



**UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”
FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNIA**

**Manifestación del bienestar animal en un establo lechero de
Lambayeque en la primavera**

TESIS

**Para optar el título profesional de
INGENIERO ZOOTECNISTA**

Autor

Bach. Damian Chafloque, Edwin Javier

Asesor

Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr.
(ORCID id: 0000-0002-0236-1593)

**Lambayeque
PERÚ
24/09/2026**

Manifestación del bienestar animal en un estable lechero de Lambayeque en la primavera

TESIS
Presentada para
optar el título profesional de
INGENIERO ZOOTECNISTA
Autor: Damian Chafloque, Edwin Javier

Sustentada y aprobada ante el
siguiente jurado

Ing. Alejandro Flores Paiva, M. Sc.
Presidente



Ing. Beatriz del Pilar Colter Apaza, M. Sc.
Secretario



Ing. Uber Joel Plasencia Ruiz, M. Sc.
Vocal



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



ACTA DE SUSTENTACIÓN



00473

Acta de sustentación de tesis del señor Bachiller Edwin Javier Damián Chaplogue para optar al título Profesional de Ingeniero Zootecnista

En la ciudad de Lambayeque, siendo los 10:00 am del día 24 de setiembre de 2026, en la sala de sustentaciones de la facultad de Ingeniería Zootécnica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque se reunieron los señores miembros de jurado de tesis designados con Resolución N° 2025-2021-UNILAD-FIZ/D, de fecha 07 de noviembre de 2024; Ing. Alejandro Flores Paiva M.Sc. (Presidente); Ing. Abelardo del Alvar Colta Apaza M.Sc. (secretario); Ing. Ulber Joel Placerán Ruiz, M.Sc. (Vocal); Ing. Pedro Antonio del Campo Ramos Dr. (Asesor); habiéndose aprobado el proyecto con Resolución N° 121-2026-FIZ/D de fecha 25 de agosto del 2026., El Jurado se encargó de dictaminar sobre el trabajo de tesis titulado: "Manifestación del Bienestar animal en un estable lechero de Lambayeque en la primavera".

Presentado y expuesto el trabajo de tesis, cuya sustentación fue autorizada mediante Resolución N° 142-2026-FIZ/D. de fecha 18 de setiembre de 2026, formuladas las preguntas por los miembros del jurado, dadas las respuestas por el sustentante y aclaraciones por parte del asesor. El Jurado luego de deliberar acordó optar el trabajo con un puntaje de 18 equivalente al calificación de muy bueno, debiendo consignarse en el informe final las sugerencias dadas por el jurado durante la sustentación.

Por lo tanto, el Señor Bachiller Edwin Javier Damián Chaplogue se encuentra apto para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista de acuerdo a la normativa actual vigente.

Ing. Alejandro Flores Paiva M.Sc. Ing. Beatriz del Pilar Colta Apaza M.Sc. Ing. Ulber Joel Placerán Ruiz M.Sc.
Presidente. Secretario Vocal.

Ing. Pedro Antonio del Campo Ramos Dr.
Asesor

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr., asesor de tesis del bachiller Edwin Javier Damian Chafloque, identificado con DNI 42484725.

Titulada **Manifestación del bienestar animal en un establo lechero de Lambayeque en la primavera**, luego de la revisión exhaustiva del documento hemos constatado que tiene un índice de similitud de 6%, verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

El suscrito ha analizado dicho reporte y ha concluido que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. Por lo que, a mi leal saber y entender, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”.

Lambayeque, julio de 2026.



Dr. Pedro A. Del Carpio Ramos
DNI 16407252
Asesor

Recibo digital Turnitin

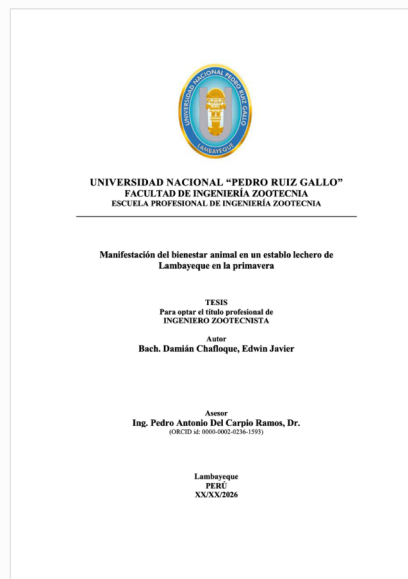


Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Edwin Javier Damian Chafloque
Título del ejercicio: Quick Submit
Título de la entrega: Manifestación del bienestar animal en un establo lechero de L...
Nombre del archivo: Tesis_Edwin_Damia_n.pdf
Tamaño del archivo: 7.63M
Total páginas: 33
Total de palabras: 9,204
Total de caracteres: 47,086
Fecha de entrega: 30-jun-2026 11:08a.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2991783296



Derechos de autor 2026 Turnitin. Todos los derechos reservados.

Dr. Pedro Antonio Del Carpio Ramos
Asesor

Reporte Turnitin

Manifestación del bienestar animal en un establo lechero de Lambayeque en la primavera

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

6%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL ESTUD

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.unprg.edu.pe

Fuente de Internet

2

repositorio.uaaan.mx

Fuente de Internet

Excluir citas

Excluir bibliografía

Activo

Activo

Excluir coincidencias

< 30 words



Dr. Pedro Antonio Del Carpio Ramos
Asesor

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Edwin Javier Damian Chafloque, investigador principal, y Del Carpio Ramos, Pedro Antonio, asesor, del trabajo de investigación **Manifestación del bienestar animal en un estable lechero de Lambayeque en la primavera**, declaramos bajo juramento que este trabajo no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso de que se demuestre lo contrario, asumo responsablemente la anulación de este informe y, por ende, el proceso administrativo a que hubiera lugar, que puede conducir a la anulación del grado o título emitido como consecuencia de este informe.

Lambayeque, julio de 2026.



Damian Chafloque, Edwin Javier



Del Carpio Ramos, Pedro Antonio

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a:

Mis queridos padres, ***ROSALIA CHAFLOQUE SANTISTEBAN y FLORENTINO DAMIAN VALDERA***, a quienes les manifiesto mi agradecimiento por su apoyo incondicional, en especial a mi madre por su sacrificio, esfuerzo y su amor inmenso.

A mi compañera de vida, ***Yolanda Apana Peláez***; quien ha estado conmigo en todo momento apoyándome para cumplir este objetivo en mi vida profesional.

A mis queridos hijos: ***Carlos, Kenya y Dayana***, quienes son el motor y motivo en mi vida.

Gracias por todo el apoyo, este logro también es suyo.

Agradecimiento

En primer lugar, extiendo mi mayor gratitud a mi asesor de tesis, **Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr.**, por brindarme su apoyo en la orientación para la elaboración de este trabajo de investigación.

En segundo lugar, a mi querida casa de estudios la UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”.

Asimismo, agradezco a cada docente por los conocimientos brindados durante mi formación profesional, y por sus sabios consejos de vida que han hecho de mí, una persona con valores tanto en mi vida personal como profesional.

Manifestación del bienestar animal en un estable lechero de Lambayeque en la primavera

Resumen

Cinco libertades definen, en la actualidad, al bienestar animal (libre de hambre, sed y desnutrición; libre de temor y angustia; libre de molestias físicas y térmicas; libre de dolor, lesión y enfermedad; libre de manifestar un comportamiento normal), por lo que se trata de un aspecto sumamente complejo; en la presente investigación sólo se ha abordado una parte, en la que la vaca lechera debe estar “libre de molestias físicas y térmicas”. Por otro lado, en toda granja lechera entran en juego de factores (la mayoría de orden económico) que atentan en contra de las libertades que definen al bienestar; pero que, debido a que no se implementan estudios sujetos al rigor del método científico, no se cuantifica que lo que parece una acción económica coherente, en realidad es contraproducente. Elevada densidad en los corrales de engorde, aun cuando se dispone de una adecuada longitud de comedero, poca disponibilidad de sombra artificial, ausencia de piso con adecuado drenaje, acumulación de estiércol y elevados valores de Índice Temperatura Humedad (ITH), sin implementación de estrategias tecnológicas para disipación de calor, hacen concluir que las vacas no se encuentran en condiciones de bienestar y que las vacas deben estar por debajo de su potencial productivo.

Palabras clave: Bienestar; Vacas lecheras; ITH.

