Holstein, Brown Swiss y Jersey. Los grupos raciales predominantes son Fleckvieh y Holstein; el primero presente en 76% de las unidades productivas, en tanto que la segunda en 72%. En la Tabla 2 se presenta la distribución de vacas y razas por unidad productiva.

Tabla 2.
Cantidad de vacas y distribución racial por unidad productiva

Unidad productiva	Cantidad de vacas	Grupos raciales
1.	02	Fleckvieh
2.	10	Fleckvieh
3.	10	Holstein
4.	16	Holstein, Fleckvieh
5.	06	Fleckvieh
6.	08	Fleckvieh, Holstein
7.	11	Holstein, Fleckvieh
8.	08	Holstein, Fleckvieh
9.	06	Fleckvieh
10.	05	Fleckvieh
11.	08	Holstein, Fleckvieh
12.	07	Holstein, Fleckvieh
13.	20	Holstein, Fleckvieh
14.	07	Holstein
15.	07	Fleckvieh
16.	01	Brown Swiss
17.	07	Holstein, Brown Swiss
18.	20	Holstein, B. Swiss, Jersey, Fleckvieh
19.	10	Fleckvieh, Holstein
20.	03	Holstein, Brown Swiss
21.	18	Holstein
22.	15	Holstein, Fleckvieh
23.	07	Holstein, Fleckvieh
24.	03	Fleckvieh
25.	05	Fleckvieh
Total	221	

Elaboración: Propia

Las unidades productivas están hechas de ladrillo cara vista, en casi su totalidad. Las paredes muestran el deterioro debido al paso de los años y a la diferente calidad de los ladrillos empleados. Todas las unidades productivas se parecen, también, en cuanto a sus dimensiones. En la Tabla 3 se presenta el área total y efectiva para cada una y la densidad (metros cuadrados por vaca).

Tabla 3.

Área superficial (total y efectiva) y densidad por unidad productiva

Unidad productiva	Área total (m ²)	Área efectiva (m ²)	Densidad (m ² / vaca)
1.	329.29	309.29	155.0
2.	329.29	309.29	31.0
3.	324.8	300.8	30.0
4.	347.8	327.8	20.5
5.	326.8	311.8	52.0
6.	303.6	288.6	36.1
7.	331.5	313.5	28.5
8.	315.0	303.0	38.0
9.	287.04	272.04	45.3
10.	329.96	309.96	62.0
11.	330.0	312.0	39.0
12.	327.6	312.6	45.0
13.	408.48	384.48	19.2
14.	315.0	295.0	42.0
15.	335.25	311.25	44.5
16.	332.64	317.64	317.64
17.	308.2	296.2	42.3
18.	339.0	324.0	16.2
19.	268.8	250.8	25.1
20.	226.8	214.8	71.6
21.	420.0	400.0	22.2
22.	380.0	344.0	22.9
23.	380.0	344.0	49.1
24.	300.0	267.0	89.0
25.	200.0	200.0	33.3
Promedio	323.93	304.79	55.0

Elaboración: Propia

La diferencia entre área total y área efectiva se debe a que el 96% de las unidades productivas cuenta con una pequeña construcción (paredes de ladrillo y techo de planchas de duralite, o análogo, sobre travesaños de madera) que se emplea como almacén de concentrados y herramientas y botiquín. Variable en tamaño, desde 36 metros cuadrados

las de mayor tamaño y 12 metros cuadrados las más pequeñas. Una de las unidades productivas no cuenta con esta construcción.

La densidad fue muy variable, debido a que algunas unidades productivas mantenían muy pocas vacas, pero otras mantenían muchas.

3.2 Condición de las Instalaciones

En la Tabla 4 se presenta las características de las sombras según unidades productivas.

Tabla 4.
Características de las sombras según unidades productivas

Unidad Productiva	Material	Superficie (m ²)	Altura (m)	Uso por el ganado	Condición
1.	Árbol	n. d.	n. d.	----	----
2.	Malla	59.4	3.0	Sí	Regular
3.	Árbol	n. d.	n. d.	----	----
4.	Estera	73.9	2.9	Sí	Mala
5.	Malla	30.7	2.6	Regular	Regular
6.	Malla	36.4	3.7	Regular	Regular
7.	Árbol	n. d.	n. d.	----	----
8.	Árbol	n. d.	n. d.	----	----
9.	Malla	32.0	3.0	Sí	Regular
10.	----	----	----	----	----
11.	----	----	----	----	----
12.	----	----	----	----	----
13.	Malla	28.1	2.8	Regular	Regular
14.	Árbol	n. d.	n. d.	----	----
15.	Manta	39.2	2.2	Sí	Buena
16.	----	----	----	----	----
17.	----	----	----	----	----
18.	----	----	----	----	----
19.	Manta	30.0	2.8	Sí	Regular
20.	Estera	43.8	3.0	Sí	Mala
21.	Malla	26.6	3.0	Regular	Regular
22.	Manta	28.2	3.2	Sí	Mala
23.	Árbol	n. d.	n. d.	----	----
24.	Malla	18.0	2.8	Sí	Regular
25.	Árbol	n. d.	n. d.	----	----

n. d.: no determinada. Elaboración: Propia.

Casi la cuarta parte (24%) de las unidades productivas no disponen de sombra para los animales; 28% disponen de sombra de malla Raschel, 12% emplean esteras, 28% disponen de sombra natural (árboles) y 8% emplea manta arpillera (polipropileno).

La altura promedio de las sombras es de 2.92 metros. De las 12 unidades que disponen de sombra artificial, el 66.7% están en regulares condiciones, 25% en malas condiciones y 8.3% en buenas condiciones. Se observó que en las unidades con sombra artificial en el 66.7% de los casos las vacas hacían un uso franco de ella y en forma no muy franca en el 33.3% de los casos.

En la Tabla 5 se muestran los registros de temperatura (°C) y humedad relativa (%) en el área descubierta de los corrales y debajo de la sombra para cada una de las unidades productivas.

