



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA UNIDAD XOCHIMILCO

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y ANIMAL

LICENCIATURA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Informe de Servicio Social

**“Problemas de bienestar animal en cabras lecheras,
estrategias de mitigación y su impacto en la producción”**

Prestadora de servicio social:

Rosales Orozco Maria Fernanda

Matrícula:

2192032921

ASESORES INTERNOS

Dr. De la Cruz Cruz Luis Alberto

No. Económico: 40789

Dr. Olivares Orozco Javier Lorenzo

No. Económico: 6288

Lugar de realización:

“Petra Alimentos Saludables” ubicada en Camino al Ahuehuate #103,
San Juan Tetitlán, Tenancingo de Degollado, Estado de México.

Fecha de inicio y conclusión:

Del 04 de junio al 04 de diciembre de 2024.

ÍNDICE

Agradecimientos	1
Resumen	2
Palabras clave	2
Introducción	3
Planteamiento del problema y justificación	4
Objetivos	5
General	5
Específicos	5
Marco teórico	6
1. Bienestar animal	6
1.1. Definición de bienestar animal	6
1.2. Libertades y el modelo de los cinco dominios	6
1.3. Indicadores de bienestar animal	7
2. Caprinocultura	7
2.1. Producción caprina en México	8
3. Bienestar animal en la producción caprina	8
3.1. Método de evaluación AWIN	9
Metodología	11
Resultados y Discusión	19
Evaluación con AWIN	19
Evaluación Cualitativa del Comportamiento (ECC)	24
Termografía infrarroja (TIR)	27
Prueba de McMáster	30
Producción y calidad láctea	35
Conclusión	39
Bibliografía	40

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente al Dr. **Luis Alberto de la Cruz Cruz** por la paciencia, amabilidad, consejos/recomendaciones, herramientas, conocimientos y atención que le brindó a este proyecto. Gracias a él me enamoré del Bienestar Animal y aprendí a valorar mucho más esta maravillosa carrera.

Agradezco al Dr. **Javier Lorenzo Olivares Orozco** por ser mi tutor y brindarme orientación de la estructura del proyecto. Por siempre proveerme las herramientas y facilidades que requerí durante el desarrollo de este. Así como su carisma y apoyo durante el resto de mi carrera.

Agradezco al MVZ. **Pablo Alexander Altamirano Zamora** por apoyarme a conseguir las firmas y trámites del servicio, así como su apoyo como un gran colega en el procesamiento de las muestras de leche, heces y alimento de cabra, aminorando la carga de trabajo. Como amigo desde el tercer trimestre de la carrera hasta la fecha y como mi pareja con sus consejos, palabras de aliento y apoyo emocional.

Agradezco a la Dra. **Esmeralda Mónica Peña González** por su apoyo, consejos, conocimientos y su especial atención a mi proyecto y mi persona. Es una excelente persona y amiga, y agradezco haya abierto su corazón con nuestro grupo cuando lo requería. Le deseo mucho éxito.

Agradezco a la Dra. **Mónica Gutiérrez Rojas** del laboratorio de análisis clínicos por su carisma, apoyo, atención y conocimientos durante el procesamiento de mis heces de cabra. Es una mujer increíble.

Agradezco Al Dr. **Rey Gutiérrez Tolentino, Keren** y la laboratorista **Lupita** por estar ahí cada mes ayudándome a analizar mis muestras de leche.

Agradezco al MVZ. **Pedro Arratia Becerril** por permitirme trabajar en su rancho con sus hermosas niñas con cuernos. Por ser tan comprensivo y abierto ante cualquier proyecto que quisiera desarrollar. Y por sus enseñanzas en el manejo de estos lindos seres vivos.

Agradezco a las chicas del rancho **Ana María Díaz y Camelia Díaz** por estar ahí cada madrugada ayudándome a ordeñar las cabras y agilizar el muestreo para llegar lo más pronto al laboratorio.

Agradezco al Dr. **Ulises Alejandro González García** por ser un excelente docente y amigo durante la carrera. Haber cursado con él fue de los mejores trimestres de la carrera. Agradezco sus consejos, conocimientos y orientación profesional.

Agradezco a mis **pequeños/as peludo/as y emplumados/as** por haber sido mis sujetos de estudio, ser mi motivo de forma de vida y ser la razón no rendirme durante el transcurso de esta carrera. Me han enseñado muchísimo y a ser resiliente.

Agradezco a mis **Amigos/as** de la carrera por ser mi apoyo emocional, profesional y personal. Y por brindarme las experiencias más increíbles de la carrera.

Finalmente, y más importante, agradezco a mis **Padres** por brindarme todo el amor, apoyo, herramientas, atención durante el transcurso de mi vida profesional. Sobre todo por brindarme la oportunidad de estudiar esta maravillosa carrera y creer siempre en mí. Les mando un fuerte abrazo y los quiero mucho. No los decepcionaré.

RESUMEN

El bienestar animal (BA) en cabras lecheras impacta su salud, productividad y calidad de vida. Mejorar prácticas de manejo y condiciones ambientales beneficia tanto la producción como la sostenibilidad económica. El objetivo fue evaluar el impacto de las estrategias de mitigación de problemas de BA en cabras lecheras y su relación con la producción. Se evaluaron 46 cabras lecheras en un periodo de 5 meses (julio-diciembre del 2024) en una unidad de producción semi-intensiva utilizando el protocolo AWIN, termografía infrarroja (TIR) y estudios coproparasitoscópicos. Además, se analizó la producción lechera diaria y la calidad láctea mensual. Los principales problemas de BA identificados en la primera evaluación fueron sobrecrecimiento de pezuñas (95.6%), suciedad fecal (24-34%) y baja condición corporal (26%). Las estrategias de mitigación implementadas incluyeron recorte de pezuñas, enriquecimiento ambiental, mejoras en la limpieza de los corrales y desparasitación. Tras las intervenciones, se observaron mejoras en la limpieza del recinto y del pelaje ($P<0.05$) y en la salud de las pezuñas ($P<0.0001$). Asimismo, se registró una reducción significativa en las temperaturas de carpos y tarsos registradas mediante termografía infrarroja ($P<0.0001$). Por otro lado, el estado mental de los animales mejoró en el segundo mes de implementadas las medidas. No obstante, en el tercer mes de evaluación el bienestar disminuyó debido al rápido crecimiento de pezuñas y la habituación al enriquecimiento ambiental, destacando la necesidad de ajustes frecuentes en las estrategias. La desparasitación no mostró diferencias significativas ($P=0.260$) debido a la resistencia farmacológica y la hipobiosis larvaria. Aunque el porcentaje de grasa, proteína, sólidos no grasos, sólidos grasos y densidad la leche mejoraron significativamente ($P<0.0001$) en el último mes de evaluación, la producción disminuyó debido a la etapa de lactancia y a la época de partos ($P<0.0001$). Se concluye que el protocolo AWIN puede ser una herramienta adecuada para identificar problemas en las unidades de producción de cabras lecheras, lo que permite establecer medidas de mitigación para favorecer el BA de cabras lechera. Se recomienda contar con registros detallados de los animales para homogeneizar los grupos de estudio y evaluar de forma más precisa el impacto de las medidas implementadas sobre la calidad y producción de leche.

PALABRAS CLAVE: Bienestar animal, cabras lecheras, problemas de bienestar, estrategias, termografía infrarroja, sobrecrecimiento de pezuña, producción lechera, calidad láctea, impacto.

INTRODUCCIÓN

El bienestar animal (BA) se ha convertido en un tema importante de debate público y político en las últimas décadas, ya que surgió para exteriorizar las inquietudes éticas sobre la calidad de vida de los animales de compañía, de producción y silvestres (**Czycholl et al., 2015**). Es un tema complejo que incluye aspectos éticos, científicos, económicos, políticos, culturales y religiosos (**Hoyos-Patiño et al., 2021**). Algunos trabajos demuestran que la forma en que los propietarios tratan a los animales puede afectar directamente su salud, productividad y bienestar (**Alcedo et al., 2015**). Esto significa que el ganadero debe asegurar el bienestar de sus animales, conociendo las prácticas de cría y conocimientos básicos sobre prevención y tratamiento de enfermedades (**FAWC, 2007**).

La cabra es un animal de granja popular entre la población rural dado que requiere un manejo sencillo e insumos de bajo costo en comparación con los cerdos y aves de corral (**Domínguez et al., 2018**). Además, genera ingresos económicos sin necesidad de invertir cantidades elevadas en alojamiento, alimentación, cría y gestión, como en el ganado bovino o porcino (**Chávez-Espinoza et al., 2021**). Sin embargo, algunos estudios recientes han identificado problemas de BA en sistemas caprinos semi-intensivos, como sobrecrecimiento de la pezuña, lesiones y mala higiene corporal, mal estado del pelaje, baja condición corporal, callos en las rodillas y asimetría de la ubre (**Battini et al., 2021; Hempstead et al., 2021**).

Estos problemas influyen de manera directa e indirecta sobre la producción lechera (**Vries et al., 2014**). Por ello, su abordaje permite mejorar el bienestar y a su vez, la producción. Algunos trabajos respaldan la hipótesis que existe una relación positiva entre el BA, la producción y calidad de leche (**Battini et al., 2015b**). Sin embargo, solo existe un trabajo que reporta el efecto que tiene mejorar las condiciones de bienestar en cabras lecheras, mediante la capacitación de los ganaderos (**Alcedo et al., 2015**). Esto se vio reflejado en una mayor ganancia de peso, mejor productividad y rentabilidad.

Este vacío de información se debe a que la producción extensiva y semi-intensiva se percibe generalmente con mayor bienestar animal, dado que los animales se alojan en espacios abiertos (**Temple y Manteca, 2020**). Además, se sobreestima la capacidad de las cabras para hacer frente a condiciones ambientales adversas y prácticas de gestión inadecuada (**Nedeva, 2020**). Por ello, es necesario profundizar el impacto que tiene implementar medidas que corrijan los principales problemas de bienestar en cabras lecheras.

Esto es importante dado que implementar un sistema de monitoreo continuo en las producciones permite evaluar la efectividad de las medidas correctivas y realizar ajustes necesarios (**Can et al., 2016**). Además, la implementación de medidas presenta ventajas económicas, biológicas y sanitarias, entre ellas, mejorar el retorno económico, mejor producción y reducción de riesgos a la salud humana (**Gallo y Tadich, 2018**). Por lo tanto, el objetivo de este proyecto será evaluar el impacto de las estrategias de mitigación de problemas de bienestar en cabras lecheras y su relación con la producción.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

La evaluación del bienestar animal (BA) en sistemas semi-extensivos ha sido menos valorada que en los intensivos por la creencia de que los animales en espacios abiertos tienen una vida más natural y, por ende, mejor bienestar (**Temple y Manteca 2020**). Sin embargo, trabajos recientes han identificado la prevalencia de algunos problemas de bienestar, como baja condición corporal, sobrecrecimiento de pezuña, asimetría de la ubre, mal estado e higiene del pelaje, etc. (**Battini et al., 2021; Hempstead et al., 2021; Silva et al., 2020**). Estos problemas afectan de manera directa e indirecta la capacidad productiva del rebaño (**Vries et al., 2014**).

Can et al. (2016) afirman que esta prevalencia ofrece una visión general de su estado de salud y bienestar en las granjas, permitiendo definir umbrales de intervención adecuados. Por ello, se necesita implementar estrategias de mitigación para mejorar el bienestar y la producción (**Lu y Miller, 2019**). Sin embargo, la investigación actual en BA está más enfocada en especies de mayor consumo nacional (aves, bovinos y porcinos), dejando un vacío de información en cabras lecheras (**Rodríguez, 2017**). En México, existe un manual de buenas prácticas en producción de leche caprina (**SENASICA, 2019**) que menciona especificaciones generales propias del sistema de producción, pero que no permiten evaluar el bienestar animal de forma integral.

A pesar de la importancia creciente del BA por razones económicas y éticas, la información sobre la evaluación del BA y el efecto de las medidas de acción sobre la producción lechera en cabras es limitada (**Battini et al., 2015b**). No obstante, estudios han demostrado que las buenas condiciones de bienestar en cabras conllevan a una mayor productividad y rentabilidad (**Alcedo et al., 2015**). Esto subraya la importancia de implementar un sistema de monitoreo continuo para evaluar la efectividad de las medidas correctivas y su efecto en la producción (**Silva, 2021**).

Por otra parte, la difusión de prácticas de BA entre los productores fomenta la adopción de estrategias de manejo que mejoren el bienestar y, consecuentemente, la producción (**Tadich, 2011**). Además, mejora e incrementa la aceptación de los productos por parte de los consumidores (**Battini et al., 2015b**), lo que resulta en beneficios económicos a través de una mayor eficiencia productiva, de calidad e inocuidad de los alimentos de origen animal (**Rahaman et al., 2021**).

OBJETIVOS

General

Evaluar el impacto de las estrategias de mitigación de problemas de bienestar en cabras lecheras y su relación con la producción.