Display of animal welfare in a dairy farm in Lambayeque in the spring

Abstract

Five freedoms currently define animal welfare (freedom from hunger, thirst, and malnutrition; freedom from fear and distress; freedom from physical and thermal discomfort; freedom from pain, injury, and disease; and freedom to express normal behavior), making it an extremely complex issue. This research has only addressed one aspect, in which the dairy cow must be "free from physical and thermal discomfort." Furthermore, every dairy farm involves factors (mostly economic) that undermine the freedoms defining welfare. However, because studies conducted with the rigor of the scientific method are not implemented, it is often overlooked that what appears to be a sound economic practice is, in fact, counterproductive. High stocking density in feedlots, despite adequate feed bunk length, limited availability of artificial shade, lack of well-drained flooring, manure accumulation, and high Temperature-Humidity Index (THI) values, without the implementation of heat dissipation technologies, leads to the conclusion that the cows are not in good welfare conditions and are being kept below their productive potential.

Keywords: Welfare; Dairy cows; THI.

ÍNDICE

N° Cap.	Título del Capítulo	N° Pág.
	Resumen/ Abstract	x
	INTRODUCCIÓN	01
I	DISEÑO TEÓRICO	
	1.1. Antecedentes	03
	1.2. Bases Teóricas	
	1.2.1. Definiciones conceptuales	
	1.2.1.1. Bienestar animal (welfar)	05
	1.2.1.2. Índice Temperatura-Humedad (ITH)	05
	1.2.2. Teoría de la asignación de recursos en ganadería	06
II	DISEÑO METODOLÓGICO	
	2.1. Tipo y Diseño de Estudio	07
	2.1.1. Lugar y duración	07
	2.1.2. Tratamientos	07
	2.2. Contrastación de Hipótesis	07
	2.3. Población y Muestras	08
	2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información	
	2.4.1. Técnicas para la recolección de información	08
	2.4.2. Instrumentos para la recolección de información	09
	2.4.3. Materiales de recolección de información	09
	2.4.4. Variables evaluadas	09
	2.4.5. Análisis de datos	09
III	RESULTADOS	
	3.1. Densidad de Vacas en Producción	10
	3.2. Condiciones de Corrales	10
	3.3. Disponibilidad y Condición de Sombras	13
	3.4. Índice Temperatura – Humedad (ITH)	15
IV	DISCUSIÓN	
	4.1. Densidad de Vacas en Producción	16
	4.2. Condiciones de Corrales	18
	4.3. Disponibilidad y Condición de Sombras	20
	4.4. Índice Temperatura – Humedad (ITH)	22
V	CONCLUSIONES	25
VI	RECOMENDACIONES	27
	BIBLIOGRAFÍA	28
	ANEXOS	32

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Título	Pág. Nº
1	<i>Densidad (m^2/ vaca) en corrales de descanso de las vacas en producción</i>	10
2	<i>Longitud de comedero y volumen de bebedero en los corrales de descanso</i>	13
3	<i>Superficie y altura de las sombras en los corrales de descanso de las vacas</i>	14
4	<i>Valores determinados de ITH según semanas, momento del día y corrales</i>	15

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Título	Pág. Nº
1	<i>Estructuras del corral de descanso Nº 1 de vacas en producción</i>	11
2	<i>Estructuras del corral de descanso Nº 2 de vacas en producción</i>	11
3	<i>Estructuras del corral de descanso Nº 3 de vacas en producción</i>	12
4	<i>Estructuras del corral de descanso Nº 4 de vacas en producción</i>	12
5	<i>Detalle de sombras en una explotación vecina</i>	22

ANEXOS

Nº	Título	Pág. Nº
1	<i>Valores de ITH según los corrales de descanso de las vacas en ordeño</i>	32
2	<i>Valores de ITH según las semanas de evaluación</i>	32
3	<i>Valores de ITH según el turno de determinación (mañana y tarde)</i>	32

INTRODUCCIÓN

Para muchos investigadores de la Producción Animal, la producción lechera en el departamento de Lambayeque debería sustentarse en la explotación de animales cruzados (*Bos taurus* x *Bos indicus*); por supuesto, razas lecheras en ambos casos. Esta apreciación la sustentan en el hecho geográfico relacionado al norte peruano, ubicado en zona próxima al Ecuador (30° latitud norte – sur), en la que la temperatura ambiental máxima durante el verano y otoño se encuentra en 30°C o superior, y la mínima alrededor de los 25°C; es decir, fácilmente fuera de la zona de confort climático para ganado lechero originario de zonas templadas como es el caso de las razas más utilizadas (Holstein, B. Swiss, Jersey, Fleckvieh).

Bajo tales condiciones, las razas especializadas de zonas templadas se encontrarían en una situación de “capacidad instalada ociosa”, por no disponer de los medios intrínsecos para estar en bienestar; no obstante, los medios extrínsecos entran a jugar un rol primordial.

Sombras, procesos de refrescamiento, horario diferido de alimentación, densidad, aprovisionamiento adecuado de agua, etc., son factores que mitigan el efecto del estrés calórico pero que, muchas veces, no son tomados convenientemente en consideración en las explotaciones lecheras.

En la presente investigación se planteó el siguiente problema: ¿Se encontrará en condiciones de bienestar ambiental el entorno de las vacas lecheras explotadas en un establo lechero de Lambayeque?

La hipótesis fue la siguiente: Las vacas lecheras explotadas en un establo de Lambayeque no se encuentran en un entorno con condiciones de bienestar ambiental.

Se tuvo en consideración los siguientes objetivos:

Objetivo general

Determinar si las vacas lecheras de un establo de Lambayeque se encuentran en condiciones de bienestar ambiental en su entorno durante la primavera del año 2024.

Objetivos específicos

1. Evaluar la densidad en los corrales de vacas en producción.
2. Evaluar las condiciones de los corrales (comederos, bebederos, piso) de descanso.
3. Evaluar las condiciones y disponibilidad de las sombras de los corrales de descanso.
4. Evaluar el índice de temperatura – humedad relativa (ITH) en los corrales de descanso.

La determinación de indicadores del bienestar es importante si se desea lograr eficiencia en la cantidad y calidad de la leche; se asume que las condiciones de ausencia de bienestar conducen a que los animales enfrenten condiciones de estrés, las que generan una serie de condiciones que atentan en contra de la buena salud (ej., procesos de autooxidación) afectando a los tejidos y, en consecuencia, a la cantidad de leche que se puede obtener.

I. DISEÑO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

El conjunto de aspectos asociados (producción de leche, bienestar e impacto ambiental) en el ganado es afectado por una gran cantidad de factores (gran complejidad) que hace difícil buscar soluciones adecuadas; pudiendo asumirse que, el ganado mantenido y explotado en instalaciones poco adecuadas podrían estar en condiciones desmejoradas o de no bienestar, afectándose la calidad del producto en forma negativamente.

No obstante, para algunos productores el diseño y tamaño de las instalaciones pueden ser aspectos considerados en segundo plano; pero, no tienen en cuenta que la calidad y cantidad de la leche depende del bienestar de los animales; el problema se vuelve crítico cuando se explota ganado lechero originario de zonas en las que predomina el clima frío o fresco bajo condiciones tropicales, como sucede en nuestro medio, y se espera que las vacas sean altamente productivas (Del Carpio, 2021; Torres, 2023).

Se tiene casi certeza en que el estrés más complicado para el ganado lechero sea el producido por la elevadas temperatura y humedad relativa, en conjunto; sin embargo, no se le presta la atención debida. Este estrés, denominado térmico por elevada temperatura, ha sido definido como *cualquier cambio en la relación térmica entre un organismo y su entorno que, si no se compensa con la regulación de la temperatura, daría como resultado hipertermia o hipotermia*. Lo que se refleja en un incremento de la carga calórica corporal y se evidencia a través del aumento de la temperatura corporal. Lambertz et al. (2014) reportaron que la temperatura corporal de referencia del ganado lechero es de 38.5°C.

Ya desde hace algún tiempo se ha indicado que altas temperaturas ambientales, elevada humedad relativa, o su presentación conjunta, generan una reducción en los principales indicadores productivos y reproductivos de las vacas lecheras; bajo tales

condiciones adversas, se eleva la temperatura corporal y se altera el comportamiento fisiológico lo que conduce a una nueva homeostasia y, en consecuencia, a una reducción de los indicadores productivos. Los investigadores reportaron reducción en el consumo de alimento (principalmente fibra), disminución de la actividad física en general (para evitar la elevación de la carga calórica por quema de energía), búsqueda de sombra o viento, aumento de la tasa respiratoria, incremento en la circulación periférica, mayor sudoración y disminución en la producción, como cambios observables debido al estrés por calor (Avendaño et al., 2007).