Tabla 5.
Temperatura (°C) y humedad relativa (%), en el corral y bajo la sombra

Unidad Productiva	Temperatura		Humedad relativa	
	Corral	Sombra	Corral	Sombra
1.	27.1	26.6	61	62
2.	29.2	28.9	57	56
3.	29.9	29.4	54	53
4.	29.4	27.8	54	54
5.	28.8	28.3	53	54
6.	30.0	28.8	54	53
7.	30.9	30.0	53	52
8.	30.6	29.6	52	53
9.	31.3	30.4	52	54
10.	31.4	-----	51	-----
11.	31.5	-----	52	-----
12.	32.3	-----	51	-----
13.	32.5	30.5	50	51
14.	29.8	29.4	52	52
15.	29.9	29.5	52	53
16.	29.5	-----	52	-----
17.	28.4	-----	55	-----
18.	28.3	-----	54	-----
19.	28.5	27.8	52	54
20.	28.3	27.7	54	55
21.	28.7	27.6	55	55
22.	28.9	28.9	54	55
23.	30.0	29.3	53	54
24.	30.0	29.4	53	55
25.	28.9	27.8	54	55
Promedio	29.8	28.8	53.4	54.2

Elaboración: Propia

La diferencia en temperatura entre la zona descubierta y la sombreada fue de un grado Celsius, y no se notó diferencia en este aspecto entre los tipos de sombra. Así mismo, la humedad relativa fue muy parecida en la zona descubierta y la sombreada.

Realizado el muestreo con el metro cuadrado para la determinación de la cantidad de estiércol en el piso se determinó que el promedio general fue de 8.27 kilos por metro cuadrado, con el que se determinaron los valores de la Tabla 6. Los promedios y desviaciones estándar para cada una de las unidades muestreadas fueron de 11.07 y 0.79, 6.27 y 2.72, 8.18 y 3.48, 8.57 y 1.44, 9.20 y 1.00, 4.63 y 1.84, 11.27 y 3.34, 8.37 y 3.16, 7.80 y 0.85, 7.40 y 3.69 kilos.

Tabla 6.

Cantidad de estiércol en el piso por unidad productiva

Unidad productiva	Área efectiva, m ²	Estiércol, kg/ m ²	Estiércol total, kg
1.	309.29	8.27	2557.8
2.	309.29	8.27	2557.8
3.	300.8	8.27	2487.6
4.	327.8	8.27	2710.9
5.	311.8	8.27	2578.6
6.	288.6	8.27	2386.7
7.	313.5	8.27	2592.6
8.	303.0	8.27	2505.8
9.	272.04	8.27	2249.8
10.	309.96	8.27	2563.4
11.	312.0	8.27	2580.2
12.	312.6	8.27	2585.2
13.	384.48	8.27	3179.7
14.	295.0	8.27	2439.7
15.	311.25	8.27	2574.0
16.	317.64	8.27	2626.9
17.	296.2	8.27	2449.6
18.	324.0	8.27	2679.5
19.	250.8	8.27	2074.1
20.	214.8	8.27	1776.4
21.	400.0	8.27	3308.0
22.	344.0	8.27	2844.9
23.	344.0	8.27	2844.9
24.	267.0	8.27	2208.1
25.	200.0	8.27	1654.0
Promedio			2520.7

Elaboración: Propia



Figura 2. Fotografías del suelo al lado de comedero y bebedero con problemas de fango

Se determinó que en el suelo de área efectiva de las 25 unidades productivas hubo 63.02 TM de estiércol, a simple vista puede parecer poco; sin embargo, puede ocasionar problemas de enfangando al lado de bebederos y comederos (Figura 2).

3.3 Alimentación

La alimentación del ganado se sustenta en el empleo de una base forrajera (maíz chala) y un suplemento energético-proteico (concentrado), en el que se suplementa además vitaminas, minerales y otros principios necesarios para lograr adecuadas producciones de leche. El abastecimiento de forraje se realiza, por término medio, cada 3 días y el de concentrado en forma variable (de 4 a 10 días). La mayoría se abastece de concentrado preparado, en tanto que algunos lo preparan en el piso (concreto) del almacén con ayuda de palana. Ninguna de las unidades productivas cuenta con mezcladora, pero la mayoría cuenta con picadora para acondicionar el forraje que se suministra a los comederos con ayuda de mantas; los que no disponen de picadora realizan el acondicionamiento utilizando machete. El forraje es depositado en la parte externa de la unidad productiva, en forma vertical. (Figura 3).



Figura 3. Acondicionamiento y distribución del forraje

Tabla 7.
Equipamiento (resumido) del almacén de alimentos

Unidad productiva	Picadora	Balanza	Equipo mínimo	Manta
1.	Sí	Sí	Sí	Sí
2.	Sí	Sí	Sí	Sí
3.	No	No	Sí	Sí
4.	Sí	Sí	Sí	Sí
5.	Sí	Sí	Sí	Sí
6.	Sí	Sí	Sí	Sí
7.	Sí	Sí	Sí	Sí
8.	Sí	Sí	Sí	Sí
9.	Sí	No	Sí	Sí
10.	Sí	Sí	Sí	Sí
11.	Sí	No	Sí	Sí
12.	Sí	No	Sí	Sí
13.	No	No	Sí	Sí
14.	Sí	No	Sí	Sí
15.	Sí	Sí	Sí	Sí
16.	No	No	Sí	Sí
17.	No	No	Sí	Sí
18.	Sí	Sí	Sí	Sí
19.	Sí	Sí	Sí	Sí
20.	Sí	Sí	Sí	Sí
21.	Sí	Sí	Sí	Sí
22.	Sí	Sí	Sí	Sí
23.	Sí	Sí	Sí	Sí
24.	No	No	Sí	Sí
25.	No	No	Sí	Sí

Elaboración: Propia.

En la Tabla 6 se presenta el resumen del equipamiento del almacén, el que también es utilizado provisionalmente para almacenar las cantinas de leche que serán llevadas por el acopiador. Además de poseer un anaquel en el que se mantienen los productos de uso veterinario.

3.4. Problemas sanitarios

Los problemas sanitarios más reportados son los vinculados a problemas de infección de la ubre, respiratorios y del tracto digestivo (diarreas); en tanto que las vinculadas a los parásitos de la sangre (anaplasmosis y piroplasmosis) fueron las menos reportadas. En la Tabla 8 se presenta el resumen de los problemas más reportados en 10 unidades productivas.