Específicos

- Caracterizar la unidad de producción lechera desde el punto de vista productivo, sanitario y reproductivo.
- Implementar protocolos de evaluación de bienestar animal para identificar los problemas de bienestar en cabras lecheras.
- Desarrollar y ejecutar estrategias basadas en la literatura para abordar los problemas de bienestar identificados.
- Evaluar y determinar el efecto de las estrategias de mitigación sobre el nivel de bienestar animal, así como en la producción y calidad de la leche del rebaño.

MARCO TEÓRICO

1. Bienestar animal

1.1. Definición de bienestar animal

Para utilizar el concepto de bienestar de forma efectiva, consistente y científica, y para incluirlo en documentos legales, es crucial definirlo con precisión (**Galindo et al., 2024**). El bienestar es una característica inherente al animal y no algo que se le otorga. Aunque la acción humana puede mejorarlo, esta acción no debe considerarse en sí misma como bienestar.

De acuerdo con Manteca (2009), el BA se puede definir en tres categorías:

- a) **Emociones que experimentan los animales.** Hay mayor bienestar cuando más intensas y duraderas sean sus emociones positivas y viceversa.
- b) **Funcionamiento orgánico.** Estado en que se encuentra dicho individuo con relación a sus intentos de afrontar el ambiente.
- c) **Conducta del animal y su entorno.** Evaluado por la similitud de la conducta y el entorno del animal con los naturales de su especie.

Actualmente, se acepta emplear el enfoque propuesto por **Jean-Luop et al. (2023)** en relación con el BA positivo. Este concepto enfatiza la importancia de ofrecer a los animales la oportunidad de experimentar sensaciones positivas y alivio del dolor, con el objetivo de mejorar su bienestar a largo plazo y no solo evitar su sufrimiento.

1.2. Libertades y el modelo de los cinco dominios

En 1965, el informe de Brambell introdujo "las cinco libertades" para garantizar el bienestar animal: 1) Libertad de hambre y sed, 2) Libertad de ausencia de dolor o enfermedades, 3) Libertad de miedo o angustia, 4) Libertad de incomodidad y 5) Libertad de manifestar comportamientos naturales. Sin embargo, esta lista solo proporciona una guía general para personas sin especialidad y no define el bienestar ni establece límites para medirlo (**Galindo et al., 2024**). En su lugar, una lista de necesidades específicas por especie permitiría desarrollar medidas más precisas para garantizar el bienestar animal.

Actualmente, se utiliza el modelo de los cinco dominios para incorporar conocimientos científicos actuales sobre el BA. Según **Mellor et al. (2020)**, este modelo integra las interacciones entre mecanismos fisiológicos y los estados afectivos (experiencias subjetivas). Los cinco dominios que determinan el estado de bienestar son:

- 1) **Nutrición:** privación de comida y agua, y malnutrición.
- 2) **Medio ambiente:** retos físicos y atmosféricos.
- 3) **Salud:** enfermedades, lesiones y deterioro funcional.
- 4) **Interacciones conductuales:** comportamiento y restricciones del movimiento interactivo.
- 5) **Estado mental:** sed, hambre, ansiedad, miedo, dolor, etc.

La suma e interacción de factores de supervivencia (nutrición, ambiente, salud) y situacionales (comportamiento) influyen directamente en el estado mental de los individuos, que incluye experiencias afectivas positivas y negativas. Para evaluarlo,

se debe considerar la inteligencia, el aprendizaje y la memoria de la especie estudiada (**Martínez-Yáñez, 2024**).

La ventaja del modelo de los cinco dominios sobre las cinco libertades es su enfoque proactivo, promoviendo experiencias positivas y no solo mitigando las negativas, mejorando así el bienestar animal (BA) en lugar de solo evitar el sufrimiento. Además, reconoce la interrelación de diferentes factores del BA, donde una mejora en la nutrición puede influir positivamente en la salud, el comportamiento y, por ende, en el estado mental.

1.3. Indicadores de bienestar animal

La evaluación del bienestar animal debe ser objetiva, sin considerar inicialmente preguntas éticas sobre los sistemas de producción, prácticas o condiciones individuales (**Galindo et al., 2024**). Los indicadores utilizados deben ser válidos (medir aspectos relevantes del bienestar animal), repetibles, prácticos, no invasivos y universales para asegurar una evaluación efectiva (**Manteca, 2009**). Posteriormente, basados en la evidencia científica obtenida, se pueden abordar las consideraciones éticas en la toma de decisiones (**Broom, 2011**).

De acuerdo con **Ghezzi (2018)** y **Minnig et al. (2021)**, es útil clasificar los indicadores en propios del animal y basados en el ambiente.

I. Propios del animal.

- A. **Fisiológicos:** evalúan el funcionamiento orgánico mediante indicadores endocrinos (cortisol, catecolaminas), metabólicos (hemograma, bioquímica sanguínea), inmunológicos (proteína C reactiva, citocinas) y biofísicos (frecuencia cardíaca y respiratoria, temperatura corporal).
- B. **Comportamentales:** analizan cambios en la conducta frente al estrés, posturas de descanso, estereotipias, agresividad y comportamientos de confort).
- C. **Productivos:** no siempre indican bienestar. Se miden por parámetros como mortalidad, calidad de carne/leche, y manejo de producción.
- D. **Sanitarios:** evalúan la salud animal (desnutrición, enfermedades multifactoriales e inmunosupresión).

II. Basados en el ambiente. Considera condiciones como agua y alimento disponibles, estado del recinto, iluminación, sombra, temperatura y manejo del personal.

2. Caprinocultura

Las cabras desempeñan un papel cultural crucial desde las primeras civilizaciones por su temprana domesticación, gracias a su adaptabilidad, rusticidad y capacidad para convertir alimentos en proteínas, como carne y leche (**Rodríguez, 2017; Domínguez et al., 2018**).

La producción caprina está ampliamente distribuida en climas áridos, semiáridos y tropicales. Según **Tajonar et al. (2022)**, la producción mundial de leche de cabra se distribuye principalmente en Asia (58.7%), África (21.9%), Europa (15.4%) y América (4%), liderada por India con 5.4 millones de toneladas. En cuanto

a la carne de cabra, la producción se concentra en Asia (72.4%) y África (23.5%), con China como el mayor productor con 1.6 millones de toneladas. Globalmente, se producen 3.82 millones de toneladas de carne y 12.16 millones de toneladas de leche (Romero, 2022).

2.1. Producción lechera caprina en México

En México, la caprinocultura está encaminada a la producción de carne y leche, y la producción en cada estado depende del propósito productivo (Anzaldo-Montoya, 2020). En específico, la leche de cabra se produce en el centro y noreste de México (Tajonar *et al.*, 2022). Las razas empleadas para la producción de leche en México son la Saanen, Nubia, Toggenburg y Alpina (SIAP, 2023).

Actualmente, muchos rebaños caprinos están en áreas de alta marginación social. Hay 494 mil unidades de producción y aproximadamente 1.5 millones de personas involucradas en la caprinocultura, ayudando a aprovechar terrenos marginales y proporcionando sustento económico a comunidades vulnerables (Aréchiga *et al.*, 2008; Domínguez *et al.*, 2018). Este sistema de producción es de tipo familiar, pues se estima que más de 320 mil familias participan en ella (Romero, 2022). Según Alberca *et al.* (2020), en este tipo de sistema, los productores elaboran estrategias para maximizar su producción para asegurar su alimentación y obtención de ganancias, además del uso de los animales en celebraciones sociales y culturales de la región.

De acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (2023), en el año 2022 se logró producir 168 millones 615 mil litros de leche. En orden descendente, los principales estados productores en México son Coahuila (27.6%), Guanajuato (25.4%) y Durango (15.2%). El consumo per cápita actual es de 1.3 litros/persona/año. Mundialmente México aporta el 0.8% de la producción ocupando el 25vo lugar. Asimismo, entre el 20 y 30% de la leche producida se destina a la fabricación de quesos, y el 70 a 80% a la elaboración de dulces como cajeta, glorias, obleas y flanes.

3. Bienestar animal en la producción caprina

De acuerdo con Vargas-Bello-Pérez *et al.* (2017), la sensibilidad hacia el uso de animales de granja para la producción alimentaria está aumentando en países latinoamericanos como México, Chile y Brasil.

En México, aunque los sistemas extensivos están más alineados con favorecer al comportamiento natural de las cabras, enfrentan problemas de acceso a atención veterinaria y algunos problemas de bienestar (Tajonar *et al.*, 2022).

Afortunadamente, los consumidores mexicanos son cada vez más conscientes del BA, y están dispuestos a pagar más por productos orgánicos. Además, se han desarrollado estudios para comprender los problemas de bienestar en cabras lecheras (Silva *et al.*, 2020). Entre ellos, la prevalencia parasitaria (en sistemas extensivos), el sobrecrecimiento de pezuña, mastitis, cojeras y limpieza del recinto (en sistemas intensivos) (Hempstead *et al.*, 2021). Independientemente del problema

presente, **Guatteo et al. (2012)** propusieron suprimir algunas prácticas invasivas de manejo como el descorne y la castración, o sustituirlo con un procedimiento indoloro.

En México, es crucial investigar más sobre el bienestar de las cabras. A diferencia de Europa, donde se emplean tecnologías avanzadas como la Ganadería de Precisión para monitorear la salud animal (**CORDIS, 2020**), en México hay una oportunidad para liderar estos avances en América Latina.

3.1. Método de evaluación AWIN

Para evaluar el BA a nivel de granja es crucial emplear indicadores basados en los animales, ya que proporcionan una información más precisa y real (**Battini et al., 2015a; EFSA, 2012**), aunque por lo general se usa una combinación de indicadores en los animales, en las instalaciones y en la gestión. Para ello, en 2011 se financió el proyecto AWIN (Animal Welfare Indicators, por sus siglas en inglés) el cual se basa en los 4 principios de bienestar y 12 criterios desarrollados por Welfare Quality®, con 18 indicadores de bienestar (**Tabla 3**). En cabras, se desarrolló para evaluar sistemas lecheros intensivos o semi-intensivos.

Los indicadores (**Tabla 1**) deben ser recolectados en un orden específico y deben ser llevados a cabo por dos personas siguiendo el protocolo descrito en la **Figura 1**. El examen individual debe ser minucioso. El número de corrales y animales a examinar dependerá del tamaño de la granja, tal como se especifica en el protocolo para su cálculo.

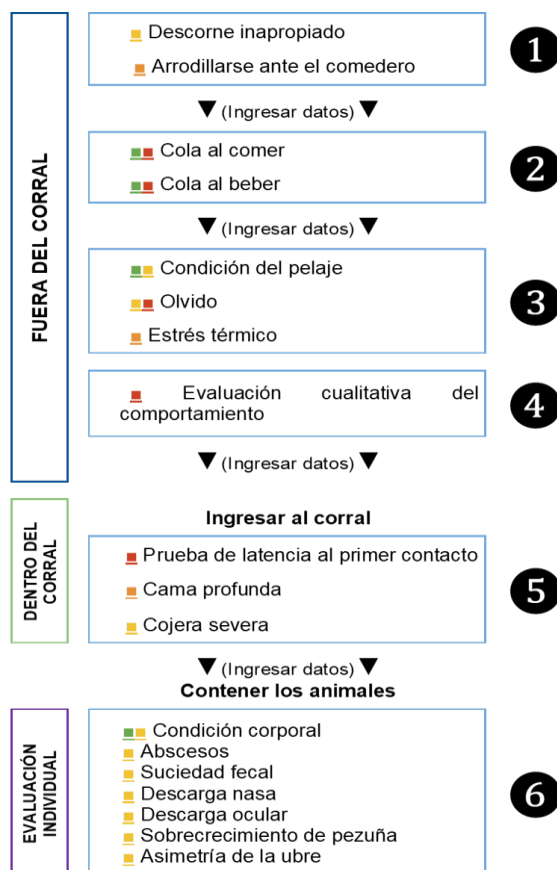


Figura 1. Pasos para registrar los indicadores de bienestar animal en el segundo nivel. Adaptado de **Battini et al. (2015a)**

Es importante realizar la evaluación fuera de los horarios de alimentación de los animales; idealmente, puede llevarse a cabo en la sala de ordeño sin interferir con las actividades en curso. Un evaluador se encargará de la revisión de los corrales mientras que otro se ocupará de la evaluación individual de los animales. Se estima que se necesitan aproximadamente 90 minutos para evaluar uno o dos corrales simultáneamente. Para la evaluación individual de cada cabra, se requerirá aproximadamente de 30 a 45 segundos por animal.

Tabla 1. Indicadores de AWIN y sus descripciones.