La acción negativa del estrés térmico, por temperatura elevada, es más marcado cuando la densidad es elevada (menor cantidad de superficie de piso por vaca o muchas vacas por corral); de esta manera, al calor del entorno se adiciona al calor del cuerpo y se genera mayor competencia por la sombra, el agua o los lugares más frescos de los corrales. En varias situaciones se observa problemas de agresividad entre las vacas, lo que se debe a que las vacas de mayor jerarquía reclaman los lugares mejores (sombras, bebederos, etc.) a las de menor jerarquía, lo que atenta negativamente en contra del bienestar y, consecuentemente, del rendimiento (Schütz et al., 2010).

Las investigaciones de Schütz et al. (2008, 2009, 2010) son concluyentes en cuanto a la importancia de la cantidad de sombras para cada vaca y de la altura y material de las sombras; con sombras adecuadas se mejoran (disminuyen) los ITH. Este índice se expresa como un valor único que representa los efectos combinados para evaluar el grado de estrés por calor en el ganado lechero (Bernabucci et al., 2014). Existe cierta dificultad para establecer umbrales ITH debido a que el valor del índice es afectado multifactorialmente (raza, edad, fase de lactación, etc.) y tales umbrales podrían estar entre 68 a 74 (Herbut et al., 2018).

En el local de la Asociación de Ganaderos de Lambayeque, Torres (2023) determinó valores de ITH superiores a 77, indicando que las vacas lecheras no se explotan bajo condiciones de bienestar.

Diferentes investigadores (Antanaitis et al., 2024; Boonkum et al., 2024; Borshch et al., 2024; Lovarelli et al., 2024; Nam et al., 2024; Vinet et al., 2024; Ferrari et al., 2025; Jo y Lee, 2025; Ratni et al., 2025; Tu et al., 2025) han investigado y determinado el efecto negativo del estrés por elevada temperatura y humedad relativa (calculado a través del ITH) sobre indicadores productivos y reproductivos de las vacas lecheras; básicamente indicaron que se da una alteración en la fisiología normal conduciendo a ineficiencia en el uso de los nutrientes y que se altera el comportamiento porque los animales buscan maneras (agua, sombra, piso fresco, zonas frescas, etc.) de disipar el calor corporal.

1.2. Bases Teóricas

1.2.1. Definiciones conceptuales

1.2.1.1. Bienestar animal (Welfar)

El bienestar de las vacas lecheras comprende una serie de condiciones por las que se asume que se encuentran bien de salud, y se evidencia por adecuada condición corporal, comportamiento dócil, etc., todas estas condiciones siempre se mantienen interrelacionadas, por lo cuando se afecta negativamente una una condición se afecta negativamente a otra u otras. Leliveld y Provolo (2020) plantearon las siguientes interrogantes: ¿Está funcionando bien el animal?, ¿Se siente bien el animal?, ¿puede el animal vivir una vida razonablemente natural? Estas interrogantes se vinculan con el rendimiento animal y son influenciadas mucho por factores climáticos; y si las instalaciones soportan mayor densidad poblacional de la que deberían soportar (Beaver et al., 2019).

1.2.1.2. Índice Temperatura – Humedad (ITH)

Parámetros ambientales combinados en un único índice y que se emplea en la evaluación del estrés por calor (Costa et al., 2020).

1.2.2. Teoría de la asignación de recursos en ganadería

En la Teoría de la Asignación de Recursos en Ganadería se considera que los animales domésticos de interés zootécnico se deben considerar como bio artefactos, ya que fueron domesticados para serle útiles a los seres humanos; por eso, dependen del cuidado y condiciones que los humanos deben brindarles para que puedan cumplir con la finalidad para la que fueron domesticados, mayormente provisión de alimentos de elevada calidad (Cuevas, 2008; Rauw, 2009).

Pero, en muchas situaciones, los recursos no son suministrados; es el caso de explotar animales de razas procedentes de zonas templadas en zonas tropicales, ignorándose las interacciones genotipo – medioambiente que pueden darse, lo que implicaría que los mejores genotipos productivos en zonas templadas pueden ser completamente improductivos en zonas tropicales, por lo que se hacen grandes inversiones en instalaciones especializadas tratando de buscar el bienestar y mejores indicadores productivos (Rauw y Gómez-Raya, 2015).

II. DISEÑO METODOLÓGICO

2.1. Tipo y Diseño de Estudio

La presente fue una investigación de tipo cuantitativo (se trabajó con cifras), no experimental, fue longitudinal porque se estudió un período progresivo de varios meses.

Una descripción más detallada de las investigaciones cuantitativas y longitudinales se puede hallar en Hernández et al. (2010) y Muñoz (2011).

2.1.1. Lugar y duración

La fase de campo se aplicó en las instalaciones de establo lechero Agropecuaria Cárpena EIRL; la que está ubicada en la zona San Nicolás, a 5 km al sur de la ciudad de Lambayeque, distrito, provincia y departamento de Lambayeque.

Se realizó en el mes de septiembre de 2025; es decir, cuando empieza la estación de primavera.

2.1.2. Tratamientos

Toda vez que la investigación no fue experimental no se implementaron grupos de tratamientos. Sin embargo, se procedió a hacer comparaciones entre los valores del ITH considerando los corrales, las semanas y el turno (mañana y tarde).

2.2. Contrastación de Hipótesis

Aun cuando la investigación no fue experimental, las hipótesis se plantearon de la siguiente manera:

H_0 : Los animales no se explotan en condiciones de bienestar ambiental

H_1 : Los animales se explotan en condiciones de bienestar ambiental

Estas hipótesis se contrastaron en forma comparativa con los antecedentes de otras investigaciones, para lo que se empleó el análisis crítico, en el que se tuvo en consideración que las vacas en condiciones de bienestar son capaces de lograr mejores indicadores productivos.

2.3. Población y Muestra

La población estuvo constituida por todas las vacas lecheras en producción del establo lechero Santa Beatriz, de la empresa Agropecuaria Cárpena EIRL.

La muestra fue del mismo tamaño de la población. Así mismo, las determinaciones de densidad poblacional en los corrales, condiciones de corrales y sombras, y determinación de ITH se hicieron para todo el establo.

2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información

2.4.1. Técnicas para la recolección de información

Instalaciones

Se tomaron las dimensiones de los corrales de descanso (largo x ancho) para determinar la superficie total y determinar la cantidad de metros cuadrados por vaca. También se midieron los comederos y bebederos para determinar la longitud de metros de comedero por vaca, así como la cantidad de agua por vaca.

Se determinaron las condiciones en que se encuentran los corrales, básicamente en función de la acumulación de estiércol en el suelo; sobre todo en los lugares adyacentes a los comederos y bebederos.

Se determinó la existencia de disponibilidad de sombra (artificial o natural), en el caso de las sombras artificiales se determinó de que material están hechas; así como, las medidas (largo x ancho x alto) determinando la cantidad de superficie de sombra por vaca.

Tempertura del aire, Humedad relativa e ITH

Con un termohigrómetro digital se tomó la temperatura y la humedad relativa en las zonas sombreadas y no sombreadas. Para la determinación del índice de temperatura y humedad (ITH) se aplicó la siguiente fórmula (Fabris et al., 2019):

$$ITH = (1.8 \times TA + 32) - (0.55 - 0.0055 \times HR) \times (1.8 \times TA - 26)$$

Donde: la temperatura ambiental (°C) se expresa como TA, la humedad relativa (%) como HR. Los valores críticos fueron fijados por West (2003) en 64 (mínimo), 72 (medio) y 76 (máximo), que se tuvieron en cuenta en esta investigación.

2.4.2. Instrumentos para la recolección de información

- Termohigrómetro digital (968H), hecho en China.
- Cámara fotográfica.
- Laptop, para procesar información y texto.

2.4.3. Materiales de recolección de información

- Libreta de campo.
- Bolígrafo.

2.4.4. Variables evaluadas

1. Densidad (metros cuadrados por vaca)
2. Condición de los corrales
3. Condición de las sombras
4. Disponibilidad de sombra (metros cuadrados por vaca)
5. Índice Temperatura – Humedad (ITH)

2.4.5. Análisis de los datos

Los estadísticos descriptivos (media, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, rango) del ITH se determinaron aplicando el software Minitab 15. El análisis fue de tipo crítico al considerar los resultados de otras investigaciones realizadas en diferentes partes del mundo.

III. RESULTADOS

3.1. Densidad de Vacas en Producción

En la Tabla 1 se presenta la información relacionada con la densidad en los corrales de las vacas en producción.