Tabla 8.
Problemas sanitarios más reportados por unidad productiva

Unidad productiva	1	2	3	4	5
2.	Sí	No	No	No	No
3.	Sí	Sí	Sí	No	No
4.	Sí	Sí	Sí	No	No
9.	No	Sí	No	Sí	No
13.	No	No	Sí	No	No
14.	No	Sí	No	No	No
15.	Sí	No	No	No	No
18.	Sí	Sí	Sí	No	No
19.	No	Sí	No	No	No
21.	Sí	Sí	Sí	No	No
% de Unidades	60	70	50	10	10

Clave: 1, Enfermedades respiratorias; 2, Mastitis; 3, Digestivas; 4, Piroplasmosis; 5, Anaplasmosis.

Elaboración: Propia.

3.5. Manejo de la leche

Ninguna de las 25 unidades productivas cuenta con sala de ordeño, la extracción de la leche se realiza en un lugar del corral al que se le conduce a la vaca, se le maneja en las patas posteriores y se ordeña a mano, la leche se recibe en un balde (generalmente de segundo uso y luego se traslada a la cantina a través de un colador.

Las cantinas son trasladadas a una planta procesadora de leche o a alguna empresa que requiere de leche en cantidades apreciables para la confección de otros productos (Ej. Fabricantes de queso). En ningún momento de la espera la leche recibe tratamiento de frío para prevenir o retardar su normal degradación. En la Figura 4 se muestra la fotografía de la labor normal de ordeño en las unidades productivas, que ha sido publicada por el diario La Industria de Chiclayo, en la que se puede apreciar lo descrito en el presente trabajo de investigación.

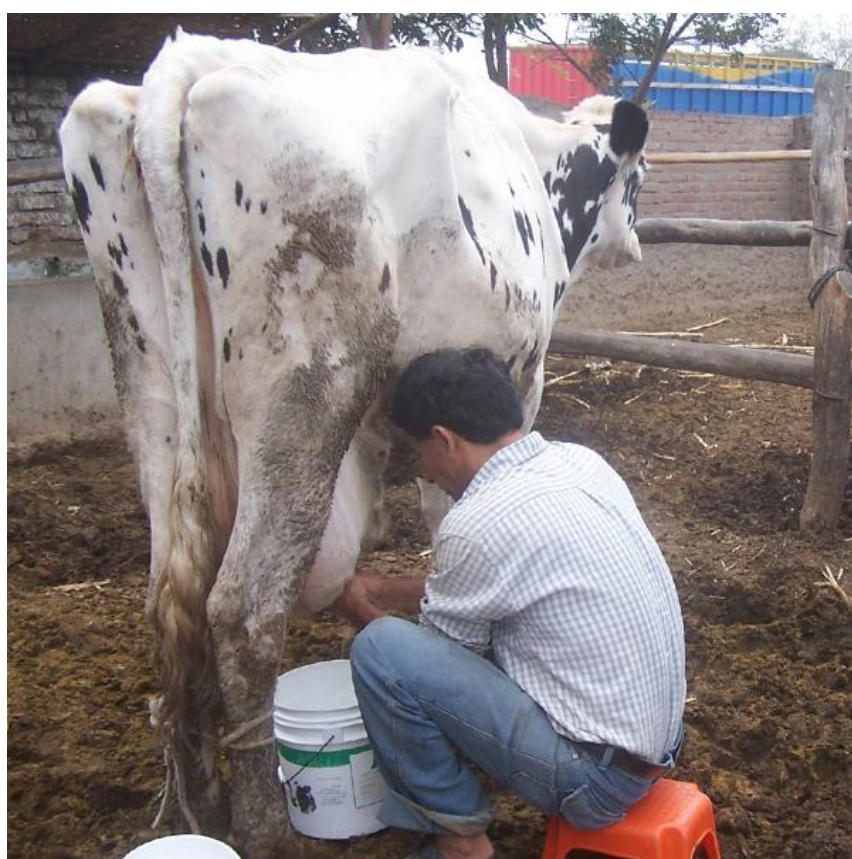


Figura 4. Ordeño manual en la Asociación de Ganaderos de Lambayeque

Fuente: Diario La Industria de Chiclayo

3.6. Estimación teórica de la cantidad producida de metano

Para determinar teóricamente la cantidad de metano que produce cada vaca que se explota en las instalaciones de la Asociación de ganaderos de Lambayeque, primero se procedió a la estimación del peso vivo de las vacas aplicando la relación matemática propuesta por García *et al.* (sf). Dado que la mayoría de las vacas poseen varias campañas

y la condición corporal de las vacas Fleckvieh, el promedio general estimado fue de 632 kilos.

En la Tabla 9 se presentan las medidas de perímetro del tórax y peso vivo estimado en las unidades productivas con las que se trabajó para esta estimación y que fueron seleccionadas al azar.

Tabla 9.

Perímetro del tórax (PT), promedio por unidad productiva, (cm) y peso vivo estimado (PVe), (Kg).

Unidad productiva	PT	PVe
A	210	692
B	199	595
C	211	701
D	193	547
E	211	701
F	193	547
G	228	869
H	190	524
I	207	665
J	187	501
K	187	501
L	208	674
M	205	647
N	206	656
O	207	665
Promedio		632

En la Figura 5 se muestra la condición corporal típica del ganado en el momento de la evaluación, apreciándose que existe concordancia con el peso vivo promedio estimado.

En la Tabla 10 se presentan las estimaciones de metano producido por vaca bajo dos situaciones dietéticas con relación a la proporción forraje: concentrado.

Tabla 10.

Estimación de cantidad de metano producida por vaca durante una lactación

Proporción F: C	DIVMS _e , %	Metano, kg/ vaca/ lactación
70: 30	69.54	24.52
60: 40	72.12	21.83

DIVMS_e: Digestibilidad *In Vitro* de la Materia Seca estimada
Elaboración: Propia



Figura 5. Condición corporal típica del ganado al momento de la evaluación

Con mayor proporción de forraje en la dieta las vacas producirían mayor cantidad (24.52 kg por lactación) de metano en comparación con menor proporción de forraje (21.83 kg por lactación).