Condición corporal	Utilizado para estimar el estado nutricional del caprino.
Condición del pelaje	Relacionado con la alimentación, estado de salud y/o presencia o no de endo o ectoparásitos.
Fila para comer	Comportamiento de esperar detrás de los que se están alimentando. Se detectan animales que tienen hambre, debido a inadecuadas instalaciones o cantidad inadecuada de ración de alimento.
Fila para beber	Comportamiento exactamente igual a la fila para comer, y puede ser usado de la misma manera.
Cama	La calidad y cantidad del material de su lecho está directamente relacionado a la comodidad durante el descanso.
Estrés térmico	Puede afectar directamente el bienestar y la productividad de los caprinos.
Arrodillarse ante el comedero	Postura que indica incomodidad dada por la mala calidad de instalaciones.
Cojera severa	Indicador de dolor, caracterizado por una anormalidad en el movimiento, con un grado de leve a severo.
Abscesos	La presencia de abscesos frecuentemente se relaciona con enfermedad contagiosa linfadenitis caseosa causada por la bacteria <i>Corynebacterium pseudotuberculosis</i> .
Suciedad fecal	Presencia de heces debajo de la cabeza de la cola, indica la presencia de heces líquidas cuando la característica de las heces de cabras es que sean secas.
Secreción nasal	Descarga mucosa o purulenta desde la nariz, por un ambiente inadecuado o presencia de infección.
Secreción ocular	Flujo claro visible desde el ojo, de igual manera debido a ambiente inadecuado o presencia de infección.
Aislamiento	Signo de mala salud en cabras o la inhabilidad de expresar un comportamiento social normal.
Pezuñas demasiado largas	Dado a falta de desgaste o falta de recorte de pezuña.
Asimetría de la ubre	Problema más frecuente y relacionado a infección e inflamación de la glándula mamaria; se asocia a un alto conteo de células somáticas.
Descorne inadecuado	Presencia de cuernos residuales dado por un descorne o desbotone en cabritos. Estos pueden presionar contra la cabeza u ojos causando lesiones y dolor.

METODOLOGÍA

Localización del estudio

El estudio se realizó en la unidad de producción (UP) “Petra Alimentos Saludables” ubicada en Camino al Ahuehuate #103, San Juan Tetitlán, Tenancingo de Degollado, Estado de México, C.P. 52420. Con una geolocalización 18.975°N, - 99.575°W.

Características e instalaciones de la unidad de producción

La UP es de tipo semi-intensiva, de baja densidad y el fin zootécnico es la producción lechera. La UP cuenta con un área de 629.65 m², la cual está estructurada por una sala de ordeño (24 m²), área de almacén de alimentos (27.4 m²) y 7 corrales: 1) De los sementales (12.5 m²), 2, 3 y 4) Cabras lecheras productoras (52.2 m², 36.71 m², 43.51 m²), 5) Cabras secas (45 m²), 6) Reemplazos y pubertas (49.8 m²), y 7) Cabritos (42.9 m²). Los corrales de las cabras lecheras cuentan con área de sombra que abarca el 80% del recinto.

Los comederos son rectangulares, hechos de cemento (4.7 - 5.5 m x 41 cm), divididos por cuelleras individuales (22 - 24 cm x 19 - 21 cm). El agua se ofrece *ad libitum* mediante un tazón automático (1 por corral).

Fuera de la unidad de producción se encuentran 2 potreros para cabras de reemplazo (A), y para cabras lactantes y secas (B), con las siguientes dimensiones: A) 481.7 m² y B) 1,164 m².

Animales a evaluar

La población caprina de la UP es de raza Saanen y se constituyó por 84 animales, entre ellos, 64 hembras adultas (46 lactantes, 11 secas, 7 reemplazos), 12 pubertas, 2 machos y 6 cabritos. Para el estudio, se incluyeron inicialmente las 46 cabras en lactancia, con edades entre 2 y 10 años. Al finalizar el estudio, el número de cabras lactantes se redujo a 33 animales.

Caracterización de la unidad de producción

Se implementó la encuesta propuesta por **AWIN (2015)** al médico responsable de la unidad de producción, para conocer los antecedentes de su granja. La encuesta permite obtener información sobre las prácticas de manejo, medicina preventiva, reproducción, producción, estado zoonosanitario, manejo clínico y zootécnico de la UP (Tabla 2).

Tabla 2. Caracterización del sistema de producción caprino en la granja Petra Alimentos Saludables.

El propósito	Producción de leche	
El entorno	La climatología del sitio es templado húmedo, de temperatura media anual de 16°C, con lluvias en verano y parte de otoño (humedad relativa de 69-97%) y precipitación anual entre 1000 a 1500 mm ³ . Los meses con temperatura mayor son entre marzo y mayo (alrededor de 10 a 30°C), y la temperatura menor ronda entre diciembre y enero (con una temperatura de 4 a 20°C) (Weatherspark, s.f.).	
Los componentes	Agrícola	Se le brinda pastoreo sin rotación de potrero.
	Pecuario	Se cuenta con infraestructura (estabulación, equipo de ordeño, área de almacenamiento de alimentos e insumos). Animales de raza Saanen. Existe manejo de la nutrición y alimentación, del ordeño y registro de la producción lechera. Además, se cuenta con desparasitación periódica.
	Económico	Ingresos por venta de leche, quesos y cajetas a través de venta indirecta, directa y mercados locales. Costos de producción: alimentación, mano de obra, sanidad, insumos, energía, etc.
	Socio-cultural	Bajo. Las trabajadoras tienen educación básica, sin embargo, el tiempo que han laborado es de alrededor de 2-3 años (con experiencia). Están bajo la supervisión del propietario.
Los recursos	Recurso humano, componente agrícola y pecuario.	
Los ingresos o insumos	Componente agrícola, el concentrado y suplementos. La genética y reemplazos. Medicamentos y equipo veterinario. Infraestructura, mano de obra, agua y energía.	
Los egresos o salidas	Leche fresca y productos derivados.	
Pilares de la producción	Nutrición	La alimentación es a base de concentrado (maíz, soya, salvado, galleta, vitaminas y minerales) (400 gramos por animal), heno de avena y pastoreo.
	Manejo	El ordeño es automático. Se realiza dos veces por día (05:30 y 15:00). Pastoreo de 09:00-15:00. Limpieza de 08:00-10:00.
	Sanidad	Pocos registros y mediano control sanitario (desparasitación cada 6 meses con una rotación de fármacos). El control de enfermedades/patologías es mediano.

Tabla adaptada de Rodríguez (2017).

Tipo de estudio

El estudio fue de tipo cuantitativo, comparativo y longitudinal.

Método de evaluación de bienestar animal

Se empleó la metodología establecida por **AWIN (2015)** y **Battini et al., (2021)** en el cual se evaluaron 19 indicadores: 18 provenientes del método AWIN y 1 indicador nuevo (**Tabla 3**). El protocolo de evaluación del bienestar se implementó de manera mensual por 5 meses.

Tabla 3. Indicadores de bienestar en cabras provenientes del protocolo de evaluación AWIN y las especificaciones de implementación.

Principios de bienestar	Criterios de bienestar	Indicadores de bienestar	Nivel de implementación
Buena alimentación	Nutrición apropiada	Condición corporal	Individual
		Condición de pelaje	
		“Fila” al comer	Grupal
	Ausencia prolongada de sed	“Fila” al beber	
Buen alojamiento	Confort en zona de descanso	Cama	Individual
	Confort térmico	Estrés térmico	Grupal
	Facilidad de movimiento	Arrodillándose ante el comedero	
Buena salud	Ausencia de lesiones	Laminitis severa	Grupal
	Ausencia de enfermedad	Abscesos	Individual
		Condición corporal	
		Suciedad fecal	
		Condición del pelaje	
		Secreción nasal	
		Secreción ocular	
		Pezuñas demasiado grandes	
		Asimetría de la ubre	
		Exclusión del grupo	Grupal
	Ausencia de dolor, y dolor producido por manejo.	Descorne inapropiado	
		Laminitis severa	

Comportamiento apropiado	Expresión del comportamiento social	"Fila" al beber	Grupal
		"Fila" al comer	
	Expresión de otros comportamientos	Exclusión del grupo	
	Buena relación humano-animal	Latencia de prueba del primer contacto	
Nuevo°	Estado emocional positivo	Evaluación cualitativa del comportamiento	
	Expresión del comportamiento social	Sincronización al pastorear	

° (Battini *et al.*, 2021)

La evaluación del BA se realizó en 4 momentos del día: durante el pastoreo, previo, durante y posterior al ordeño (**Figura 2**) y se calificó de acuerdo con los criterios establecidos por AWIN y Battini *et al.* (2021) (**Tabla 4**).

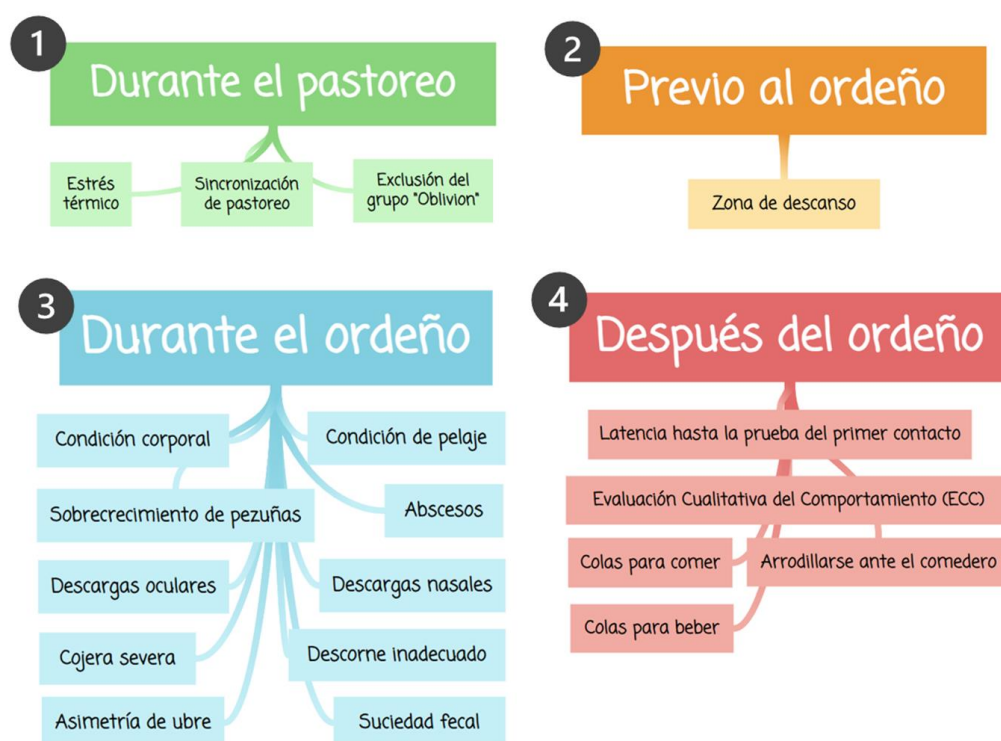


Figura 2. Representación de la recolección de datos. Adaptado y modificado de Battini *et al.* (2021).

La evaluación comenzó durante el pastoreo de las cabras productoras, desde un punto de observación durante 10 minutos. Para este paso se empleó un método de muestreo por escaneo. Es decir, una observación de 60 minutos con intervalos de escaneo de 30 minutos (3 escaneos en los tiempos 0, 30 y 60 minutos). Aquí se

registró el número de cabras que pastan simultáneamente, las que mostraron signos del estrés térmico y aquellas cabras aisladas físicamente del grupo (Battini *et al.*, 2021).

Luego, al momento de ingresar las cabras a sus corrales para prepararlas para el ordeño, se evaluó la zona de descanso en cuanto a presencia de cama profunda y el grado de limpieza.

A continuación, se evaluaron los criterios individuales durante el ordeño de la tarde para los siguientes indicadores: condición corporal, condición del pelaje, abscesos, pezuñas demasiado grandes, asimetría de la ubre, suciedad fecal, secreción nasal, secreción ocular y descorne inadecuado. Se empleó la misma puntuación del método AWIN (**Tabla 4**). Asimismo, se evaluó el nivel de cojeras severas. Aquí se registró la marcha anormal, movimientos de cabeza, curvatura de la columna y arrodillamiento de las cabras que se dirigen a sus corrales.

Tabla 4. Resumen de evaluación de bienestar animal en cabras lecheras.

NIVEL DE EVALUACIÓN INDIVIDUAL		
Indicador	Descripción	Puntuación
Condición corporal normal	Proporción de cabras en condiciones corporales normales.	Normal (0) Flaco (1)
Condición del pelaje	Proporción de cabras que tienen un pelaje normal.	Pelaje normal (0) Pelaje pobre (1)
Cama profunda	Proporción de condiciones (cantidad y limpieza) que se cumplen: - 100%: cama es suficiente y limpia. - 50%: cama es suficiente pero sucia. - 50%: cama es insuficiente pero limpia. - 0%: cama es insuficiente y sucia.	<u>Limpieza</u> Limpia (0) Sucia (1) <u>Estado (si aplica en la UP)</u> Suficiente (0) Insuficiente (1)
Sobrecrecimiento de pezuña	Proporción de cabras con pezuñas aceptables.	Pezuña normal (0) Pezuña sobrecrecida (1)
Suciedad fecal	Proporción de cabras sin suciedad fecal.	Ausencia de suciedad (0) Con suciedad (1)
Descarga nasal	Proporción de cabras sin descarga nasal.	Sin secreción (0) Con secreción (1)
Descarga ocular	Proporción de cabras sin descarga ocular.	
Abscesos	Proporción de cabras sin abscesos.	Sin abscesos (0) Con abscesos (1)
Ubre asimétrica	Proporción de cabras con ubre simétrica.	Normal (0) Asimétrica (1)
Descorne inapropiado	Proporción de cabras que están correctamente descornadas.	