Tabla 1.

Densidad (m^2 / vaca) en corrales de descanso de las vacas en producción

Corral	Superficie, m^2	Vacas	Densidad, m^2 / vaca
1	413.28	20	20.66
2	490.29	24	20.43
3	292.25	14	20.87
4	260.96	12	21.74
General	1456.78	70	20.81

Como se puede apreciar (Tabla 1), cada una de las vacas dispuso en promedio de casi 21 metros de cuadrados de superficie. Se asumió que toda la superficie calculada fue “neta útil”, pero en realidad no se tuvo en consideración la superficie ocupada por los bebederos que, aunque es relativamente pequeña, implica menor superficie para el ganado. No se tuvo en cuenta a los comederos, toda vez que estos están adosados al exterior de los corrales.

3.2. Condiciones de Corrales

En las Figuras 1, 2, 3 y 4 se muestran los cuatro corrales de descanso de las vacas en producción.

En términos generales se aprecia que, al momento de las evaluaciones, hubo una apreciable acumulación de estiércol húmedo, sobre todo en las proximidades de los bebederos y en la parte interior del comedero (zona en la que las vacas hacen uso más intenso de la superficie, produciendo acumulación de estiércol húmedo).

Es importante anotar que la operación lechera no cuenta con piso, definido este como la superficie artificial que pisan los animales y que dispone de los medios para facilitar el drenaje.

Figura 1.

Estructuras del corral de descanso N° 1 de vacas en producción



Figura 2.

Estructuras del corral de descanso N° 2 de vacas en producción



Figura 3.

Estructuras del corral de descanso N° 3 de vacas en producción



Figura 4.

Estructuras del corral de descanso N° 4 de vacas en producción



Se hace uso directo del suelo, el que no está uniformizado a cabalidad en su superficie, permitiendo observar la acumulación de humedad, lo que puede ser nocivo para las pezuñas o generarse otras complicaciones de salud en los animales.

Los comederos son de plataforma baja y están en la parte exterior de los corrales, en la Tabla 2 se indican algunas peculiaridades relacionadas con los comederos y bebederos en cada corral.

Tabla 2.
Longitud de comedero y volumen de bebedero en los corrales de descanso

Corral	longitud Comedero, m	Volumen bebedero, m ³	Vacas	m de comedero por vaca	litros de agua por vaca
1	25	compartido	20	1.25	-----
2	25	compartido	24	1.04	-----
3	15	compartido	14	1.07	-----
4	18	compartido	12	1.50	-----
General	83	3.23496	80	1.19	40.437

Cada vaca dispone de un poco más de un metro de comedero, cantidad que es considerada adecuada porque permite la comodidad de las vacas al estar comiendo. En cuanto a la cantidad de agua, es referencial ya que se abastecen permanentemente de agua desde un tanque elevado (ver Figura 3); sin embargo, en caso de obstruirse el abastecimiento, se transforma en un claro indicador de una urgencia y lo que dispondría de agua el ganado hasta resolverse la urgencia.

Si bien las vacas disponen de suficiente longitud de comedero, se aprecia que los corrales disponen de más largo que fondo, lo que se asocia con la densidad determinada (relativamente poca superficie disponible por vaca).

3.3. Disponibilidad y Condición de Sombras

En la Tabla 3 se presenta la información relacionada con la superficie y altura de las sombras. Ambas medidas son importantes, no es suficiente una amplia superficie de sombra si es que está a baja altura, son preferibles sombras amplias y altas que permitan la evacuación del calor que se acumula debajo.

Tabla 3.***Superficie y altura de las sombras en los corrales de descanso de las vacas***

Corral	Superficie, M ²	Altura, m	vacas	superficie/ vaca, m ²
1*	108.75	3.2	20	5.43
2*	106.75	3.1	24	4.45
3	25.00	2.5	14	1.80
4	18.75	2.5	12	1.60
General	259.25	2.83	70	3.70

*dos estructuras en esos corrales

Los corrales 1 y 2 dispusieron de mayor superficie de sombras, toda vez que su superficie total casi suplica a la de los corrales 3 y 4; no obstante, las sombras de los corrales 3 y 4 son muy pequeñas, al punto que la superficie de sombra por vacas fue menos de la mitad de la asignada para los corrales 1 y 2. No obstante, se puede apreciar en las Figuras 3 y 4 que se dispone de un abastecimiento de sombra natural (algarrobo), que aunque no es mucho, los animales se refugian debajo para protegerse de la radiación.

En promedio, las vacas disponen de 3.7 m² de sombra artificial, pero este promedio enmascara una gran variabilidad como se puede deducir al comparar las medias de los corrales 1 y 2 con las de los corrales 3 y 4. Considerando en conjunto a los corrales 1 y 2, cada vaca dispone de 4.9 m² de sombra; en tanto que, en conjunto en los corrales 3 y 4 cada vaca dispuso de 1.7 m² de sombra artificial, esta última representó 35% en comparación a la media de los corrales 1 y 2.

La altura media general de la sombra artificial es de 2.8 m; la de los corrales 1 y 2 es más alta (70 y 60 cm, respectivamente) en comparación a la de los corrales 3 y 4, cuya altura fue de 2.5 m. Con climas cálidos como el de Lambayeque es aconsejable que la altura de las sombras artificiales sea de 4 metros, por lo menos.

Como se puede apreciar en las figuras del 1 al 4, todas las sombras, a pesar de estar hechas de material simple (degradable y fácilmente rompible), al momento de la evaluación estuvieron en buen estado. La ventaja del material empleado (esteras) radica en que permite la liberación del calor acumulado, compensando la menor altura.

3.4. Índice Temperatura – Humedad (ITH)

En la Tabla 4 se presentan los valores determinados del ITH para las diferentes semanas y momentos de evaluación, para cada corral.

Tabla 4.

Valores determinados de ITH según semanas, momento del día y corrales

Corral	Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4	
	M	T	M	T	M	T	M	T
1	79.3780	79.3409	82.0892	78.9160	82.0499	80.6954	83.4536	80.2606
2	79.9328	79.7473	81.4783	79.3604	79.9062	78.2437	80.8970	81.8318
3	81.4802	80.2949	79.5706	80.7795	81.0838	79.8660	79.6678	77.4021
4	82.7321	79.6050	80.0060	80.4772	83.9072	81.3468	79.1644	78.8730
General	80.8808	79.7470	80.7860	79.8833	81.7368	80.0380	80.7952	79.5919

Respectivamente para los corrales 1, 2, 3 y 4 los valores de ITH fueron de 80.3139, 80.3347, 80.8874 y 80.1935; en tanto que, cuando la información se ordenó de acuerdo a las semanas 1, 2, 3 y 4, fueron de 80.3139, 80.3347, 80.8874 y 80.1935; para la mañana y tarde fueron de 81.0497 y 79.8150.

Se apreció que los valores medios entre los corrales fueron muy parecidos, al parecer el establo es muy pequeño como para que se dé una separación muy grande entre los corrales de descanso y el valor del ITH pueda variar. En función de las semanas tampoco hubo mayor variación. En donde se apreció ligero cambio (1.5% menor) fue al comparar la mañana con la tarde, por la mañana la toma se datos se hizo a las 10 y por la tarde a las cinco, así el valor de ITH tendió a ser menor, lo que se observó en todas las semanas comprendidas en el estudio. El diferente ángulo de incidencia de la radiación por la tarde habría permitido que la temperatura descendiese, lo que se reflejó en el menor valor de ITH.

En todas las determinaciones, los valores calculados estuvieron por encima del valor de 76 (máximo) indicado por West (2003). Resultando en evidencia que indicó que el ganado estuvo en estrés térmico.

IV. DISCUSIÓN

4.1. Densidad de Vacas en Producción

Los resultados indicaron un hecho irrefutable, la densidad superó considerablemente a lo recomendado para ganado lechero (45 m^2); con 20.81 m^2 por vaca se ha más que duplicado (2.16 veces) la densidad. Sin embargo, la densidad también puede expresarse en función de la cantidad de comedero por vaca, lo recomendable es de, por lo menos, 60 cm de comedero por vaca, en el presente caso con 1.19 m por vaca se podría asumir que la densidad habría sido de 70%.

La densidad poblacional en los establos lecheros es una medida cuantitativa de la concentración de vacas; puede medirse mediante la cantidad de superficie por vaca, el espacio en el comedero por vaca o la cantidad de vacas por pesebre en un establo de pesebres libres, típico en climas templados y fríos (De Vries et al., 2016). Por lo que, de alguna manera, es coherente la actitud del productor en el sentido de tratar de dar la máxima utilidad a las instalaciones (depreciación, venta de leche, etc.); sin embargo, la alta densidad general implica otras complicaciones.