Capítulo IV. Discusión

4.1. Ganado explotado

Las razas de ganado vacuno lechero que se explotan predominantemente en la Asociación de Ganaderos de Lambayeque son la Fleckvieh (Simmental alemán) y la Holstein; ambas razas difieren marcadamente en su conformación corporal; mientras que la primera es compacta y de mayor desarrollo óseo, la segunda es más estilizada al formato lechero, es más alta pero más angulosa. Sin embargo, ambas razas son originarias de climas templados. La Fleckvieh es originaria de los Alpes suizos, pero fue exportada a Austria y Alemania en donde se le mejoró genéticamente como ganado de doble propósito (leche y carne), fue introducida al Perú, específicamente a Lambayeque, por la misión alemana que trabajó en el Proyecto de Irrigación de Olmos. Debido a las características de su lugar de origen, se consideró que sería adecuado para estos animales su introducción a la sierra norte del país, específicamente a la zona de Cutervo y su irradiación progresiva a lugares aledaños.

En la Asociación de Ganaderos de Lambayeque la mayoría de sus miembros que tienen ganado lechero son de esa zona, explicándose el porque es la raza predominante en la explotación.

La raza Holstein es originaria de Holanda, lugar donde se le conoce como frisón, pero fue exportada a los Estados Unidos de Norteamérica en donde se le seleccionó para la producción de altas cantidades de leche y se estilizó su formato. Es la raza más abundante en el Perú y en el mundo, está distribuida por casi todos los tipos de clima.

Ambas razas no son las más adecuadas para ser explotadas en el trópico; sufren de estrés térmico por calor y pueden mermar considerablemente su producción y hasta pueden comprometer seriamente su salud. Si se desea que alcancen sus potencialidades

productivas debería proporcionárseles las condiciones ambientales adecuadas (instalaciones provistas de sombras altas, circulación de aire frío, etc.), de preferencia durante el verano.

4.2. Condición de las instalaciones

En la Asociación de Ganaderos de Lambayeque no disponen de las condiciones adecuadas de instalaciones para manifestar todo, o la mayor parte, de su potencial productivo. Como ha indicado McDowell (1975), Cole y Ronning (1980), Broster (1992), entre otros, una proporción importante de la producción de leche se podría estar perdiendo debido a que los animales tratan de soportar el calor. Lo bueno del clima en Lambayeque es que durante la noche puede bajar considerablemente el calor y de esa manera pueden entrar en equilibrio térmico.

Una pregunta que siempre flota dentro del ámbito de la producción vacuna intensiva es ¿qué cantidad de terreno debe disponer una vaca? En principio, en forma natural un animal dispone de todo el mundo para él; sin embargo, un animal doméstico dejó de ser natural para estar al servicio del hombre. Es decir, pasó a ser responsabilidad de los humanos que los usan para que puedan abastecerse de alimentos, reproducirse y medrar en condiciones de bienestar. Con el uso industrial o comercial que se les da a los vacunos y la escasez y elevados precios de los terrenos próximos a las ciudades, la superficie asignada a las vacas lecheras tiende, en realidad, a reducirse en lugar de ampliarse. En la tesis de Maestro en Producción Animal de Mizhquero (2017, p. 15), citando a Vargas (2016), se indica que una vaca, tanto en producción como en seca, debería disponer de 40 a 50 metros cuadrados si el piso es de tierra.

Ghiano et al. (2016) en un ensayo de mitigación del estrés calórico en vacas lecheras en un clima sub-húmedo describen las condiciones del corral de encierro antes

del ordeño, mencionando que cada vaca disponía de 50 metros cuadrados de superficie de corral y que la sombra artificial tenía una altura de cuatro metros.

En la presente investigación se ha podido determinar que en 13 de las unidades productivas (más del 50%) las vacas disponen de menos de 40 metros cuadrados. Indicando, además, que las instalaciones:

... deberán proveer condiciones saludables y confortables de crianza, deben ser adecuadas al clima de la zona, además las condiciones de trabajo deben ser las correctas, integrando los manejos de ordeño, alimentación y manipulación correcta del estiércol, optimizando la eficiencia de trabajo para ser económicamente viables. (p. 14).

En alguna de las unidades productivas en las que, aparentemente, las vacas disponen de hasta más de 300 metros cuadrados se trataría de una situación transitoria debido a vacas que están en seca y han sido llevadas a otro lugar o a saca de animales, pero que en otros momentos el corral volvería a estar súper poblado. Es una situación, se podría decir, común el dar mayores superficies a las vacas en producción ya que son la parte fuerte del negocio, el mismo autor (Mizhquero, 2017, p. 59) determinó que en el establo de la Universidad Nacional Agraria se les asigna a las vacas en seca alrededor de 30 metros cuadrados y a las vacas de parto cerca de 40 metros cuadrados por vaca.

El análisis comparativo con los autores referenciados indica que las vacas de la Asociación evaluada no disponen de adecuadas condiciones para mantenerse en confort.

Dado que la Región Lambayeque se encuentra en una zona calurosa, en la que la radiación solar puede ser muy intensa durante el verano y, por lo menos, durante una cuarta parte del día (de 10 a.m. hasta 4 p.m.), los animales se encuentran fuera de su zona climática de confort (McDowell, 1975). Por lo que importante disponer de sombras

adecuadas, lo que no ocurre como se puede corroborar de la apreciación de la Tabla 3; 24% de las unidades productivas evaluadas no cuentan con sombra (natural o artificial) para el ganado, 28% disponen de sombra natural (árboles) y 48% dispone de sombra artificial. El comportamiento de las vacas, que buscan sombra principalmente en las horas más difíciles del día, indica que las sombras son necesarias.

Los tratados de ganadería han indicado que las mejores sombras son las proporcionadas por los árboles debido a la altura, la estratificación de la copa del árbol, y su amplitud. Sin embargo, los árboles no están en el centro de los corrales, por lo que no hay una distribución uniforme de la sombra, pero, con todo, son útiles para el ganado. No obstante, los árboles tienden a no tener una vida muy larga debido a la compactación del suelo, las agresiones que sufren por parte del ganado y a la descarga de importantes cantidades de orina.

Las sombras artificiales no son suficientemente altas y no reciben el mantenimiento adecuado. Muchas de ellas están en condiciones deterioradas. Las más deterioradas son las que tienen esteras, en mejores condiciones están las de manta de polipropileno y malla raschel, de ambas son preferibles las de malla raschel debido a que permiten mejor ventilación debajo de la sombra. Lo que no sucede con las mantas de polipropileno, que no cuentan con la adecuada superficie de poros.