NIVEL DE EVALUACIÓN GRUPAL		
Indicador	Descripción	Puntuación
Fila para alimentarse Fila para hidratarse	Proporción de cabras que no están en fila, considerando solo el escaneo cuando la proporción más alta de cabras estaba en fila.	
Arrodillarse ante el comedero	Proporción de cabras que no están arrodilladas ante el comedero.	Sin arrodillarse (0) Arrodillada (1)
Estrés térmico	Proporción de cabras que no muestran signos de estrés térmico.	Sin estrés (0) Con estrés (1)
Cojera severa	Proporción de cabras que no están gravemente cojas.	Normal (0) Cojera severa (1)
"Olvido"	Proporción de cabras que no están aisladas.	Normal (0) Aislada (1)
Latencia a la prueba del primer contacto.	Tiempo transcurrido en segundos (mínimo 0 – máximo 300).	Acercamiento antes de tiempo (0) No acercamiento antes de tiempo (1)
Evaluación cualitativa del comportamiento	Gráfica de Análisis de Componentes Principales (ACP).	
Sincronía al pastoreo	Proporción de cabras que pastan al mismo tiempo.	

Después, se evaluó la latencia hasta la prueba del primer contacto y la evaluación cualitativa del comportamiento (ECC). Para la primera prueba, la metodología fue acercarse a la puerta del corral, esperar 30 segundos y luego ingresar. La evaluación se realizó a medio camino del lado más largo del corral y se puso en marcha el cronómetro. Este se detuvo hasta que la primera cabra acaricie o toque cualquier parte del cuerpo. Para el segundo caso, se evaluó el comportamiento por fuera de los corrales de los 13 descriptores. Por corral se destinó una observación de 10 minutos y se registró la información de cada descriptor en el formato proporcionado por AWIN (2015).

Finalmente, se evaluaron las filas para comer y beber al momento de proveer el alimento, así como el arrodillarse frente al comedero. Para las filas de comer, la evaluación comenzó 2 minutos después de distribuido el alimento y el periodo de observación duró 15 minutos. Una cabra hacía fila si estaba parada a menos de 50 cm detrás de otra cabra que está alimentándose, con su cabeza orientada hacia la barrera de alimentación. Al mismo tiempo se registraron las cabras que estaban arrodilladas ante el comedero.

Para evaluar la fila al beber, el período de observación comenzó cuando la primera cabra empezó a beber después de la distribución del alimento. La duración total de la observación de filas para beber fue de 15 minutos. Una cabra hacía fila si estuvo parada a 50 cm detrás de otra cabra que está bebiendo (o haciendo fila), con la cabeza orientada hacia el sitio del agua.

Termografía por infrarrojo (TIR)

Para la TIR se empleó la cámara termográfica modelo Flir one Pro® (Flir Systems Inc., Portland, OR, E.U.) para iOS, con un coeficiente de emisividad de 0.98. Se tomaron 8 fotografías termográficas: cuatro en los miembros locomotores (carpo izquierdo y derecho craneal; y tarso izquierdo y derecho caudal) (**Romero, 2022**), dos en la región ocular (izquierdo y derecho), una en el plano nasal y una en la región vulvar, a una distancia de 60 cm del animal (**Pamungkas et al., 2020**).

Las fotografías se capturaron el día después de implementar el protocolo de evaluación de bienestar animal y antes de recibir el alimento, para evitar interferencias en los resultados. Las fotografías se capturaron mensualmente por 5 meses. A partir de los datos obtenidos, se evaluó la temperatura promedio de los miembros locomotores, la región ocular, el plano nasal y la región vulvar.

Estrategias para abordar problemas de bienestar

Basándose en los resultados de la evaluación del bienestar animal, se identificaron los principales problemas y se llevó a cabo una búsqueda documental sistemática de metodologías efectivas para abordarlos. Se consideraron las metodologías descritas en manuales y estudios experimentales que habían demostrado efectividad en la mejora del bienestar. Esta búsqueda se realizó en bases de datos clave como Web of Science, PubMed, Scielo, Google Scholar y Elsevier. Posteriormente, se desarrolló un plan detallado de actividades, alineado con el tiempo requerido según la literatura revisada, para implementar las estrategias seleccionadas.

Medidas de mitigación de los problemas de bienestar animal detectados

Para el problema de sobrecrecimiento de pezuña, se realizó siguiendo la metodología descrita por **Mendes et al. (2022)** y **Deeming et al. (2022)**. Primero, se eliminó el exceso de suciedad atrapada en las pezuñas para determinar la cantidad de crecimiento excesivo. A continuación, se recortó de forma paralela a la banda coronaria, el tejido córneo excedente de las paredes abaxial y axial. También se recortó el tejido de los talones, si era necesario, para garantizar que la línea de la superficie de apoyo quede paralela a la banda coronaria.

Para el enriquecimiento ambiental, se implementaron elementos basados en el proyecto de **Toxqui (2006)**, asegurando que los materiales sean de origen natural. Entre los componentes utilizados se incluyeron costales de yute rellenos con heno de avena (**Figura 6 A, B y C**), que fueron suspendidos en diferentes áreas del corral, empleando dos por corral. Se colocaron cepillos de madera con cerdas naturales (**Figura 8 A, B y C**), colocando cuatro por corral. Finalmente, se suspendió una llanta en cada corral (**Figura 9 A, B y C**). Estos enriquecimientos se alternaron cada 5 días por 2 meses para evitar la pérdida de interés en los objetos colocados.

Prueba de McMaster

Se realizó un muestreo aleatorio simple en donde se colectaron heces del grupo de cabras lecheras al tercer día de realizada la evaluación del nivel de BA para determinar la carga parasitaria mediante el uso de la técnica McMaster. Las muestras se obtuvieron de manera directa (del recto) empleando un guante de exploración. Después, las muestras se procesaron de acuerdo con la técnica descrita por Alcalá y Figueroa (2019), en el laboratorio de análisis clínicos de la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Xochimilco, Calzada del Hueso 1100, Coapa, Villa Quietud, Coyoacán, 04960 Ciudad de México, CDMX.

El análisis se realizó 3 veces: antes de implementar las medidas de mitigación (mes de julio) y después de manera bimestral (mes de septiembre y noviembre).

Evaluación de la producción y calidad láctea

La información de la producción se obtuvo de los registros de litros diarios de la UP y se almacenó el histórico por cinco meses.

Para la evaluación de la calidad de la leche se obtuvieron 15 muestras individuales de las cabras mediante un muestreo aleatorio simple. Para evaluar los parámetros de calidad se utilizó el equipo “MilkoScan Minor” para obtener el porcentaje de grasa, proteína, lactosa, sólidos, sólidos no grasos y la densidad. Asimismo, se determinó el pH empleando el medidor “pHTestr 30”. Cada muestra contenía 100 mL y se sometió a baño maría a 40°C por 10 minutos. Posteriormente, cada muestra se homogeneizó y se sometió al análisis de espectrofotometría de infrarrojo con el MilkoScan. Las muestras se analizaron en el laboratorio de lácteos de la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Xochimilco, Calzada del Hueso 1100, Coapa, Villa Quietud, Coyoacán, 04960 Ciudad de México, CDMX. El análisis de calidad se realizó de manera mensual por 5 meses.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó utilizando el software JMP Pro 19© (JMP Statistical Discovery LLC, SAS Institute, Estados Unidos). Se calcularon las medidas de tendencia central y dispersión de la producción y calidad láctea, las temperaturas obtenidas del TIR y los resultados del coproparasitoscópico. Para las variables continuas se realizó la prueba de normalidad Shapiro Wilk y prueba de homogeneidad de varianzas para determinar que se cumplan los supuestos y después realizar el diseño completamente al azar empleando el análisis de varianza (ANOVA). Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey para evaluar si existen diferencias significativas entre tiempos de medición antes y después de implementar las medidas correctivas. Para las variables cualitativas de los indicadores individuales relacionados con la salud se usó la prueba de Chi cuadrada con un nivel de significancia de $P < 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados de la evaluación con AWIN

En la **Tabla 5** se observan los resultados obtenidos de la evaluación de bienestar mediante el protocolo AWIN. Se encontró que el 95.66 % (n=44) de las cabras presentaron sobrecrecimiento de pezuñas en la primera evaluación (**Figura 3 A, B, C y D**). En estudios previos con cabras lecheras se han reportado prevalencias más bajas de 23% (**Wildbolz et al., 2019**) y 51.4% (**Hempstead et al., 2021**), y en otros prevalencias similares al estudio del 98.2% (**Sailer et al., 2021**).



Figura 3. Sobrecrecimiento de pezuña en el rebaño. **A), B) y C)** Pezuñas de algunas cabras al inicio del estudio. **D)** Diferencia de la longitud normal de la pezuña con respecto a lo anormal.

Este es un problema muy recurrente debido a la falta de desgaste por el tipo de material del alojamiento, así como una falta de corte rutinario de pezuña. Esto conduce a la deformación de la pezuña y produce cojera (**Ajuda et al., 2019**). Productiva y reproductivamente hablando, la cojera provoca una reducción en la producción de leche y prolonga el intervalo entre partos (**Minnig et al., 2021**). De acuerdo con **Jaques et al. (2023)**, las cabras clínicamente cojas en lactancia prolongada produjeron un 4.66% menos de leche que cabras no cojas, y las cabras con cojera severa produjeron 8.56% menos leche.

Algunas de las estrategias para abordar estos problemas incluyen la modificación de ciertas prácticas de manejo. En el caso del sobrecrecimiento de pezuña, solo el recorte regular y frecuente de pezuñas previene este problema (**Ajuda et al., 2019**). Este recorte debe ser realizado al menos 2 veces al año para corregir desequilibrios de las pezuñas, reducir deformaciones y minimizar posibles condiciones inflamatorias (**Mendes et al., 2022**).



Figura 4. Pezuñas del rebaño después del recorte realizado en el segundo mes. **A)** Pezuñas observadas en la sala de ordeño y **B)** Pezuñas individuales post-recorte.

De acuerdo con la **Tabla 5**, durante el segundo mes se registró la mayor proporción de cabras con pezuñas sin sobrecrecimiento ($n=41$), lo que evidencia la efectividad inicial del protocolo de despezñado (**Figura 4 A y B**). Sin embargo, a partir del cuarto y quinto mes, este número disminuyó significativamente ($n=21$ y 13) (**Figura 5**) ($P<0.0001$). Esto sugiere que, aunque los autores recomiendan despezñar cada seis meses, el sobrecrecimiento ocurre de forma acelerada, por lo cual el presente estudio sugiere implementar el protocolo de forma más rutinaria (cada ocho semanas) (**Zobel et al., 2023**). Esto considerando que el crecimiento promedio mensual de las pezuñas es de 5 milímetros, en condiciones donde no hay factores que favorezcan su desgaste natural (**Deeming et al., 2022**).

Asimismo, bajo este contexto, las medidas morfométricas normales descritas por **Koluan y Göncü (2016)** para las pezuñas de cabras Saanen ofrecen una referencia base para ajustar el protocolo de despezñado. Estas dimensiones incluyen la longitud de la pared dorsal (3.9/3.7 cm), la longitud de la pezuña (5.8/5.3 cm), el ancho de la pezuña (2.0/1.7 cm) y el ángulo dorsal (59.6/58.7°) para extremidades craneales y caudales, respectivamente. Estas mediciones pueden ser guía para determinar el momento adecuado para el corte de pezuña



Figura 5. Incremento en la longitud de las pezuñas observado en el quinto mes de evaluación.

Con respecto a la condición corporal, no se observaron diferencias significativas entre los tiempos de medición ($P=0.1933$). Sin embargo, se registró que el 26.09% ($n=12$) de los animales presentaron una CC baja. En estudios previos se han reportado prevalencias similares del 20.6% (**Silva et al., 2020**) y mayores 43% (**Wildbolz et al., 2019**). Esto puede ser resultado de una dieta inadecuadamente formulada (**Maldonado-Jaquez et al., 2017**), así como ecto y endoparasitismo, dominancia en el comedero, estrés y dolor crónico en el animal (**Koyuncu y Altınçekiç, 2013**).

Para abordar el problema de la condición corporal, es fundamental identificar sus posibles causas en la UP. Aunque la dieta se ha formulado según la etapa productiva y se lleva a cabo un control zoonosanitario con desparasitación periódica y rotación de medicamentos, se sugiere que la causa principal podría estar vinculada con la dominancia en el acceso al alimento (**Miranda-de la Lama y Mattiello, 2010; Stanley y Dunbar, 2013**). Esto es debido al papel de los cuernos en el comportamiento social, pues sirven para fines de ataque y defensa durante interacciones competitivas, y su tamaño es indicador de estatus social (**Shi y Dunbar, 2006**). Esto influye en el dominio sobre el comedero, por lo que el descorne es una práctica que puede reducir estos comportamientos. De esta manera, las cabras sin cuernos participan en menos interacciones agresivas (**Zobel et al., 2019**). Además, el descorne ofrece otros beneficios, como facilitar la alimentación de acuerdo con el diseño de las instalaciones y mejorar la seguridad de los trabajadores (**BVA, 2018**). No obstante, el descorne es una práctica que provoca alto nivel de estrés y se considera como una alteración física que afecta las relaciones filiales entre los animales (**Zobel et al., 2019**). Otra estrategia es la reagrupación de los animales según sus necesidades fisiológicas y productivas, con el fin de reducir las agresiones entre los animales dominantes de los subordinados (**Rodrigues et al., 2018**).