Diferentes autores indican que la densidad está directamente vinculada con el bienestar de los animales. Así, se indica que el bienestar de las vacas lecheras se ha convertido, en los últimos años, en un tema candente; sobre todo porque, debido a cuestiones de orden económico, los establos grandes, con apreciables cantidades de vacas, tienen bastante auge. Se considera que las principales preocupaciones en este rubro incluyen: si las vacas se sienten bien, si las vacas funcionan correctamente y si las vacas ejecutan sus comportamientos naturales. Debido a que la situación del bienestar es compleja, se debe considerar el entorno físico en el que se alojan (diseño del establo, tipo de suelo, diseño del comedero, calidad ambiental, etc.) y por la estrategia de agrupamiento y densidad de la población. Es común verificar que una práctica empleada

por los productores es incrementar el tamaño del rebaño sin ampliar las instalaciones de alojamiento (Wang et al., 2016; Jurkovich et al., 2024), como se ha apreciado en la unidad productiva de la presente investigación.

Las investigaciones reportadas por Huzzey et al. (2006), Hill et al. (2009), Krawczel et al. (2012), Telezhenko et al. (2012), De Vries et al. (2016), Clemons et al. (2020), Reyes et al. (2024), entre otros; al estudiar la densidad y su acción sobre el bienestar consideran que las vacas se clasifican como alelomiméticas, es decir, tienden a expresar el mismo comportamiento al mismo tiempo. En este comportamiento de las vacas se incluye la necesidad de tumbarse o de comer al volver de la sala de ordeño; así, cuando la densidad poblacional es muy alta, las necesidades conductuales de la vaca pueden no satisfacerse debido a la presencia de otras vacas, lo que puede afectar negativamente su salud y rendimiento y, en consecuencia, la economía de la empresa.

En el presente caso, la competencia en el comedero puede no representar un problema de densidad (más de un metro por vaca), aunque pueden darse algunos rechazos por la jerarquía social. El problema que se apreció se relaciona con la superficie de corral disponible por vaca; al respecto, el efecto de la densidad poblacional sobre el comportamiento de las vacas ha sido variable entre los diferentes estudios; en uno de ellos se observó que el tiempo de descanso se redujo linealmente al aumentar la densidad de 100 a 150%, estas reducciones en el tiempo de descanso se asociaron con el incremento en la actividad suprarrenal, lo que indicó la presencia de estrés. Así mismo, se ha observado que las vacas dan prioridad al descanso sobre la alimentación cuando el acceso a los pesebres y al alimento es limitado (Hill et al., 2009).

La economía de la densidad ganadera sigue la clásica Ley de los Rendimientos Marginales Decrecientes, lo que implica que cada vaca adicional que se hace ingresar al corral generará ingresos (venta de leche, valor de los terneros, venta de animales de

descarte) a costos que varían según la vaca (costos variables: costos de alimentación, repuestos de la sala de ordeño, algo de mano de obra). Los costos que no se ven afectados (costos fijos) por la cantidad de vacas en el corral (Ej., la depreciación y la mayor parte de los costos laborales cuando la Densidad Poblacional por Pesebre varía moderadamente) no afectan a la DPP económicamente óptima. Cada vaca adicional reduce el rendimiento de las demás vacas que ya se encuentran en el corral. La DPP económicamente óptima se alcanza cuando los rendimientos marginales del corral son iguales a sus costos marginales; cuando se logra esta DPP se maximiza la ganancia por puesto. Añadir una vaca adicional al corral, más allá de la DPP óptima implica que los rendimientos marginales del corral son menores que sus costos marginales y la ganancia por puesto disminuye (De Vries et al., 2016). Ante esta situación planteada por De Vries y col., la inclusión de una vaca adicional podría implicar mayor cantidad de leche por corral pero a un costo mayor, por lo que una densidad poblacional tan fuerte como la del establo evaluado indica la necesidad de realizar evaluaciones económicas.

4.2. Condiciones de Corrales

Resultó evidente que el ambiente es un elemento trascendente en la unidad productiva estudiada; puede generarse algo de confusión cuando se menciona a la palabra “ambiente”, ya que se puede tomar el significado en condiciones macro; sin embargo, en las explotaciones lecheras es importante considerar el ambiente desde las condiciones “microclimáticas”. Es decir, todas aquellas condiciones que están muy próximas a las vacas; la temperatura puede ser alta, pero, que se ha implementado (ventiladores, sombras, etc.) para reducir el impacto del calor sobre las vacas, a eso se refiere cuando se trata de microclima. Maylinda y Riskila (2023) indicaron que los elementos microclimáticos que afectan directamente son la temperatura del aire, la humedad del aire, la radiación solar y la velocidad del viento, en tanto que los elementos que afectan

indirectamente son la evaporación y la precipitación; y que, los esfuerzos que se hagan para ajustar las condiciones microclimáticas en el corral pueden consistir en la utilización de ventiladores (de cualquier tamaño y tipo), suficiente cantidad de agua y sombras (altura y material del que están hechas).

De tal manera que, garantizar que las condiciones de alojamiento se ajusten a las necesidades biológicas y conductuales del ganado es una preocupación de la investigación relacionada con el bienestar de los animales. Pero, aún persisten algunas brechas del conocimiento relacionadas con la calidad del alojamiento y el bienestar animal; aspectos importantes son el sistema de pisos y el espacio disponible (de este último se ha tratado al discutir la densidad).

Las características del piso (dureza, suavidad, humedad, deslizamiento, conductividad térmica y facilidad de limpieza) impactan directamente sobre la salud de las pezuñas, el comportamiento de descanso y la locomoción; tal que, cada tipo de piso presenta ventajas y desventajas específicas en términos de higiene, comodidad, salud animal, intensidad de mano de obra y sostenibilidad económica (Keane et al., 2025; Pons et al., 2025). Como se indicó en el capítulo de Resultados, en la unidad productiva estudiada no existe piso en los corrales de descanso de las vacas, es decir los animales están directamente sobre el suelo, el que no dispone de la pendiente adecuada ni de sistema de drenaje, motivo por el que es fácil la acumulación de estiércol húmedo y los aniegos por derrame de agua de los bebederos.

Junto con la elevada densidad, se dan las condiciones para que las vacas se tumben sobre el suelo solo por poco tiempo o que se puedan presentar problemas de pederas, disminuyéndose la capacidad productiva de las vacas.

Como se indicó, es un acierto que se pueda disponer de un metro lineal de comedero, o algunos centímetros más, por cada vaca; sin embargo, el problema radica en

la acumulación de muchas vacas en un espacio pequeño, motivando a que se puedan desarrollar problemas con las pezuñas, con el descanso, con la tranquilidad de las vacas, interacción social, etc., por lo que se podría asumir que se estaría desperdiciando una parte importante del potencial productivo del ganado.

4.3. Disponibilidad y Condición de Sombras

Es bien sabido que las razas de origen europeo, particularmente la Holstein, sufren más de estrés térmico por calor debido a su menor capacidad de adaptación a climas cálidos, lo que está asociado a su menor capacidad de adaptación a climas cálidos, debido a una mayor intensidad metabólica y menor capacidad de disipación de calor; no obstante, es la raza más explotadas en todo el mundo, aun en regiones semiáridas, donde el clima riguroso influye significativamente sobre la capacidad productiva y reproductiva (da Rocha et al., 2026). Precisamente, la región Lambayeque se encuentra inmersa en el entorno ambiental del bosque subtropical estacionalmente seco, en donde las temperaturas pueden llegar fácilmente a los 34°C durante el mediodía veraniego y se mantienen temperaturas alrededor de 26 durante la mayor parte del año, lo que es complicado para una raza cuya temperatura óptima se encuentra alrededor de los 20°C.