En la Tabla 4 se puede observar que, prácticamente, no hubo diferencias en las lecturas de temperatura y humedad relativa (HR) que se tomaron en la zona desprotegida y en debajo de las sombras. Debajo de las sombras la temperatura descendió un grado Celsius, lo que no ocurrió con la HR. Sin embargo, la HR fue considerablemente baja, alrededor de 50%, lo que se debe a que la Región Lambayeque se encuentra ubicada dentro de un Desierto Súperárido – Premontano Tropical (ds – pt), como ha sido indicado

en la investigación de Aznarán (2019); esta característica de escasa humedad relativa juega a favor del ganado, ya que le permite una más fácil pérdida de calor, que no ocurre bajo condiciones de calor húmedo. Por lo que resulta evidente que los animales buscaban las sombras debido a la búsqueda de protección frente a la radiación solar.

La importancia de las sombras ha sido resaltada por Sánchez (2016), quien considerando las referencias de su trabajo de maestría coligió que “la instalación de sombras para el ganado es una de las modificaciones ambientales más simples, económicas y de rápidos resultados en la disminución los efectos negativos del estrés por calor”; sin embargo, resulta evidente que existe otro factor para que no se mantengan sombras adecuadas en la unidades productivas de la Asociación de Ganaderos de Lambayeque. En términos fisiológicos se ha podido establecer que “entre 30-50% de la carga total de calor puede ser disminuida mediante la instalación de sombra adecuadas, de tal manera que el ganado con acceso a la misma presenta mejores parámetros productivos y reproductivos, así como también menores tasas respiratorias y temperaturas rectales”; es decir, con ganado que no es originario de climas calurosos, las sombras adecuadas puede hacerles la vida un poco más confortable, no obstante, no es la única herramienta que se podría aplicar en las unidades productivas evaluadas.

4.3. Alimentación

En cuanto al equipamiento (Tabla 6), todas las unidades cuentan con el equipo mínimo para manejar el ganado, incluyendo el equipo para acondicionar el forraje, que es un importante recurso alimenticio sustentado en el forraje de maíz (panca verde).

Dado que se emplea, principalmente, la chala chocleada como forraje, los productores aseguran el abastecimiento de energía; en tanto que, el abastecimiento de proteína lo aseguran a través del suplemento (cocentrado) (McDonald et al., 2013). Se

puede asumir que además la cantidad de alimento (forraje + concentrado) es buena dada la buena condición corporal que evidencian la mayoría de las vacas, sobre todo las de la raza Fleckvieh; las que por ser de doble propósito (leche y carne) tienen más facilidad para acumular reserva grasa debajo de la piel. No sucede así con las razas eminentemente lecheras, como la Holstein, cuyos ejemplares son, por su naturaleza, más descarnadas.

No se puede asumir que las vacas estén mal alimentadas, todo lo contrario; pero bajo las condiciones de las instalaciones en las que se explotan se pueden asumir que las vacas podrían estar gastando una parte de la energía en funciones diferentes a la síntesis de leche.

4.4. Problemas sanitarios

Con relación al almacén (botiquín, maestranza, etc.), en realidad se trata de un ambiente multiuso; debe mencionarse que no proporciona las condiciones que debería disponer el personal trabajador (aseo, manejo de vestimenta y calzado, servicios higiénicos mínimos, etc.) y el hecho de ser multiuso pone en riesgo los diferentes procesos que se dan dentro de toda unidad productiva incluyendo el mantenimiento de la calidad de la leche. Es evidente que bajo estas condiciones el proceso productivo dentro de la Asociación de Ganaderos de Lambayeque se encuentra lejos de ser sustentable, condiciones que han sido resaltadas en la investigación de Mizhquero (2017) que trabajó con los establos de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

La producción de estiércol es uno de los puntos críticos en toda actividad ganadera, ya que muchas veces se carece de un programa de adecuada gestión del mismo. En el caso del ganado vacuno lechero, sobre todo con las vacas en producción, la producción de estiércol es intensa, lo que se debe al incremento en el metabolismo de la vaca que entra a la lactación. Se determinó (Tabla 5) que en el momento de realizada la

presente investigación en el área efectiva de las 25 unidades productivas estudiadas hubo 63 toneladas métricas de estiércol, como se indicó en el capítulo anterior tiende a acumularse en las zonas próximas a bebederos y comederos, en las que el fango que se forma puede impedir, incluso, el movimiento de los animales atentando en contra de la eficiencia productiva ya que el animal toma menos agua (no va hacia el bebedero) y, en algunos casos, puede ocurrir lo mismo con los comederos. Además de ensuciar a los animales, incrementando la posibilidad de contaminación de la leche (ordeño manual con balde) esta situación favorece la fermentación en el ambiente con la consecuente liberación de metano y evaporación de humedad con nitrógeno. Es necesario que dentro de este conjunto de actividad ganadera se implemente un programa de gestión del estiércol que impida la acumulación excesiva y de utilidad a este recurso.

4.5. Manejo de la leche

Ninguna de las unidades productivas cuenta con el ambiente y equipo adecuado para la leche. Como se indicó, el ordeño es manual sobre el terreno del corral, con grandes posibilidades de contaminación de material extraño (tierra, estiércol, etc.). Park y Haenlein (2011, p.3) han manifestado que:

La leche es uno de los más preciados alimentos naturales y ha sido un componente básico de la dieta humana desde los tiempos más tempranos. La leche extraída de las glándulas mamarias es altamente perecedera y se ve afectada de modo adverso por prácticas inadecuadas de alimentación y manejo de los animales, de manipulación de la leche durante y tras el ordeño, refrigeración, transporte, pasteurización, procesado, envasado, equipo de procesado y almacenamiento.

Por lo que se puede sostener que la unidades productivas de la Asociación de Ganaderos de Lambayeque adolecen de falta de condiciones necesarias para el manejo de la leche.