Finalmente, otra estrategia que se implementó es el enriquecimiento ambiental, facilitando el acceso al alimento para los animales de bajo rango (**Brunet et al., 2024**). Esto es importante, ya que **Aschwanden et al. (2009b)** mencionan que, cuando las cabras se alimentan juntas, los individuos de menor rango deben mantener una distancia mínima con los de mayor rango para evitar una reacción agresiva. Esta distancia oscila entre 0.5 y 1.3 metros, mientras que las instalaciones convencionales ofrecen espacios entre 35 a 45 cm, lo que impide que las cabras mantengan una separación adecuada según su preferencia.

El enriquecimiento ambiental es la adición de características biológicamente relevantes a los entornos físicos y sociales para fomentar comportamientos naturales (**Miranda-de la Lama et al., 2013**). Por lo tanto, un ambiente enriquecido con alimento disminuye las conductas agonísticas y aumenta el tiempo dedicado a la alimentación (**Aschwanden et al., 2009a**). Esto se logra mediante la implementación de superficies de alimentación elevadas y alejadas del comedero, lo cual también estimula la conducta de ramoneo (**Neave et al., 2018**).

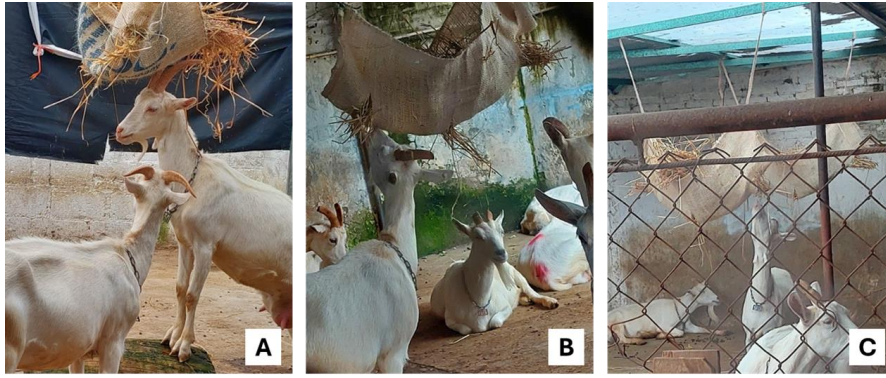


Figura 6. Enriquecimiento con costales de yute rellenos de forraje de avena. **A), B)** y **C)** Cabras interactuando con el costal empleado como enriquecimiento.

Aunque en el presente estudio se implementaron algunas prácticas de despunte, el aumento en el número de cabras con buena condición corporal en el tercer mes se asoció con que los animales permanecieron estabulados por más tiempo debido a las lluvias. Esto permitió que los animales tuvieran mayor tiempo de acceso al alimento, y en conjunto con el enriquecimiento facilitó a las cabras a tener más disponibilidad del alimento (**Rodrigues et al., 2018**) (**Figura 6 A, B y C**). Estudios realizados por **Sanon et al. (2007)** informaron que las cabras ramoneaban forraje que se encontraba en promedio a una altura de 1.65 metros y que la elevación de la cabeza le permite identificar visualmente las amenazas (**Beauchamp, 2015**). Esta estrategia posibilita que las cabras subordinadas puedan huir ante una agresión y acceder al alimento. Una vez que el enriquecimiento fue retirado a finales del tercer mes, el número de animales con buena condición corporal disminuyó en los meses posteriores (n=33 y 27).

Una consideración al implementar el enriquecimiento es el potencial peligro que puede representar. En este estudio, una cabra lechera murió debido a la sobre interacción con los elementos colocados, sumado a la falta de descorne, lo que facilitó la muerte por ahorcamiento. **Brunet et al. (2024)** señalan que el enriquecimiento físico y ocupacional como lugares elevados u objetos provisionales pueden ser fuente de lesiones. En este contexto, el estudio sugiere que algunos objetos se coloquen a una mayor elevación (>1.5 metros) y se considere la presencia de cuernos en los animales, ya que pueden quedar atrapados en los objetos.

Tabla 5. Comparación de las evaluaciones de bienestar en las cabras lecheras previo y posterior a las medidas de mitigación.

Indicadores	Puntaje (%)				
	1 ^º	2 ^x	3 ^x	4 ^x	5 ^x
Número de cabras (n)	46	46	44	39	33
Buena condición corporal	73.91 (34)	82.6 (38)	93.3 (41)	84.62 (33)	81.82 (27)
Sin fila al comer	95.65 (44)	100 (46)	84.44 (37)	74.35 (29)	78.80 (26)
Sin fila al beber	100 (46)	100 (46)	100 (44)	100 (39)	100 (33)
Buena condición del pelaje	82.6 (38)	86.95 (40)	88.88 (39)	87.17 (35)	84.84 (28)
Buen estado de camas	50	100	50	100	100
Ausencia de estrés térmico	100 (46)	100 (46)	100 (44)	100 (39)	100 (33)
Sin arrodillado al comer	100 (46)	100 (46)	100 (44)	100 (39)	100 (33)
Ausencia de cojera severa	95.65 (44)	100 (46)	100 (44)	97.43 (38)	93.93 (31)
Sin sobrecrecimiento de pezuña**	4.34 (2)	89.13 (41)	86.67 (38)	53.84 (21)	39.39 (13)
Simetría de la ubre	95.65 (44)	100 (46)	97.78 (43)	94.87 (37)	96.97 (32)
Sin abscesos	97.82 (45)	97.82 (45)	97.78 (43)	100 (39)	96.97 (32)
Sin suciedad fecal*	76 (35)	84.78 (39)	66.66 (29)	87.17 (34)	90.91 (30)
Sin descarga nasal	97.82 (45)	100 (46)	100 (44)	97.43 (38)	100 (33)
Sin descarga ocular	91.3 (42)	84.78 (39)	95.65 (42)	97.43 (38)	96.97 (32)
Descorne adecuado	73.91 (34)	73.91 (34)	84.45 (39)	89.74 (32)	78.78 (26)
No hay aislamiento	100 (46)	100 (46)	100 (44)	100 (39)	100 (33)
Sincronización al pastoreo	89.1 (41)	93 (43)	90 (40)	89.7 (35)	90.9 (30)
Latencia al primer contacto	100 (< 300 s)	100 (< 300 s)	100 (< 300 s)	100 (< 300 s)	100 (< 300 s)
Calificación final	83.75	94.44	91.42	92.45	91.08

Los valores entre paréntesis indican el número de individuos (n) que presentaron dichos resultados con respecto al número total por mes.

^ºPrevio a las medidas de mitigación.

^xPosterior a las medidas de mitigación.

* P<0.05 prueba de Xi²

**P<0.0001 prueba de Xi²

Otro problema fue la presencia de suciedad fecal en el pelaje en donde se encontraron diferencias significativas por efecto del tiempo de medición ($P=0.0346$). En la **Tabla 5** se muestra que en el primer y tercer mes de evaluación el 24% ($n=11$) y el 34 % ($n=15$) de las cabras presentaron suciedad fecal. En estudios previos se encuentran prevalencias bajas del 14.9% (**Silva et al., 2020**), similares al estudio del 20-25% (**Can et al., 2016**) y mayores 31.4% (**Nenadovic et al., 2021**). La mala higiene del pelaje es un indicador que proporciona información sobre la frecuencia de limpieza del material de cama o el recinto donde residen, así como la densidad de animales (**Can et al., 2016**).

La presencia de material fecal en las cabras puede atribuirse al estado de las camas, que presentaron un 50% de limpieza. En la UP no se utiliza cama profunda y la limpieza del recinto es moderada, lo que contribuye a la acumulación de suciedad fecal en el suelo y por ende, en el pelaje. Esto es importante dado que los ambientes sucios y húmedos promueven el desarrollo de bacterias asociadas con problemas como cojeras, mastitis y enfermedades respiratorias (**Nenadovic et al., 2021**).

Para mitigar esta situación, en el estudio se implementó una limpieza profunda utilizando una hidrolavadora, lo que permitió eliminar gran parte de la suciedad acumulada y adherida en el suelo, facilitando la tarea de limpieza de los recintos de forma rutinaria. No obstante, en la **Tabla 5** se observó que, durante el tercer mes, aumentó el número de animales con suciedad fecal ($n=15$). Este incremento coincidió con la temporada de lluvias, cuando los animales permanecieron estabulados y no salieron a pastorear, lo que favoreció la acumulación de heces y humedad en el recinto. Bajo estas condiciones es recomendable aumentar la frecuencia en la labor de limpieza en el mismo día para evitar estrés en los animales y los problemas anteriormente mencionados.

Finalmente, aunque no fue un problema de bienestar, la inclusión del indicador “sincronización al pastoreo” permite evaluar la estructura social en las cabras. En el presente estudio, todos los meses se observó sincronización al pastoreo. En condiciones ideales de estabilidad social y bienestar animal, el 90% de los individuos del rebaño participan en la misma actividad simultáneamente debido a la facilitación social. Es decir, por aumento en la frecuencia o intensidad de conductas, cuando un individuo se muestra en presencia de otros que participan en el mismo comportamiento al mismo tiempo (**Miranda-de la Lama y Mattiello, 2010**).

Evaluación cualitativa del comportamiento (ECC)

En la **Figura 7** se presentan los resultados obtenidos en la evaluación cualitativa del comportamiento (ECC). En el primer mes se observaron comportamientos positivos como sociabilidad, relajación y un estado de mayor vivacidad. Sin embargo, también se identificaron conductas no deseables, como aburrimiento, frustración y temor. Estudios previos han señalado que los animales bajo alojamiento en corrales presentan comportamientos negativos como

irritación/aburrimiento/frustración debido a que tienen poca disponibilidad de espacio para continuar expresando su comportamiento (**Miranda-de la Lama y Mattiello, 2010**). No obstante, la mayor frecuencia de comportamientos positivos en este trabajo puede deberse a que los animales diariamente tienen acceso al pastoreo para desempeñar su comportamiento normal (**Grosso et al., 2016**).

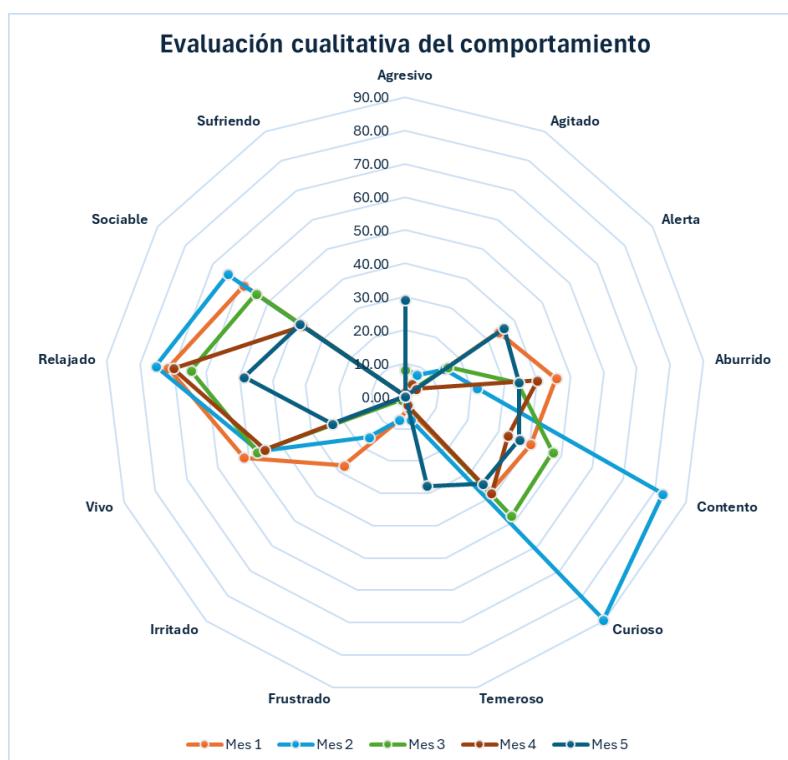


Figura 7. Esquema de araña de los 13 indicadores del protocolo de evaluación obtenidos a lo largo del estudio.