Siendo necesaria la utilización, por lo menos de sombras artificiales, que permitan disminuir la cantidad de radiación solar que llega a las vacas y que generen un lugar más fresco en el que las vacas puedan tumbarse para descansar. Con relación a la importancia de las sombras, da Rocha et al. (2026) evaluaron la tolerancia al calor y las respuestas bioquímicas y hematológicas de vacas Holstein expuestas a diferentes condiciones ambientales (pleno sol o sombra) y regímenes de alimentación (con o sin concentrado) en la región semiárida de Brasil. La temperatura rectal se incrementó en las vacas expuestas al sol, desde un promedio de 38.0°C (8.00 am) a 38.6°C por la tarde, alcanzando un máximo de 40.0°C en el tratamiento con sol y concentrado. La ganancia diaria

promedio fue positiva solo con las vacas a la sombra, alcanzando 0.60 kg/ día (con concentrado) y -0.41 kg/ día (sin concentrado), en tanto que los animales expuestos al sol perdieron peso (-2.37 y -3.41 kg/ día). El colesterol fue menor en las vacas al sol sin concentrado (55.41 mg/ dL). Las vacas a la sombra que recibieron concentrado presentaron un mayor conteo de glóbulos rojos (6.65 millones/ mm³), pero menos valores de hemoglobina (11.99 g/ dL), hematocrito (36.0%), volumen corpuscular medio (54.27 fL) y hemoglobina corpuscular media (18.08 pg). Los investigadores indicaron que, en general, la sombra combinada con concentrado resultó en una mayor tolerancia al calor, mayor ganancia de peso y perfiles metabólicos y hematológicos más estables en comparación con la exposición directa al sol.

La importancia de las sombras es entendida en el establo estudiado, el problema radicó en la inexistencia de uniformidad en la cantidad de sombras artificiales en los corrales y en la poca altura con relación al piso. La mayor altura permite que el calor liberado por el cuerpo de las vacas no se acumule en el espacio entre el cielo raso y el piso; no obstante, se emplean esteras que permiten el escape del calor y la entrada de aire, lo que es bueno, pero las esteras tienen poca durabilidad.

En la Figura 5 se adjunta una fotografía de una explotación vecina en el que se aprecia mayor superficie y altura de las sombras, generando un ambiente por debajo que invita a las vacas a acceder y protegerse de las elevadas temperatura y radiación solar del verano lambayecano. Se puede observar que todas las vacas están bajo la sombra y varias de ellas tumbadas; asimismo, se aprecia la estructura metálica debajo de las esteras que permite fijarlas y evitar el hamaqueo debido al fuerte viento que hay en la zona a partir de las dos de la tarde, de esta manera se protege a las esteras y les permite mayor durabilidad. En estas condiciones se evidencia que debajo de las zonas sombreadas se dan condiciones micro climáticas diferentes a las del resto del corral, por las que las

apreciaciones que se plantean con relación al clima, en general, pueden ser erróneas no se consideran las condiciones micro climáticas, que pueden variar de corral a corral.

Figura 5.
Detalle de sombras en una explotación vecina



Fuente: Fotografía tomada por P. A. Del Carpio R.

4.4. Índice Temperatura – Humedad (ITH)

Los investigadores (Mylostyvyi e Izboldina, 2025) han indicado que el ITH es un indicador cuantitativo clave de la carga calórica en las vacas lecheras, consideran que este indicador explica entre el 10.0 y el 66.7% de la variación en los resultados de productividad y bienestar a nivel de rebaño; consideraron que el ITH proporciona un reflejo más dinámica y preciso de las condiciones micro climáticas reales, en tanto que la estación del año captura la variación contextual adicional no vinculada directamente a la carga térmica. Según Tasripin et al. (2025), las vacas Holstein pueden producir óptimamente con temperaturas ambientales de alrededor de 18°C y 55% de humedad relativa.

En la presente investigación todas las medias de ITH, en todas las combinaciones posibles, estuvieron alrededor de 80 y se consideró como peligroso (West, 2003); por lo que la cita de Mylostyvyi e Izboldina (2025) es trascendente para explicar como con un ITH muy peligroso se pueden explotar vacas lecheras Holstein en Lambayeque. El contexto de la estacionalidad juega un rol trascendente, si bien la región es semidesértica y calurosa, las tarde y noches propician ambientes más frescos que permiten la recuperación fisiológica del ganado; debido a que el entorno es desértico, el calor acumulado se libera rápidamente permitiendo que las vacas superen el estrés calórico.

No obstante, más recientemente, Kibar et al. (2023) y Nam et al. (2024) indicaron una recategorización de los rangos del ITH; así: de 70 a 72 (umbral de estrés; se consideran normales para la frecuencia cardíaca, la temperatura ruminal y la temperatura superficial), de 73 a 78 (leve a moderado; se muestra un aumento en la frecuencia cardíaca, temperatura ruminal, temperatura superficial, tiempo de permanencia y en la ingestión de agua), de 79 a 88 (moderado a severo; se presentan mayores incrementos en la frecuencia cardíaca, la temperatura ruminal, la temperatura superficial, las hormonas del estrés y en la ingestión de agua; en tanto que, la ingestión de alimento disminuye), de 89 a 96 (severo; ocasionan incrementos en la frecuencia cardíaca, la temperatura ruminal, la temperatura superficial y la ingestión de agua; a la vez que se verifica la disminución en la ingestión de alimento y en el riesgo de mortalidad relacionada con el calor). Esta recategorización permite inferir que las vacas de Lambayeque tienen oportunidad de esquivar situaciones riesgosas para su salud debidas al calor ambiental.

Los investigadores (Nam et al., 2024) indicaron que con todo las vacas que soportan ITH de 80 manifiestan un cuadro muy complicado, se da una disminución de 19% en la producción de leche, la eficiencia alimenticia se deteriora, se observa una reducción en la ingestión de materia seca y de energía, lo que conduce a los animales a

entrar a balance energético negativo, con la consecuente pérdida de peso corporal. Esto además conlleva a cambios en el sistema endocrino, se ha determinado que se produce una reducción en la secreción de hormona del crecimiento, catecolaminas y cortisol. Debido al estrés calórico se da la elevación de la temperatura corporal, generándose aumento en las tasas respiratorias (mecanismo de compensación), disminuyéndose el CO₂ en sangre, propiciando la manifestación de acidosis sanguínea, ya que los riñones reducen la secreción de bicarbonato (HCO₃⁻) , lo que conduce a una merma en la ingestión de materia seca y reducción en la actividad de masticatoria, afectando negativamente a la producción de saliva (importante para el mantenimiento del pH ruminal), llegando a la acidosis ruminal y disminución en la producción de leche (Jeong et al., 2025). Todo este panorama parece evidente en las vacas que han sido estudiadas en la presente investigación, lo que se agrava por la elevada densidad y poca disponibilidad de sombra artificial adecuada.

No obstante, existe evidencia científica que ha mostrado que el organismo de las vacas lecheras implementa una serie de estrategias para mitigar el estrés por calor, empezando por la postergación del consumo de alimento a las horas más frescas del día; la liberación del calor debido al enfriamiento nocturno, permitiendo recuperar balance térmico. Cambio en el contenido de ácidos grasos en el sudor, con un bajo valor de ácido esteárico en el sudor de vacas Holstein y que este ácido graso podría representar un bioindicador del estrés por calor (Anitas et al., 2025). Al parecer existen vacas que tienen mayor capacidad para mantener la temperatura corporal dentro de un rango estrecho bajo condiciones termoneutrales y serían más tolerantes a la exposición al calor, por lo que parece una estrategia interesante la selección para la tolerancia al calor, lo que podría ser muy interesante en la resiliencia climática en los sistemas de producción lechera (Marett et al., 2026).

Con todo, diferentes equipos de investigación (McManus et al., 2026; Sesay, 2023; Reddy et al., 2023; Oliveira et al., 2025; Wang et al., 2025; Slayi y Jaja, 2025) han resaltado la importancia de proveer de sombras artificiales adecuadas (superficie, altura y material) para soportar dentro de condiciones ambientales con elevados valores de ITH; incluso dentro de los sistemas al pastoreo, las vacas que estuvieron provistas de sombras de árboles por dos años mostraron evidencias de bienestar animal (McManus et al., 2026).

Por lo expuesto, se evidencia que las vacas del presente estudio, en el período evaluado, estuvieron en condiciones de escaso bienestar durante las horas del día.