Como en todas las empresas productoras de leche, el problema sanitario más recurrente es el relacionado con las infecciones de la glándula mamaria (Tabla 7), luego los problemas respiratorios y digestivos. La mastitis es la más recurrente debido a que se descuida el adecuado manejo del ordeño y las condiciones higiénicas ambientales. Concordando con lo manifestado por Park y Haenlein (2011), la leche es altamente nutritiva y, por eso, muy perecedera debido a que es contaminada muy fácilmente por las bacterias. La presencia de mucha leche residual en la ubre después del ordeño, el no empleo de selladores de los pezones, las inadecuadas condiciones higiénicas de los corrales de descanso, entre otros factores, harán que la mastitis sea prevalente. Adicionalmente, se emplean antibióticos de amplio espectro para controlarla y si no se tiene fiscalización al respecto puede llegar hasta el consumidor leche con antibióticos.

Las empresas procesadoras de leche como Gloria o Nestlé evalúan la presencia de antibióticos en la leche que sus acopiadores les proveen; sin embargo, esta tecnología no se aplica en otros procesos no supervisados como en la fabricación de dulces, queso, mantequilla, yogurt, etc. Dado que la resistencia a antibióticos en las personas ha sido achacada en gran medida a la Producción Animal debería implementarse un programa de control de la presencia de antibióticos en la leche, lo que debería ser asumido al interior de la propia Asociación.

4.6. Estimación teórica de la cantidad producida de metano

Un componente importante en la determinación de la producción de gases de efecto invernadero por fermentación entérica es el tamaño de los animales, en la presente investigación se determinó que el peso de los animales evaluados (Tabla 8), en promedio es de 632 kilos. Podría parecer mucho, sin embargo una vaquilla Holstein próxima a su primer parto debería pesar 550 kilos, por un lado, y la presencia importante de la raza

Fleckvieh, por otro, han permitido determinar una estimación aparentemente alta. Al observar la condición corporal de las vacas (Figura 5) se puede corroborar que el peso estimado ha sido pertinente.

El otro componente importante en la determinación de la producción de metano entérico es la calidad de la dieta. Debería tenerse en cuenta que la producción de metano es implícita a la naturaleza de todos los animales de este planeta, sobre todo en los herbívoros y, con mayor razón, en los rumiantes, tanto domésticos como silvestres. El metano es producido por la fermentación que realizan las bacteria del tracto gastrointestinal (TGI) sobre los sustratos alimenticios, existen algunas especies bacterianas del TGI que producen metano (metanógenas) al degradar a los alimentos en su afán de buscar y captar nutrientes para ellas, mientras más actividad fermentativa realizan producirán más gases. Esta mayor actividad fermentativa se da cuando el sustrato es fibroso (forrajes); es decir, cuando menos digerible sea el sustrato más gases se producirán (McDonald *et al.*, 2013, p. 174-176). Así, cuando el forraje suministrado a las vacas lecheras sea de menor digestibilidad se producirán más gases.

Es importante considerar, entonces, la calidad del alimento que se suministra a las vacas. La calidad se mide en función de la digestibilidad, una de las maneras de medirla es la Digestibilidad *In Vitro* de la Materia Seca (DIVMS) de ese alimento. Esto está relacionado, en mayor medida, con la calidad del forraje que se suministra, ya que la parte concentrada es de mayor DIVMS; por lo que cuando una vaca lechera recibe mayor proporción de concentrado en la dieta la DIVMS del alimento será mayor y la producción de gases menor. Más o menos concentrado en la dieta dependerá de la cantidad de leche que produce la vaca, tampoco se puede abusar porque afectaría negativamente su salud. En esta investigación se determinó que el forraje empleado es el maíz, pero en el mercado hay de diferente calidad desde la chala chocleada en grano a $\frac{3}{4}$ de leche hasta la panca

seca, de la mayor a la menor calidad. Se determinó, así mismo, que lo que se emplea en las unidades productivas es una panca verde de maíz (inmediatamente después de cosechar el choclo). También, se observó que se utiliza dos proporciones de concentrado en las vacas, 40% de la materia seca de la dieta cuando están en fase alta de producción y 30% cuando están en fase posterior. Con esta información y los valores reportados de DIVMS para panca verde y concentrado se pudo estimar la DIVMS de la dieta suministrada a las vacas de las unidades productivas y se aplicó a la fórmula mencionada por Ruiz (2018) para estimar la cantidad producida de metano.

Con la mayor proporción de forraje se estimó en 24.52 kilos de metano por vaca por lactación y con la menor proporción de forraje se estimó en 21.83 kilos. Estas cifras son concordantes con las reportadas por Ruiz (2018), pero teniendo en cuenta que esta autora trabajo con sistemas productivos basados en el pastoreo sus cifras parecerían ligeramente mayores.

No existe un acuerdo en cuántas veces es de mayor efecto invernadero el metano en comparación con el CO₂, algunos sostienen que 25 veces y otros indican 4 (Ruiz, 2018, p. 73); sin embargo, lo que se ha indicado es que la cantidad de metano en la atmósfera es muy pequeña en comparación con el CO₂. No obstante, se está satanizando a la ganadería porque al parecer habrían otros intereses (ej., políticos) detrás de todo esto. El Panel Intergubernamental para el Cambio Climático se comporta como una entidad eminentemente política.

Pero, debido a la creciente demanda por alimentos por parte de la, también creciente, población mundial es cierto que las actividades humanas impactan negativamente sobre el ambiente. La investigación científica está ensayando para determinar procedimientos que permitan disminuir considerablemente la producción de

gases de efecto invernadero en la digestión de los rumiantes domésticos. Cuando este se logre quedará abierta la pregunta, ¿qué pasará con los herbívoros silvestres que muchas veces consumen pastos altamente lignificados? ¿habrá que desaparecerlos?

Las vacas lecheras en pastoreo tienden a producir más metano entérico por día, en tanto que en estabulación, con alimentos de mayor digestibilidad, tienden a ser menores. La estimación realizada para la presente investigación indica producciones entre 66 y 74 gramos de metano por día en lactación por vaca, cifras inferiores a las indicadas por Jungbluth *et al.* (2001) y Dini (2012), citados por Ruiz (2018).