En el segundo mes, tras implementar medidas como el enriquecimiento ambiental (EA) con costales de yute (**Figura 6 A, B y C**), cepillos (**Figura 8 A, B y C**) y llantas (**Figura 9 A, B y C**), se registró un incremento de comportamientos positivos. Entre ellos se destacó que los animales fueron sociables, relajados, contentos y, sobre todo, curiosos. Paralelamente, disminuyeron conductas negativas, como el aburrimiento, el estado de alerta, la irritación y la frustración. Esto coincidió con el estudio de **Lončarić et al. (2024)** y **Kakarash et al. (2021)**, quienes reportaron que las cabras enriquecidas mostraron mayor actividad, satisfacción, comodidad y relajación. Este efecto refleja cómo el EA contribuye positivamente, aunque de forma moderada, al bienestar de los animales. Sin embargo, no reduce las conductas de lucha y competencia, ya que los animales dominantes buscan acceder primero a los objetos (**Rodrigues et al., 2018**).



Figura 8. Enriquecimiento con los cepillos de cerdas naturales. **A), B) y C)** Cabras manipulando los cepillos.

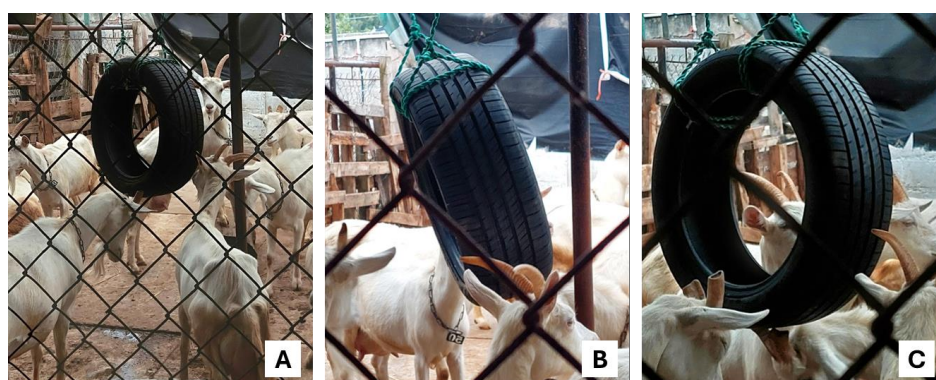


Figura 9. Enriquecimiento con las llantas suspendidas. **A), B) y C)** Cabras interactuando con las llantas.

A partir del tercer mes, se observó una reducción en la frecuencia de comportamientos positivos, probablemente asociado a la habituación de los objetos colocados (Taylor *et al.*, 2023) pese a su frecuente rotación. En el cuarto mes, aunque disminuyó la sociabilidad y la vivacidad, no se registró un incremento en los comportamientos negativos. Esto puede asociarse a que en este mes se eliminaron los objetos del EA aumentando la monotonía en el recinto (Kakarash *et al.*, 2021).

Para el quinto mes, la socialización y el contentamiento continuaron disminuyendo, mientras que la irritación, el aburrimiento y la agresividad mostraron un aumento. Esto último puede deberse a que al final de la evaluación, algunos miembros de los corrales fueron trasladados a otros debido a su secado, lo que pudo haber afectado la cohesión grupal. En grupos estables, las cabras desarrollan relaciones de afinidad y afiliativas, que aumentan la cohesión del grupo y disminuyen la frecuencia de interacciones agonísticas (Miranda-de la Lama y Mattiello, 2010). Por lo tanto, las cabras sometidas a reagrupaciones repetitivas experimentan estrés crónico, manifestado en un aumento de la agresión y una disminución en la tasa de producción (Sondresen *et al.*, 2008).

La ECC es un método que permite evaluar el estado emocional y la calidad expresiva del comportamiento animal (Battini *et al.*, 2018). Es un método no invasivo

que se puede aplicar a nivel de rebaño y no es costoso, sin embargo, su uso en granja requiere mayor desarrollo y validación (**Grosso et al., 2016**).

Se ha encontrado que la evaluación de los animales bajo dos sistemas de alojamiento (corrales y pastoreo) ha mostrado resultados variables (**Grosso et al., 2016**). Asimismo, los indicadores presentan fluctuaciones dependiendo del periodo de tiempo y las condiciones ambientales, lo que resalta la necesidad de estandarizar este método y realizar evaluaciones en distintas estaciones del año (**Phythian et al., 2016**). Por último, la capacitación de los evaluadores constituye un factor importante, ya que puede afectar la confiabilidad en la percepción del bienestar animal (**Grosso et al., 2016**).

Termografía infrarroja

En la **Tabla 6** se observan los resultados de la termografía infrarroja en las cabras lecheras. En todas las regiones corporales se encontraron diferencias significativas ($P < 0.0001$) por efecto del tiempo de evaluación. La temperatura del plano nasal, de los tarsos y del área vulvar disminuyó con respecto a la primera evaluación. Mientras que la temperatura ocular se observó un aumento en el último mes con respecto al tercero y cuarto. Finalmente, en la temperatura de los carpos se observó disminución entre el primero y tercer mes pero un aumento entre el cuarto y quinto mes.

La termografía infrarroja es una herramienta eficaz para evaluar el bienestar animal, ya que permite detectar de manera no invasiva anomalías como el estrés térmico, procesos febriles y cambios circulatorios (**de la Cruz et al., 2022**). Asimismo detecta lesiones como laminitis, mastitis, daños en tendones (**Whittaker et al., 2023**) o artritis (**Ashish et al., 2023**). Para detectar procesos inflamatorios, cuando ocurre una lesión tisular se liberan sustancias proinflamatorias que provocan vasodilatación y alteran la cantidad de calor disipado, lo cual puede ser detectado mediante un equipo de TIR. Además, facilita el diagnóstico temprano de ciertas patologías, lo que permite implementar tratamientos de manera oportuna (**Ashish et al., 2023; Costa et al., 2023**).

Tabla 6. Variación en la temperatura superficial en las cabras lecheras previo y posterior a las medidas de mitigación.

Mes de evaluación	Temperatura ocular	Temperatura de plano nasal	Temperatura de los carpos	Temperatura de los tarsos	Temperatura del área vulvar
1 ^θ	37.06 ± 0.09 ^A	34.89 ± 0.11 ^A	37.22 ± 0.11 ^A	35.77 ± 0.11 ^A	39.52 ± 0.13 ^A
2 ^x	36.66 ± 0.09 ^{BC}	34.50 ± 0.11 ^A	37.34 ± 0.11 ^A	34.86 ± 0.11 ^B	39.33 ± 0.13 ^{AB}
3 ^x	36.49 ± 0.09 ^C	33.18 ± 0.11 ^B	36.44 ± 0.11 ^B	31.94 ± 0.11 ^E	38.47 ± 0.13 ^C
4 ^x	36.41 ± 0.09 ^C	33.34 ± 0.12 ^B	37.35 ± 0.12 ^A	33.67 ± 0.11 ^D	38.98 ± 0.13 ^{BC}
5 ^x	36.94 ± 0.10 ^{AB}	33.62 ± 0.13 ^B	37.54 ± 0.13 ^A	34.40 ± 0.12 ^C	38.51 ± 0.14 ^C
Valor de P	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001

Los datos se expresan como media ± DE de la temperatura superficial en °C.

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas (P<0.05).

^θPrevio a las medidas de mitigación.

^xPosterior a las medidas de mitigación.

La reducción de la temperatura en los tarsos y carpos observada (**Figura 10 A, B, C y D**) durante el primer mes en comparación con el tercero puede atribuirse al despezñado. Esto debido a que el procedimiento corrigió la postura de las pezuñas, disminuyó la presión sobre las articulaciones y mejoró la distribución del peso del animal tanto en los miembros como en los dedos (**García-Bracho et al., 2009**). En el caso de los carpos, la temperatura incrementó nuevamente en el cuarto y quinto mes (**Tabla 6**), coincidiendo con el aumento en el número de cabras que presentaron sobrecrecimiento de pezuña (**Tabla 5**). Este fenómeno es más evidente en los carpos que en los tarsos, ya que los cuadrúpedos soportan una mayor carga de peso en la parte delantera (**Kim y Breuer, 2008**), lo que resalta el efecto del despezñado en esta región. Por otra parte, aunque las cabras con sobrecrecimiento de pezuñas no mostraron cojera evidente, **Zobel et al. (2023)** señalan que estas suelen presentar laminitis subclínica, la cual provoca un dolor crónico al que eventualmente se habitúan. Este fenómeno puede identificarse mediante la evaluación del tiempo que los animales pasan acostados o realizando actividades sobre sus rodillas como mecanismo para aliviar el dolor.

Por otro lado, aunque las condiciones ambientales pueden influir en los resultados de la TIR, **Byrne et al. (2018)** destacan que la temperatura a nivel de las pezuñas está más relacionada con su estado de salud que con los factores ambientales. Además, sugieren que el análisis para detectar laminitis debería realizarse en condiciones más frías.

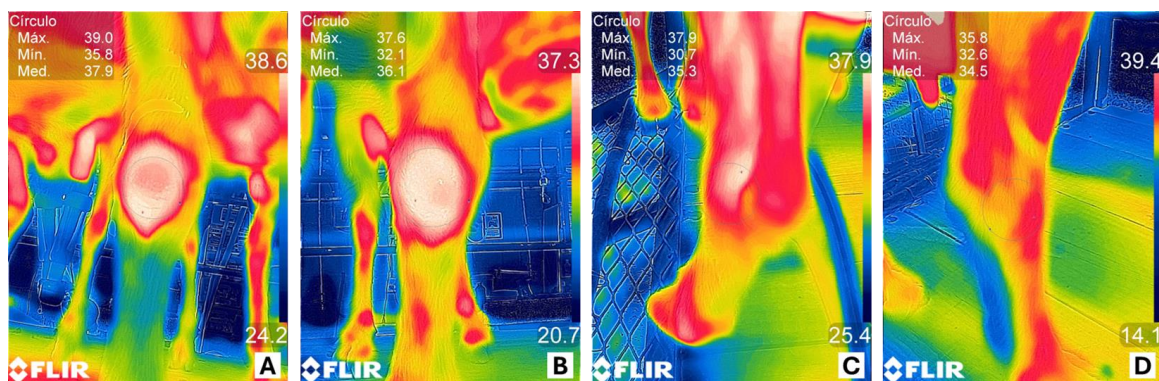


Figura 10. Termografía infrarroja de los miembros antes y después de implementar las medidas. **A)** Carpos antes y **C)** Tarsos antes; **B)** Carpos después y **D)** Tarsos después.

En el caso de la temperatura ocular (**Figura 11 A, B y C**), la carúncula es una región anatómica con abundantes lechos capilares inervados por el sistema simpático, que responden a variaciones en el flujo sanguíneo (**Bartolomé *et al.*, 2019**). Bajo este contexto, el aumento de la temperatura ocular observado en el primer y último mes podría estar relacionado con las condiciones ambientales (**Ashish *et al.*, 2023**), dado que se registró un incremento en la temperatura ambiental provocando vasodilatación local. En contraste, durante el tercer y cuarto mes, cuando la temperatura ambiental fue más baja, el ojo mostró una adaptación a estas variaciones térmicas disminuyendo la temperatura en esta región.

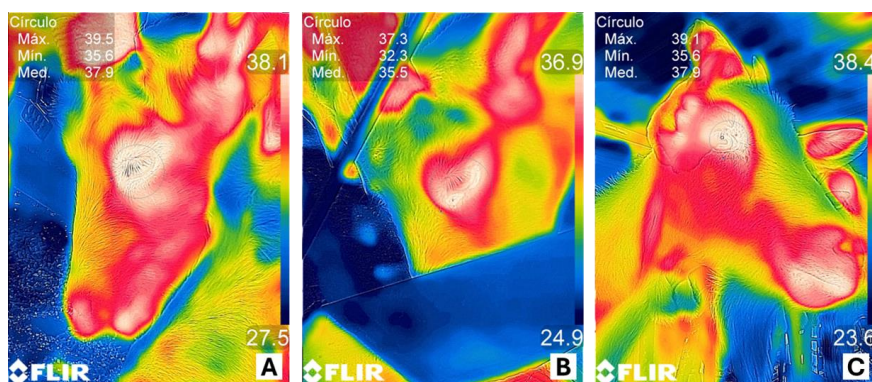


Figura 11. Termografía infrarroja de la región ocular. **A), B)** y **C)** Variación de la temperatura en diferentes cabras.

Lo mismo ocurre con el plano nasal (**Figura 12 A, B y C**), que es una región conocida como ventana térmica que muestra una conexión directa con el sistema nervioso autónomo. En ovejas, los valores de la TIR en esta zona están influenciados por el entorno ambiental (**Čukić *et al.*, 2023**). Sin embargo, en vacas el uso de la TIR en el plano nasal ha sido útil para detectar problemas respiratorios (**de la Cruz *et al.*, 2022**), así como para identificar procesos dolorosos y estrés térmico (**Mincu *et al.*, 2023**). Por lo tanto, es necesario realizar más estudios en pequeños rumiantes, como las cabras, para evaluar el potencial de la TIR en esta región y su utilidad para detectar problemas relacionados con el BA.