V. CONCLUSIONES

1. No se rechazó la hipótesis científica planteada, toda vez que las vacas lecheras explotadas no se encontraron en un entorno con condiciones de bienestar.
2. La densidad, expresada como superficie por vaca, superó considerablemente a lo recomendado para ganado lechero (45 m^2); con 20.81 m^2 por vaca se ha más que duplicado (2.16 veces). Expresada como longitud de comedero por vaca (1.19 m por vaca) fue mejor que lo recomendado ($0.6 - 0.7 \text{ m}$ por vaca). No obstante, la menor superficie por vaca propicia complicaciones importantes (agresividad por jerarquía, humedad excesiva del suelo, acumulación rápida de estiércol, menor disponibilidad de terreno para tumbarse, etc.)
3. No se dispone de tecnología que permita la disipación del calor en los corrales de descanso, ni en la sala de ordeño; los corrales no cuentan con piso, el ganado pisa directamente sobre el suelo, por lo que no se dispone del drenaje adecuado y la humedad de las deyecciones se acumula con mayor facilidad.
4. No hay una distribución homogénea de sombras artificiales entre los corrales y la altura no es suficiente como para permitir mejores condiciones para enfrentar la radiación solar entre las 10 de la mañana y las 2 de la tarde; aunque las sombras son de esteras, estuvieron en buen estado al momento de las evaluaciones, y facilitan la evacuación del calor.
5. Los valores de ITH indican que las vacas estuvieron sujetas a estrés térmico de moderado a severo, la serie de alteraciones que se dan bajo estas condiciones indicarían que las vacas estuvieron produciendo por debajo de su potencial.

V. RECOMENDACIONES

- 1.** Considerar implementar tecnologías que permitan la reducción del estrés por calor durante el período más caluroso del día (10 am – 4 pm), la probable mejora en la eficiencia productiva podría permitir tal implementación en forma económica.
- 2.** Investigar sobre los indicadores fisiológico del estrés por calor, tanto en el día como por la noche, con la finalidad de determinar si las vacas pueden recuperar su balance corporal térmico y superar el estrés.
- 3.** Mejorar las condiciones de drenaje del suelo e implementar piso.

BIBLIOGRAFÍA

- Anitas, Ö., Göncii, S., Hepsag, F., and Özogul, Y. (2025). Effect of heat stress on metabolic analysis of sweat in dairy cattle. *Revista de Ciencias Agroveterinárias*, 24(2): 355 – 368. DOI: 10.5965/223811712422
- Antanaitis, R., Dzermeikaite, K., Kristolaityte, J., Ribelyte, I., Bepalovaite, A., Bulviciuta, D., Palubirskas, G., and Anskiene, L. (2024). The impacts of heat stress on rumination, drinking, and locomotory behavior, as registered by innovative technologies, and acid-base balance in Fresh multiparous dairy cows. *Animals*, 14, 1169. <https://doi.org/10.3390/ani114081169>
- Avendaño, L., Álvarez, F., Correa, A., Saucedo, J., Rivera, F., Verdugo, F., Aréchiga, C., y Robinson, P. (2007). Evaluación de un sistema de enfriamiento aplicado en el periodo seco de ganado lechero durante el verano. *Técnica Pecuaria en México*, 45(2): 209-225. [<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61345207>]
- Beaver, A., Ritter, C., von Keyserlingk, M. A. G. (2019). The dairy cattle housing dilemma: Natural behavior *versus* animal care. *Vet. Clin. Food Anim.* 35, 11–27. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2018.11.001>
- Bernabucci, U., Biffani, S., Buggiotti, L., Vitali, A., Lacetera, N., and Nardone, A. (2014). The effects of heat stress in Italian Holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 97: 471–486. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-6611>
- Boonkum, W., Teawyoneyong, W., Chankitisakul, V., Duangsinda, M., and Buaban, S. (2024). Impact of heat stress on milk yield, milk fat-to-protein ratio, and conception rate in Thai-Holstein dairy cattle: A phenotypic and genetic perspective. *Animals*, 14, 3026. <https://doi.org/10.3390/ani14203026>
- Borshch, O. O., Ruban, S., Borshch, O. V., Matvieiev, M., Prudnikov, V., Sobolev, O., Bilkevych, V., and Fodorchenko, M. (2024). Cow behavior and milk yield during different categories temperature-humidity indices. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 35(1): e25305. <https://doi.org/10.15381/rivep.v35i1.25305>
- Clemmons, B. A., Campbell, M. A., Schneider, L. G., Grant, R. J., Dann, H. M., Krawczel, P. D., and Myer, P. R. (2020). Effect of stocking density and effective fiber on the ruminal bacterial communities in lactating Holstein cows. *Peer J*, 8:e9079. DOI: 10.7717/peerj.9079
- Costa, A., De Marchi, M., Battisti, S., Guarducci, M., Amatiste, S., Bitonti, G., Borghese, A., and Boselli, C. (2020). On the effect of the Temperature-Humidity Index on buffalo bulk milk composition and coagulation traits. *Frontiers in Veterinary Science*, 7:577758. Doi: 10.3389/fvets.2020.577758
- 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.
- Del Carpio H., S. R. B. (2021). Caracterización ambiental de la explotación del ganado lechero en la Asociación de Ganaderos de Lambayeque, 2019. *Tesis para optar el grado de Maestro en Ciencias con mención en Ingeniería Ambiental*. Escuela de Post Grado, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/10049>
- DeVries, A., Dechassa, H., and Hogeveer, H. (2016). Economic evaluation of stall stocking density of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 99(5): 3848-3057. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-10556>
- Ferrari, C. Evangelista, C., Basirico, L., Catellani, S., Biffani, S., and Bernabucci, U. (2025). Application of generalized additive mixed model in time series study of

- dairy cow behavior under hot summer conditions. *Journal of Dairy Science*, 108: 1554-1572. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-25001>
- Herbut, P., Angrecka, S., and Walczak, J. (2018). Environmental parameters to assessing of heat stress in dairy cattle—a review. *International Journal of Biometeorology*, 62:2089–2097. <https://doi.org/10.1007/s00484-018-1629-9>
- 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.
- Hill, C. T., Krawczel, P. D., Dann, H. M., Ballard, C. S., Hovey, R. C., Falls, W. A., and Grant, R. J. (2009). Effect of stocking density on the short-term behavioral responses of dairy cows. *Applied Animal Behavior Sciences*, 117: 144-149. Doi: 10.1016/j.applanim.2008.12.012
- Huzzey, J. M., DeVries, T. J., Valois, P., and von Keyserlingk, M. A. G. (2006). Stocking density and feed barrier design affect the feeding and social behavior of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 89: 126 – 133. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(06\)72075-6](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(06)72075-6)
- Jeong, J., Lee, S., Park, K.-r. Kim, J., Kim, M., Lee, H., Seo, M., Han, J., Ryu, G., and Kim, D. (2025). Changes in milk production and economic analysis in relation with the temperature-humidity index in Korean Holstein cows. *Journal of Animal Reproduction and Biotechnology*, 40: 82-89. <https://doi.org/10.12750/JARB.40.2.82>
- Jo, J. and Lee, H. (2025). Impact of relative humidity on heat stress responses in early-lactation Holstein cows. *Animals*, 15, 1503. <https://doi.org/10.3390/ani15111503>
- Jurkovich, V., Hegel, P., and Kovács, L. (2024). A review of the effects of stress on dairy cattle behaviour. *Animals*, 14, 2038. <https://doi.org/10.3390/ani14142038>
- Keane, M. P., Cuevas-Gómez, I., and Earley, B. (2025). A review: Effect of different floor surfaces and space allocation on the welfare and performance of indoor finishing beef cattle. *Journal of Animal Research*, 53: 1, 2566390. <https://doi.org/10.1080/09712119.2025.2566390>
- Kibar, M., Aytekin, I., and Özkan, L. A. (2023). Determination of optimal temperature and humidity values in dairy farms using fuzzy logic model. *Research Square*, <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2424425/v1>
- Krawczel, P. D., Klaiber, L. B., Butzler, R. E., Klaiber, L. M., Dann, H. M., Mooney, C. S., and Grant, R. J. (2012). Short-term increases in stocking density affect the lying and social behavior, but not the productivity, of lactating Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 95(8): 4298 – 4308. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2011-4687>
- Lambertz, C., Sanker, C., and Gauly, M. (2014). Climatic effects on milk production traits and somatic cell score in lactating Holstein-Friesian cows in different housing systems. *Journal of Dairy Science*, 97 :319–329. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-7217>
- Leliveld, L. M. C. and Provolo, G. (2020). A review of welfare indicators of indoor-housed dairy cow as a basis for integrated automatic welfare assessment systems. *Animals*, 10, 1430. Doi:10.3390/ani10081430
- Lovarelli, D., Minozzi, G., Arazi, A., Guarino, M., and Tiezzi, F. (2024). Effect of extended heat stress in dairy cows on productive and behavioral traits. *Animal*, 18: 101089. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2024.101089>
- Marett, L. C., Giri, K., Celik, N., and Williams, S. R. O. (2026). Using the daily variation in body temperature of dairy cows in thermoneutral conditions to predict their response to hot weather. *Journal of Dairy Science*, 109 (5): 5762-5772. <https://doi.org/10.3168/jds.2025-27599>