Conclusiones

Bajo las condiciones en las que se realizó la presente investigación se concluye:

1. La explotación de ganado vacuno lechero de la Asociación de Ganaderos de Lambayeque no cuenta con adecuadas instalaciones, lo que afecta negativamente el bienestar tanto del personal que labora en ella como el de los animales explotados.
2. La alimentación del ganado lechero está basada en la utilización de forraje de maíz (panca verde) y concentrado, con proporciones variables Forraje: Concentrado entre 60: 40 y 70: 30 dependiendo de la producción del ganado.
3. No se dispone de ambientes adecuados para que el personal que labora en las unidades productivas satisfaga sus necesidades mínimas que les permita estar en condiciones de bienestar.
4. Los animales se observan en estado saludable; sin embargo, las condiciones de las instalaciones hace que se exploten en un ambiente no muy salubre e influye para que la mastitis sea el problema sanitario predominante.
5. Las unidades productivas no cuentan con ambiente adecuado para el ordeño, ni disponen de material y equipo adecuado para el buen manejo de la leche obtenida.
6. La cantidad de metano entérico producido se estimó entre 21.83 y 24.52 kilos por vaca por lactación, cifras inferiores a las reportadas para animales en pastoreo, indicando que la estabulación con alimentos de calidad puede mitigar la producción de gases entéricos de efecto invernadero.

Recomendaciones

- 1.** Implementar un programa de acondicionamiento de instalaciones para mejorar el bienestar del personal y de los animales y la calidad del proceso y de la leche que se obtiene.
- 2.** Sugerir la implementación de un plan de gestión integral del estiércol que se produce con la finalidad de mitigar su impacto sobre el personal, los animales y el ambiente.
- 3.** Implementar evaluaciones periódicas de cumplimiento de buenas prácticas ganaderas en todas las unidades productivas.
- 4.** Implementar trabajos de investigación con la finalidad de determinar la producción de gases de efecto invernadero y poder sugerir programas de mitigación.

Referencias Bibliográficas

- Aguilar, R. (2006). Seroprevalencia del virus de la diarrea viral bovina en ganado lechero de crianza intensiva del valle de Lima. Tesis Médico Veterinario. Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- Aznarán, A. (2019). Estudio del comportamiento del lagarto *Callopiastes flavipunctatus* como especie representativa y propuesta de creación de una reserva comunal en el distrito de Mórrope (Lambayeque). Tesis Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Beauregard-García, J., Prado-Rebolledo, O., García-Márquez, L., García-Casillas, A., Macedo-Barragán, R., y Hernández-Rivera, J. (2018). Productividad de vacas lecheras Holstein sin sombra en dos épocas del año. *Abanico Veterinario*, 8(3): 51-57. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2018.83.3>
- Bines, J. A. (1992). Consumo voluntario de alimentos. En: *Estrategia de Alimentación para Vacas Lecheras de Alta Producción* (Broster, W. H. y Swan, H., Comp.) AGT Editor, S.A.: México.
- Blowey, R. (1998). *Cattle Lameness and Hoofcare*: An illustrated guide. Farming Press: London.
- Blowey, R. and Edmonson, P. (2010). *Mastitis Control in Dairy Herds*. 2^d edition. CAB International: London.
- Broster, W. H. (1992). El papel de la vaca lechera de alta producción. En: *Estrategia de Alimentación para Vacas Lecheras de Alta Producción* (Broster, W. H. y Swan, H., Comp.) AGT Editor, S.A.: México.
- Casasola, A. (2007). Formulación de una ecuación para estimar el peso corporal en hembras de ganado encastado de *Bos indicus*. Tesis Médico Veterinario. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Cuevas, A. (2008). Los bioartefactos: Viejas realidades que plantean nuevos problemas en la adscripción funcional. Universidad de Salamanca. *Argumentos de Razón Técnica*, 11: 71-96.
- Cole, H. H. y Ronning, M., Directores (1980). *Curso de Zootecnia*: Biología de los animales domésticos y su empleo por el hombre. Acribia: Zaragoza.
- de Vries, M., Bokkers, E. A. M., van Reenen, C. G., Engel, B., van Schaik, G., Dijkstra, T., de Boer, I. J. M. (2014). Housing and management factors associated with indicators of dairy cattle welfare. *Preventive Veterinary Medicine*. Accepted Manuscript. <http://dx.doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.11.016>
- García L., I., Vásquez F., M. A., Fernández C., E., Vidal G., L., y García L., M. T. de J. (Sin fechar). Ecuaciones de predicción del peso vivo de hembras holstein basados en la medida del perímetro torácico, y con respecto a modelos de regresión múltiple. *Revista Frisona.com* [Recuperado de : revistafirisona.com/Portals/0/articulos/n171/A17102.pdf?ver=MMKTBkrugddwdbS1mQyGBA%3d%3d]

- Gasque, R. Y Blanco, M. (2001). *Zootecnia en Bovinos Productores de Leche*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Ghiano, J., Leva, P. E., Walter, E., Taverna, M., Toffoli, G., and García, M. S. (2016). Mitigación del estrés calórico en vacas lecheras en lima sub-húmedo. *Revista FAVE-Ciencias Agrarias*, 15(1): 1-10- ISSN 1666-7719.
- Hafez, E.S.E. y Dyer, I.A. (1972). *Nutrición y Desarrollo Animal*. Ed. Acribia: Zaragoza.
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. 5ta edición. McGraw-Hill/ Interamericana Editores S.A. de C.V.: México, D.F.
- Laben, R. C. (1980). Vacuno lechero y otros animales productores de leche. En: *Curso de Zootecnia: Biología de los animales domésticos y su empleo por el hombre*. (Cole, H. H. y Ronning, M., directores). Acribia: Zaragoza.
- La Industria. (2019). Ganaderos esperan proveer nuevamente el vaso de leche. *La Industria de Chiclayo*, el gran diario del norte. <https://www.laindustriadechiclayo.pe/noticia/1546876221-ganaderos-esperan-proveer-nuevamente-el-vaso-de-leche>
- Macías, E. (2015). Aplicaciones de celulasas o xilanasas para mejora en la digestión ruminal *in vitro* en tres residuos de cosecha. Tesis *Doctoris Philosophiae* en Ciencia Animal. Escuela de Posgrado, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Martínez, R., Tepal, J., Hernández, L., Escobar, M., Gutiérrez, R., y Blanco, M. (2011). *Mejora Continua de la Calidad Higiénico-Sanitaria de la Leche de Vaca: Manual de Capacitación*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México, D.F.
- Mattiello, S., Battini, M., Andreoli, E., and Barbieri, S. (2011). Short communication: Breed differences affecting dairy cattle welfare in traditional alpine tie-stall husbandry systems. *J. Dairy Sci.*, 94: 2403-2407. Doi:10.3168/jds.2010-3606.
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A., y Wilkinson, R. G. (2013). *Nutrición Animal*. 7^{ma} edición. Acribia: Zaragoza.
- McDowell, R. E. (1975). Bases Biológicas de la Producción Animal en Zonas Tropicales. Acribia: Zaragoza.
- Mizhuero, E. G. (2017). Buenas prácticas ganaderas en dos establos lecheros de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Tesis *Magister Scientiae* en Producción Animal. Escuela de Posgrado, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Olvera, R. Y Pérez, C. (1976). Tuberculosis bovina, aislamiento de micobacterias en el ganado bovino. *Salud Pública de México*, XVIII (1): 115-123.
- Pallete, A., Málaga, A., y García, M. (2018). Características socio ganaderas y niveles de productividad de establos lecheros de la irrigación Santa Rita en Arequipa. *Anales Científicos*, 79(1): 130-136.
- Park, Y. W. Y Haenlein, G. F. W. (2011). Visión de conjunto sobre la leche de los mamíferos no bovinos. En: *Manual de la Leche de los Mamíferos no Bovinos* (Park, Y. W. Y Haenlein, G. F. W., eds.) Acribia: Zaragoza.