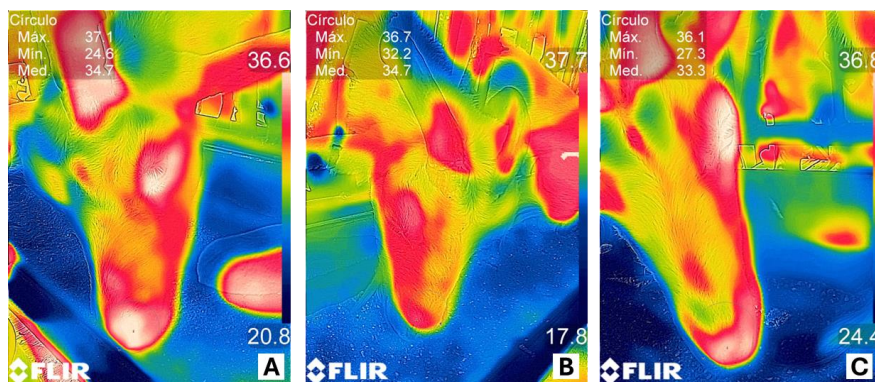


Figura 12. Termografía infrarroja del plano nasal. **A), B) y C)** Variación de la temperatura en diferentes cabras.

De manera similar, la temperatura vulvar (**Figura 13 A y B**) mostró variaciones, ya que, aunque TIR es una herramienta eficaz para detectar el estro, esta puede ser influenciada por factores ambientales como la humedad relativa, la radiación solar y la velocidad del viento (**Pamungkas *et al.*, 2020**). Además, los resultados también pueden verse condicionados por los niveles de estrógeno (**Façanha *et al.*, 2018**), sin embargo, no se evaluaron los signos de estro en este estudio.

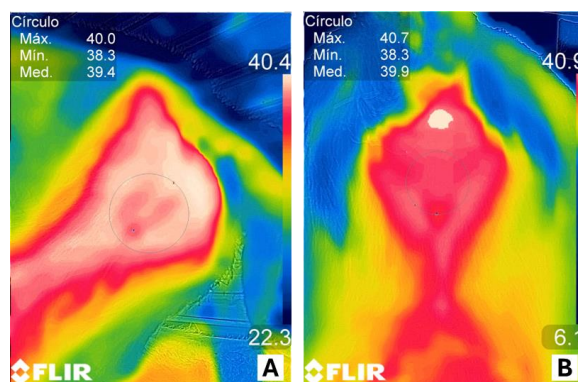


Figura 13. Termografía infrarroja de la región vulvar. **A) y B)** Toma en diferentes momentos del estudio.

Prueba de Mc Máster

En la **Tabla 7** se observan los resultados de la carga parasitaria en los animales evaluados. No se encontraron diferencias significativas entre las diferentes evaluaciones ($P=0.260$). Sin embargo, en el tercer mes de evaluación se detectó una mayor carga parasitaria. Los huevos de los parásitos correspondieron a los del orden Strongyloidea (**Figura 14 A, B, C, D, E y F**).

Estudios previos en el norte de México han reportado cargas parasitarias de nematodos gastrointestinales (NGI), medidas en huevos por gramo (hpg), similares al presente estudio. Los valores registrados incluyen: 418.1 ± 418 hpg (Arteaga,

Coahuila), 864.5 ± 1652 hpg (General Cepeda, Coahuila), 884.6 ± 1102 hpg (Saltillo, Coahuila), 548.2 ± 670 (Galeana, Nuevo León) (Olivas-Salazar *et al.*, 2018) y 305 a 1848 hpg (Chihuahua) (Olivas-Salazar *et al.*, 2019). En el sureste de México se encontraron cargas parasitarias que van de 500 a 675 hpg y 1325 a 2750 hpg (Yucatán) (Ortíz-Domínguez *et al.*, 2024).

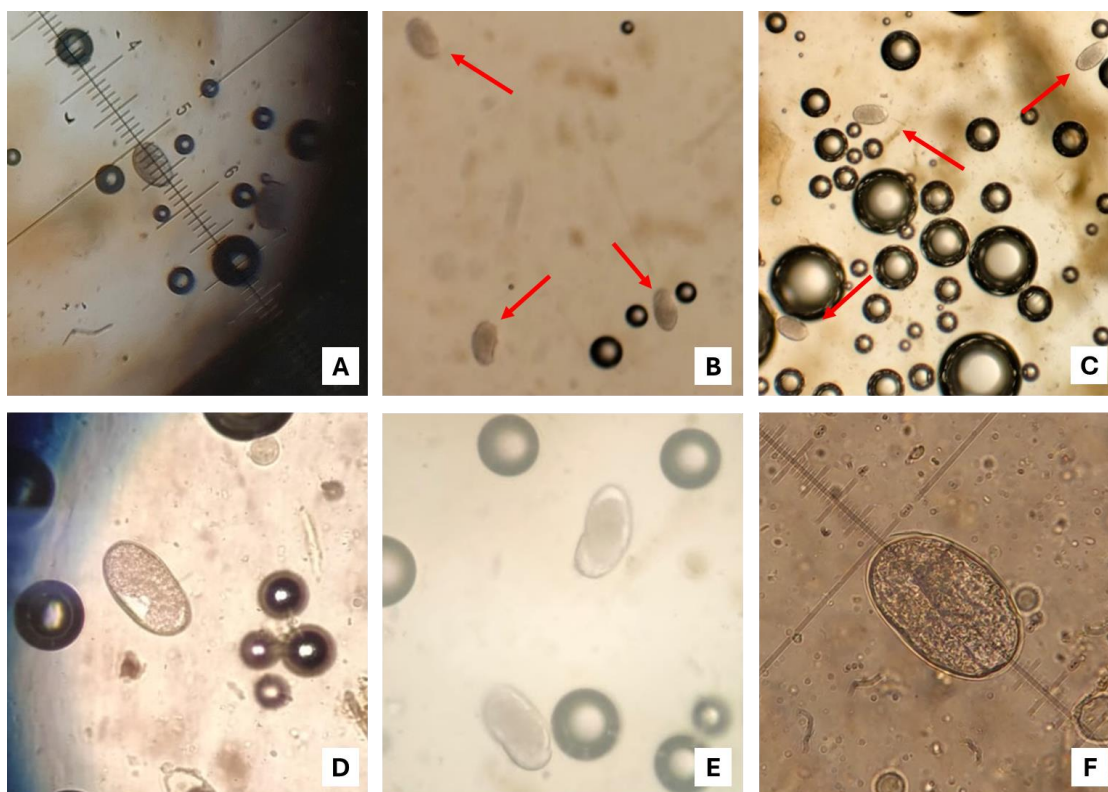


Figura 14. Huevos del orden *Strongyloidea* spp. **A), B), C)** Huevos visualizados con el ocular 10X (**flechas rojas:** varios huevos en un campo); **D), E), F)** Huevos observados con el ocular 40X.

La presencia de Strongylideos como *Strongyloides* spp. y *Trichostrongylus* spp es frecuente en el ganado caprino, siendo considerados entre los más patógenos y económicamente significativos (Olivas, 2019). Al inicio de este estudio se encontró una prevalencia de parásitos gastrointestinales del 80% con una carga parasitaria baja a moderada. Estudios previos han informado prevalencias de NGI del orden Strongyloidea del 88.9% (México) (Olivas-Salazar *et al.*, 2018), 64-100% (México) (Olivas-Salazar *et al.*, 2019). 42.4% (México) (Munguía-Xóchihua *et al.* 2018), 47.76% (Italia) (Alberti *et al.* 2012) y hasta del 88.9 % de *Trichostrongylus* spp. y *Haemonchus* spp (México) (Olivas, 2019).

Esta alta prevalencia y moderada carga parasitaria se asocia a que las razas lecheras como la Saanen, al ser altamente productora, presenta mayor susceptibilidad a infecciones por NGI (Olivas-Salazar *et al.*, 2018). Se ha mencionado que el volumen de leche productiva, el manejo y la etapa fisiológica se ha asociado con la severidad en las infecciones por NGI (Alberti *et al.*, 2014; Ortíz-

Domínguez et al., 2024) debido al estrés que esto representa. Asimismo, las condiciones ambientales, como altos niveles de humedad relativa, favorecen el desarrollo de las larvas, especialmente durante las temporadas de lluvia (**Jaimez-Rodríguez et al., 2019; Olivas-Salazar et al., 2019**). Estas condiciones varían entre especies de NGI, por ejemplo, para el desarrollo de larvas L3 de *H. contortus* se requiere temperaturas de 30-40°C y humedad relativa del 80-90%, mientras que para *T. colubriformis* se requieren temperaturas de 24°C o menos (**Molento et al., 2016**).

En el presente trabajo, esta asociación es relevante, ya que el estudio se llevó a cabo entre los meses de mayor precipitación (mayo a noviembre), con temperaturas ambientales que oscilaron entre 27.8 y 21.5°C, y una humedad relativa del 50 al 60%. Durante este periodo, las cabras pastaron en el potrero el cual, debido a estas condiciones ambientales, probablemente presentó una elevada carga de NGI.

Tabla 7. Carga parasitaria en cabras lecheras (n=10).

Mes	Positivo a	Prevalencia (%)	Huevos por gramo
1 ^º	Nemátodos gastrointestinales del orden Strongyloidea	80 (8)	367.3 ± 228
3 ^x		80 (8)	879.3 ± 228
5 ^x		60 (6)	468.8 ± 228
Valor de P			0.260 (NS)

Los resultados están expresados en media ± DE.

^ºPrevia a las medidas de mitigación

^xPosterior a las medidas de mitigación

De acuerdo con el efecto de los parásitos sobre el hospedador, *Trichostrongylus colubriformis* se asocia con un bajo peso corporal y bajo potencial reproductivo (**Kaba et al., 2023**). Por su parte, *Strongyloides* spp. como *S. papillosus* produce menos signos, sin embargo, estos pueden ser prurito, diarreas, inapetencia y retardo en el crecimiento (**Ojeda-Robertos et al., 2022**). Finalmente, *Haemonchus* spp, en concreto *H. contortus*, parasita el abomaso produciendo anemia, hipoproteinemia, edema intermandibular (**Figura 15**), baja condición corporal y disminución de la producción láctea (**Gelberg, 2017**). La infección con estos parásitos inicia con la ingestión de larvas L3 (fase infectiva) en el pasto, que después invaden la mucosa intestinal desarrollando lesiones circulares engrosadas (**Ashani et al., 2024**).



Figura 15. Cabra con signos de edema intermandibular.
Fotografía tomada en el tercer mes del estudio (septiembre).

De acuerdo con **Castagna et al. (2024)**, las prácticas antihelmínticas comunes en granjas caprinas se basan mayormente en una desparasitación anual (66.67%), sin realizar análisis parasitológicos previos al tratamiento en el 88.89% de los casos. Los antihelmínticos más utilizados son las lactonas macrocíclicas (46.67%), los benzimidazoles (22.22%) o una combinación de ambos (26.67%). El uso de lactonas macrocíclicas como la ivermectina ha demostrado eficacia en la reducción de parásitos hasta en un 99.2% en cabras (**Negash et al., 2023**). Mientras que el uso de benzimidazoles presentó una reducción del 94% (**Ojeda-Robertos et al., 2022**).

En la UP se realizan desparasitaciones cada 6 meses con una rotación de fármacos de forma habitual. En el presente estudio, posterior a la evaluación coproparasitoscópica, la desparasitación se realizó con Dectiver®, el cual contiene ivermectina (2 mg) y triclabendazol (120 mg) con una aplicación inicial y una segunda a las tres semanas (0.5 mg/kg de peso vivo en cada aplicación).

Desafortunadamente no fue posible realizar una evaluación coproparasitoscópica para determinar la eficiencia del fármaco pero en la evaluación a los 3 meses se encontró una mayor carga parasitaria (**Tabla 7**), lo que podría estar relacionado a la época de lluvia. Como se mencionó anteriormente, este estudio se llevó a cabo durante las épocas de lluvia, que tienen lugar entre los meses de mayo y octubre o noviembre. Estos nematodos proliferan en climas tropicales y subtropicales con un límite de temperatura ambiental de 18°C, 50 mm de lluvia y humedad relativa >70% (**Arsenopoulos et al., 2021**). No obstante, se ha reportado que estos parásitos pueden adaptarse a climas templados o fríos mediante la hipobiosis larvaria, mecanismo que les permite sobrevivir en estado latente durante temporadas poco favorables, como el otoño (**Carvalho et al., 2023**) estación correspondiente al tercer mes de este estudio (septiembre). Como resultado, se observa una parasitación "esporádica" en rebaños previamente desparasitados (**Carson et al., 2023**), especialmente cuando en la UP no se implementa la rotación de potreros, tal como sucede en el lugar donde se llevó a cabo este estudio. Asimismo, hay una relación significativa entre la cantidad de larvas infectivas

presentes en el forraje y las lluvias que producen estrés en el hospedador, disminuyendo su inmunidad y predisponiendo a infecciones severas (**Munguía-Xóchihua et al., 2018**).

Por otra parte, se ha encontrado que las poblaciones de *H. contortus* y *T. colubriformis* han desarrollado resistencia a los fármacos antihelmínticos como benzimidazoles, imidazotiazoles y lactonas macrocíclicas (**Kotze y Prichard, 2016**). Los mecanismos principales se basan en la mutación de genes que expresan receptores donde los fármacos se unen (**Arsenopoulos et al., 2021**). Sin embargo, también se menciona que el mecanismo de hipobiosis puede tomar un papel importante, pues las larvas disminuyen su actividad metabólica lo cual permite una menor susceptibilidad a los fármacos (**Munguía-Xóchihua et al., 2018**).