- Maylinda, S. and Riskila, F. (2023). The effect of type of roof on heat tolerance coefficient and milk production in Friesian Holstein crossbred cows. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan* 33(2): 251-262. DOI: 10.21776/ub.jiip.2023.033.02.12
- McManus, C., Pimentel, F., Junquiera, V., Balbino, L. C., Cordeiro, L. A. M., Bernal, F., Peripolli, V., and Ferreira, I. C. (2026). Shade matters: Heat stress alleviation in Gyr and Girolando cows through silvopastoral management in tropical conditions. *International Journal of Biometeorology*, 70: 27. <https://doi.org/10.1007/s00484-025-03063-7>
- Muñoz R., C. (2011). *Cómo Elaborar y Asesorar una Investigación de Tesis*. 2^{da} ed. Pearson Educación: México. ISBN: 978-607-32-0456-9
- Mylostyvyi, R. and Izhboldina, O. (2025). An integrated approach using temperature–humidity index, productivity, and welfare indicators for herd-level heat stress assessment in dairy cows. *Animals*, 15, 3341. <https://doi.org/10.3390/ani15223341>
- Nam, K. T., Choi, N., Na, Y., and Choi, Y. (2024). Effect of the temperature-humidity index on the productivity of dairy cows and the correlation between the temperature-humidity index and rumen temperature using a rumen sensor. *Animals*, 14, 2848. <https://doi.org/10.3390/ani14192848>
- Oliveira, C. P. Sousa, F. C. d., Silva, A. L. d., Schultz, É. B., Valderrama Londoño, R. I., Souza, P. A. R. d. (2025). Heat stress in dairy cows: Impacts, identification, and mitigation strategies - A review. *Animals*, 15, 249. <https://doi.org/10.3390/ani15020249>
- Pons, M. V., Adrian, M. L., Mattiauda, D. A., Méndez, M. N., Meikle, A., Chilibroste, P., and Damián, J. P. (2025). The type of confinement (outdoor soil-bedded vs. compact barn) affects the welfare of autumn-calving dairy cows kept in mixed-feeding systems. *Veterinary Medicine International*, 3527752. <https://doi.org/10.1155/vmi/3527752>
- Ratni, E., Lendrawati, Islam, D., and Rachman, K. I. (2025). Temporal and spatial variations of temperature-humidity index related to heat stress in high-altitude dairy cattle farms. *Andalasian Livestock*, 2(1): 98-106. Doi: 10.25077/alive.v2.n1
- Rauw, W. M. (2009). Introduction. In: *Resource Allocation Theory Applied to Farm Animal Production*. (Rauw, W. M., ed.) CAB International: London.
- 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
- Reddy, P. B., Goud, P. M. K., Katam, D., Supriya, R., Kumar, M., and Sravathi, V. (2023). Nutritional strategies for amelioration of heat stress in dairy cows: A review. *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry*, SP-8(3): 33 – 39. <https://doi.org/10.22271/veterinary.2023.v8.i3Sa.613>
- Reyes, F. S., White, H. M., Weigel, K. A., and Van Os, J. M. C. (2024). Behavioral consistency of competitive behaviors and feeding patterns in lactating dairy cows across stocking densities at the feed bunk. *Frontiers in Veterinary Science*, 11:1302573. Doi: 10.3389/fvets.2024.1302573
- Rocha, D. R. d., Candido, A. E., Rocha, A., Urbano, S., das Chagas, F., Costa, A. B. d., Melo, J. F., Lista, F., Rios, H. D., Oliveira, D. R., Santana, J. C., and Neto, J. V. (2026). Effects of shade and concentrate supplementation on heat tolerance metabolic, and hematological responses of Holstein cows in a semi-arid environment. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 69: e70077. <https://doi.org/10.1002/jag2.70077>

- Schütz, K. E., Cox, N. R., and Matthews, L. R. (2008). How important is shade to dairy cattle? Choice between shade or lying following different levels of lying deprivation. *Applied Animal Behaviour Science*, 114: 307–318. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2008.04.001>
- Schütz, K. E., Rogers, A. R., Cox, N. R., and Tucker, C. B. (2009). Dairy cows prefer shade that offers greater protection against solar radiation in summer: Shade use, behaviour, and body temperature. *Applied Animal Behaviour Science*, 116: 28–34. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2008.07.005>
- Schütz, K. R., Rogers, A. R., Poulouin, Y. A., Cox, N. R., and Tucker, C. B. (2010). The amount of shade influences the behavior and physiology of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 93 :125–133. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2416>
- Sesay, A. R. (2023). Effect of heat stress on dairy cow production, reproduction, health, and potential mitigation strategies. *Journal of Applied and Advanced Research*, 8: 13-25. Doi: 10.21839/jaar.2023.v8.8371
- Slayi, M. and Jaja, I. F. (2025). Strategies for mitigating heat stress and their effects on behavior, physiological indicators, and growth performance in communally managed feed-lot cattle. *Frontiers in Veterinary Science*, 12: 1513368. Doi: 10.3389/fvets.2025.1513368
- Tasripin, D. S., Tanuwiria, U. H., Muchawwir, A., and Susilawati, L. (2025). Response of local dairy cows on lipid modulation in different temperature-humidity index (THI) zone. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 12(2): 661-667. DOI: [10.5455/javar.2025.1929](https://doi.org/10.5455/javar.2025.1929)
- Telezhenko, E., von Keyserlingk, M. A. G., Talebi, A., and Weary, D. M. (2012). Effect on pen size, group size, and stocking density on activity in free stall-housed dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 95(6): 3064-3069. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2011-4953>
- Torres, S. (2023). Caracterización de explotación del ganado lechero en las instalaciones de la Asociación de Ganaderos de Lambayeque. *Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista*. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Tu, P. A., Yeh, Y. H., Shiau, J. W., Lin, T. Y., Banhazi, T., and yang, M. K. (2025). Stage-specific milk yield losses and associated sweating, respirations and rectal temperature responses under varying temperature-humidity index thresholds in lactating and dry cows. *Journal of Dairy Science*, 108:2023-2035. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-25392>
- Vinet, A., Mattalia, S., Vallée, R., Bertrand, C., Barbat, A., Promp, J., Cuyabano, B. C. D., and Boichard, D. (2024). Effect of temperature-humidity index on the evolution of trade-offs between fertility and production in dairy cattle. *Genetics Selection Evolution*, 56: 23. <https://doi.org/10.1186/s1274-024-00889-4>
- Wang, F. X., Shao, D. F., Li, S. L., Wang, Y. J., Azarfar, A., and Cao, Z. J. (2016). Effects of stocking density on behavior, productivity, and comfort indices of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 99(5): 3709-3717. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-10090>
- Wang, X., Wang, Y., Feng, M., Li, J., Liu, Z., Fu, L., Zhang, N., Zhang, H., and Qin, J. (2025). Herbal formula alleviates heat stress by improving physiological and biochemical attributes and modulating the rumen microbiome in dairy cows. *Frontiers in Veterinary Science*, 12:1558856. Doi: 10.3389/fvets.2025.1558856
- West, J. W. (2003). Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 86:2131–2144. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73803-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73803-X)

ANEXOS

Anexo 1.

Valores de ITH según los corrales de descanso de las vacas en ordeño

Corral	N	Media	EE media	D. E.	C. V.	Mediana	Mínimo	Máximo
1	8	80.773	0.571	1.615	2.00	80.478	78.916	83.454
2	8	80.174	0.415	1.175	1.47	79.919	78.244	81.832
3	8	80.018	0.446	1.260	1.58	80.080	77.402	81.480
4	8	80.764	0.630	1.782	2.21	80.242	78.873	83.907

Anexo 2.

Valores de ITH según las semanas de evaluación

Semana	N	Media	EE media	D. E.	C. V.	Mediana	Mínimo	Máximo
1	8	80.314	0.423	1.195	2.00	79.840	79.341	82.732
2	8	80.335	0.384	1.086	1.47	80.242	78.916	82.089
3	8	80.887	0.594	1.680	1.58	80.890	78.244	83.907
4	8	80.193	0.664	1.878	2.21	79.964	77.402	83.454

Anexo 3.

Valores de ITH según el turno de determinación (mañana y tarde)

Turno	N	Media	EE media	D. E.	C. V.	Mediana	Mínimo	Máximo
Mañana	16	81.049	0.373	1.491	1.84	80.987	79.162	83.907
Tarde	16	79.815	0.285	1.139	1.43	79.807	77.402	81.832