- Polsky, L. and von Keyserling, M. A. G. (2017). Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. *J. Dairy Sci.*, 100: 8645-8657. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12651>
- Pulido, R. G., Escobar, A., Follert, S., Leiva, M., Orellana, P., Wittwer, F., y Balocchi, O. (2009). Efecto del nivel de suplementación con concentrado sobre la respuesta productiva en vacas lecheras a pastoreo primaveral con alta disponibilidad de pradera. *Arch. Med. Vet.*, 41: 197-204.
- Ramírez, J. L., Quiriagua, A., Rodríguez, T., y Torres, Y. (2008). Evaluación del peso vivo estimado con el uso de medidas corporales de becerros de doble propósito. *Revista Científica UDO Agrícola*, 8(1): 132-137.
- Rauw, W. M. (2009). Introduction. In: *Resource Allocation Theory Applied to Farm Animal Production*. (Rauw, W. M., ed.) CAB International: London.
- Rauw, W. M. (2012). Immune response from a resource allocation perspective. *Front. Gene.* 3: 267. Review Article. Doi: 10.3389/fgene.2012.00267
- Rauw, W. M. and Gómez-Raya, L. (2015). Genotype by environment interaction and breeding for robustness in livestock. *Front. Genet.*, 6:310. Doi: 10.3389/fgene.2015.00310
- Rivas-Lucero, B. A., Chacón-Sotelo, J. M., Segovia-Lerma, A., y Morales-Morales, H. A. (2008). Valoración de la distribución espacial de establos lecheros para la gestión de los residuos generados en la cuenca de Delicias, Chihuahua. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 4(2): 185-193.
- Ruiz, D. Y. (2018). Emisión de gases de efecto invernadero en sistemas de producción bovina Fleckvieh, en la región Amazonas. Tesis Maestro en Producción Animal. Escuela de Posgrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Chachapoyas, Perú.
- Rushen, J., de Passillé, A. M., von Keyserling, M. A. G., and Weary, D. M. (2008). *The Welfare of Cattle*. Springer: The Netherlands.
- Samraus, H. H. (1992). *A Colour Atlas of Livestock Breeds: 220 breeds in words and pictures*. Wolfe Publishing Ltd.: London.
- Sancha, A. M., Castillo, G., Espinosa, C., y Mena, M. P. (2005). Criterios de calidad de aguas o efluentes tratados para uso de riego. Informe Final. Universidad de Chile. Servicio Agrícola y Ganadero, Gobierno de Chile. [Recuperado de: bibliotecadigital.sag.gob.cl/documentos/medio-ambiente/criterios_calidad_suelos_aguas_agricolas/inicio.htm]
- Sánchez, M. A. (2016). Caracterización de las respuestas termoregulatoria y reproductiva de ganado Holstein a través del uso de modelos de norma de reacción. *Tesis Maestro en Ciencias en Sistemas de Producción Animal. Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California*. México. 92 pp.
- Scheffler, E. (1982). *Bioestadística*. Fondo Educativo Interamericano. EE. UU. de N.A.
- Telezhenko, E., von Keyserlingk, M. A. G., Talebi, A., and Weary, D. M. (2012). Effect of pen size, group size, and stocking density on activity in freestall-housed dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 95: 3064-3059. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2011-9953>

- Turker, G., G. Özsoy, S. Özdemir, B. Barutçu, and A. S. Gökalp. 2013. Effect of heavy metals in the meconium on preterm mortality: Preliminary study. *Pediatrics International*, 55: 30-34.
- Vásquez, A. G., Sessarego, E. A., Lavalle, G. F., y Tello, V. I. (2017). Influencia del sistema de enfriamiento sobre la productividad del ganado bovino lechero en el valle de Huaura, Perú. *Rev. Inv. Vet. Perú*, 28(1): 195-200.
- Wisselink, G. J. (1992). Consideraciones económicas en el suministro de forraje y en la estrategia de alimentación en granjas lecheras en Europa Occidental. En: *Estrategia de Alimentación para Vacas Lecheras de Alta Producción* (Broster, W. H. y Swan, H., Comp.) AGT Editor, S.A.: México.
- Zita, A. (2020). Métodos de Investigación. [Recuperado de: todamateria.com/metodos-de-investigacion/].

Anexos

Anexo 1. Identificación de las unidades productivas evaluadas en la Asociación de Ganaderos de Lambayeque

Unidad	Nombre	Unidad	Nombre
1	Playa Azul	14	La Jacoba
2	Playa Azul	15	Ganadera Collantes
3	Las Holstein	16	Puerta Roja
4	Ganadera JUALMA	17	La Carmelita
5	La Colorada	18	Ganadera Berríos
6	La Chotanita	19	La Juliana
7	La Jacinta	20	El Carrizo
8	La Princesa	21	La Teresa
9	La Cutervina	22	Ganadera Idrogo
10	La Carolina	23	Árbol Frondoso
11	Ganadera Berríos	24	Sombra Verde
12	La Roxana	25	Las Primerizas
13	La Chiclayana		