El presente estudio sugiere que, ante los desafíos asociados con la resistencia farmacológica y la persistencia de larvas en los potreros, se puede implementar la desparasitación selectiva utilizando el método FAMACHA (**Castagna et al., 2024**) como se menciona en el protocolo AWIN para borregos. Esta estrategia se fundamenta en evaluar el grado de anemia del animal mediante la observación de la palidez de su mucosa ocular, clasificada en una escala del 1 al 5, donde 1 corresponde a un color rojo normal y 5 a un tono pálido o blanco. El color está relacionado con el grado de anemia y mide indirectamente el efecto patogénico de la presencia de NGI en las cabras (**Olivas-Salazar et al., 2018**). Al complementar esta técnica con la evaluación de la condición corporal y un conteo de huevos por gramo de heces, es posible establecer un criterio más preciso para la desparasitación selectiva (**Reyes-Guerrero et al., 2022**). La aplicación de esta estrategia, identificando animales en el rebaño que presenten puntajes altos en FAMACHA (4 y 5), baja condición corporal (< 2) y alto conteo de huevos (500-1500 o >1500 hpg), permite reducir el número de cabras tratadas con antihelmínticos al año sin afectar negativamente su productividad (**Olivas-Salazar et al., 2019**). Sin embargo, se ha mencionado que se sugieren tratar todos los animales si hay una proporción >10% del rebaño con puntajes FAMACHA de 4 y 5 (anémicos) (**Ortíz-Domínguez et al., 2024**).

Por otro lado, bajo condiciones de lluvia, se recomienda adelantar la siguiente desparasitación en lugar de mantener el intervalo habitual de seis meses considerando implementar la estrategia de FAMACHA. Esto se debe a que la humedad crea un ambiente propicio para el desarrollo de las larvas, incrementando el riesgo de reinfección. Alternativamente, se recomienda implementar un control biológico mediante el uso de hongos nematófagos como *Duddingtonia flagrans* (**Olivas-Salazar et al., 2019**). Este hongo, que puede ser administrado a través del alimento o en una suspensión acuosa, ha demostrado reducir la población de larvas entre un 70% y 90%, gracias a su capacidad de capturarlas y alimentarse de ellas (**Bampidis et al., 2020**).

Producción y calidad láctea

En la **Tabla 8** se observan los resultados de la producción y calidad fisicoquímica de la leche de cabra. Se observaron diferencias significativas en la producción láctea por efecto de tiempo de evaluación ($p < 0.0001$), ya que se registró una reducción en la producción a mayor tiempo de medición. Por su parte, el porcentaje de grasa y proteína aumentó en el tercer mes con respecto al primero. El porcentaje de lactosa, sólidos no grasos, sólidos y densidad disminuyeron en el tercer mes en comparación con el primero, pero aumentaron a partir del cuarto mes. Finalmente, el pH disminuyó en el segundo mes, con respecto al primero, pero aumentó nuevamente en el tercer mes.

Tabla 8. Registros y resultados de la producción y calidad láctea mensual.

Mes	1 ^θ	2 [*]	3 [*]	4 [*]	5 [*]	Valor de P
Producción (L/día)	120.58 ± 1.18 ^A	115.71 ± 1.18 ^B	107.23 ± 1.20 ^C	82.74 ± 1.18 ^D	60.16 ± 1.20 ^E	< 0.0001
L/animal/día	2.62 ± 0.02 ^A	2.54 ± 0.02 ^{AB}	2.43 ± 0.02 ^B	2.06 ± 0.02 ^C	1.76 ± 0.02 ^D	< 0.0001
Grasa (%)	2.86 ± 0.27 ^{BC}	2.53 ± 0.27 ^C	3.16 ± 0.28 ^{ABC}	3.67 ± 0.27 ^{AB}	4.10 ± 0.27 ^A	< 0.0001
Proteína (%)	3.16 ± 0.06 ^B	3.16 ± 0.06 ^B	3.51 ± 0.07 ^A	3.40 ± 0.06 ^{AB}	3.47 ± 0.06 ^A	< 0.0004
Lactosa (%)	4.84 ± 0.10 ^B	4.84 ± 0.10 ^B	3.33 ± 0.10 ^C	5.13 ± 0.10 ^{AB}	5.32 ± 0.10 ^A	< 0.0001
Sólidos no grasos (%)	8.79 ± 0.18 ^B	8.73 ± 0.18 ^B	7.39 ± 0.19 ^C	9.25 ± 0.18 ^{AB}	9.59 ± 0.18 ^A	< 0.0001
Sólidos (%)	0.70 ± 0.01 ^B	0.70 ± 0.01 ^B	0.55 ± 0.01 ^C	0.75 ± 0.01 ^{AB}	0.78 ± 0.01 ^A	< 0.0001
Densidad (%)	29.69 ± 0.64 ^B	29.71 ± 0.64 ^B	26.69 ± 0.66 ^C	31.47 ± 0.64 ^{AB}	32.63 ± 0.64 ^A	< 0.0001
pH	6.49 ± 0.03 ^A	6.32 ± 0.03 ^B	6.40 ± 0.03 ^{AB}	6.35 ± 0.03 ^B	6.43 ± 0.03 ^{AB}	< 0.0097

Los resultados están expresados en media ± DE.

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

^θ Previa a las medidas de mitigación.

^{*} Posterior a las medidas de mitigación.

El descenso en la producción láctea coincide con lo reportado por **Catota-Gómez et al. (2016)**, quienes reportaron un pico inicial de producción en la primera medición de lactancia de 3.73 kg/día, seguido de un descenso progresivo hasta llegar al punto más bajo de producción de 1.48 kg/día. En el presente estudio se observó un pico de 2.62 L/animal/día en el primer mes, que luego descendió hasta 1.76 L/animal/día.

En cuanto a la producción promedio diaria, estudios previos han reportado producciones más altas de 4.3 a 4.6 kg/día (México) (**Schettino-Bermúdez et al., 2018**), 3.4 kg/día (Cuba) (**Bidot, 2013**) y 3.13 kg/día (Brasil) (**Lôbo et al., 2017**). También producciones similares a este estudio de 2.62 kg/día (México) (**Rojo-Rubio et al., 2016**). Pero también han reportado producciones más bajas que las obtenidas en el primer mes del presente estudio, de 1.47 a 2.27 kg/día (Argentina) (**Martinez et al., 2018**), 2.08 kg/día (Argentina) (**Steffen et al., 2021**) y 2.17 kg/día (México) (**Santos-Lavalle et al., 2022**).

La disminución en la producción lechera observada en este estudio puede atribuirse a diversos factores, como la fase de lactancia, el número de partos y el tamaño de la camada al parto (**Salvador y Martínez, 2007; Lôbo et al., 2017; Steffen et al., 2021**). Lamentablemente, no fue posible homogeneizar el grupo de animales debido a la ausencia de registros en la UP sobre el inicio de la lactancia, el historial de partos previos y el tamaño de la última camada. Esto no permitió evaluar el impacto que tuvieron las medidas correctivas sobre la producción. Recordando que estas medidas fueron el despezueño, despuntes, la limpieza profunda del recinto y la adición de enriquecimiento ambiental.

Un estudio realizado por **Lončarić et al. (2024)**, encontraron que las cabras enriquecidas produjeron más leche que el grupo control. No obstante, otros estudios afirman que el enriquecimiento ambiental puede tener diferentes efectos en las cabras secas y en ordeño (tiene un efecto beneficioso en las cabras secas, pero un efecto perjudicial en las cabras en ordeño) (**Wine et al., 2024**).

Por otro lado, la lactancia en cabras se clasifica en tres etapas: temprana (< 80 días), media (80-140 días) y tardía (> 140 días) (**Ibrahim y Ahmad, 2021**). Generalmente, el pico de producción de leche se alcanza entre la 8va y 12va semana posparto, seguido de un descenso progresivo (**Martinez et al., 2018**). La producción y el descenso productivo está estrechamente relacionado con el número de partos por cabra; las cabras nulíparas o múltíparas (> 5 partos) tienden a experimentar una disminución en la producción más rápida en comparación con aquellas en su tercer o cuarto parto (**Goetsch et al., 2011**).

En el presente estudio, las cabras tenían un rango de edad que va de 2 y 10 años, y todas habían tenido un parto previo, por lo que esta variación puede afectar el comportamiento de la producción diaria. Esto puede deberse a factores como la influencia hormonal, el grado de desarrollo que alcanza la glándula mamaria y el efecto residual de los alvéolos mamarios que no involucionaron por completo en lactancias anteriores, los cuales se suman a los nuevos alvéolos formados en cada lactancia (**Valencia-Magaña et al., 2023**).

Por otro lado, el tamaño de la camada influye en la producción diaria y total, pues se menciona que las cabras que tienen partos gemelares o triples prolongan más su lactación en comparación con cabras de un parto simple (**Rojo-Rubio et al., 2016; Goetsch et al., 2011**). Esto debido a que hay una correlación directa entre la producción y la masa placentaria (en gramos) debido a la cantidad de lactógenos placentarios y el número de fetos (**Martinez et al., 2018; Lôbo et al., 2017**).

Otro factor que afecta la producción lechera es la omisión del periodo de secado en las cabras. Aunque se ha sugerido que este periodo podría ser innecesario ya que no se observa una reducción significativa en la producción durante lactancias prolongadas (**Goetsch et al., 2011**), los hallazgos de **Caja et al. (2006)** ofrecen una perspectiva diferente. En su estudio, reportaron una disminución del 16% en la producción en comparación con la lactancia anterior, atribuida a alteraciones en el proceso de reposición celular. Sin embargo, también encontraron que periodos de secado cortos (27 días), permiten una adecuada involución mamaria sin afectar de manera importante la producción en la nueva lactancia.

Adicionalmente, factores fisiológicos como el celo y la preñez tienen un impacto significativo en la producción lechera (**Salvador y Martínez, 2007**). El celo tiende a reducir temporalmente la producción de leche, mientras que la preñez provoca el secado, especialmente durante el último mes antes del parto (**Caja et al., 2006**). En el presente estudio, estos factores impactaron los resultados, ya que el número de animales en producción disminuyó a partir del tercer mes de evaluación, lo que ocasionó una reducción significativa en los niveles de producción lechera registrados.

La interacción de estos factores fisiológicos y el manejo reflejan la complejidad de la producción lechera, destacando la importancia de considerar tener registros sobre esta información al analizar el efecto de las medidas implementadas en futuros estudios.

Los resultados en el porcentaje de grasa en los primeros 2 meses del estudio fueron inferiores (2.86 y 2.53%) que en otros estudios: 3.14 y 5.04% en México (**Salgado-Beltrán et al., 2023**), 3.67 y 4.98% en México (**Silva et al., 2019**), 2.8 a 3.3% en México (**Schettino-Bermúdez et al., 2018**), 3.24 y 3.65% en Brasil (**Lôbo et al., 2017**), 3.56% en Cuba (**Bidot, 2013**). Sin embargo, a partir del tercer mes los resultados fueron similares (3.16 y 3.67%), y en el último mes, los valores obtenidos superaron a los de algunos estudios (4.1%).

En relación con el porcentaje de proteína, los resultados obtenidos durante todo el estudio fueron superiores a los reportados en otros trabajos: 2.77 a 2.96% (**Salgado-Beltrán et al., 2023**), 2.6 a 2.9% (**Schettino-Bermúdez et al., 2018**) y 2.59 a 2.95% (**Lôbo et al., 2017**). Sin embargo, también se observaron valores similares o inferiores de 3.08 y 3.54% (**Silva et al., 2019**).

Finalmente, el porcentaje de lactosa registrado a lo largo del estudio, con excepción del tercer mes, fue superior al reportado en otros estudios: 4.18 a 4.46% (**Salgado-Beltrán et al., 2023**), 3.87 y 3.95% (**Silva et al., 2019**), 4.2 a 4.6% (**Schettino-Bermúdez et al., 2018**) y 4.1% (**Lôbo et al., 2017**).

La calidad de la leche también se ve influenciada por factores como la fase de lactancia en las cabras. **Martínez y Suárez (2018)** y **Catota-Gómez et al. (2016)** encontraron que durante la etapa temprana de la lactancia, la grasa y proteína presentan valores elevados debido a la producción de calostro, pero estos disminuyen durante el pico de producción. Después, conforme la producción láctea disminuye, los niveles de grasa y proteína vuelven a incrementarse (**Goetsch et al., 2011**). Esto refleja una relación inversa entre el volumen de leche producido y el contenido de grasa, proteína, sólidos totales, sólidos no grasos y densidad (**Lončarić et al., 2024**).

No obstante, los niveles de lactosa aumentan en la lactancia temprana y media, y disminuyen en la lactancia tardía (**Mestawet et al., 2012**). Este comportamiento se atribuye al papel de la lactosa en la regulación de la cantidad de agua absorbida en los alvéolos, lo que influye directamente en el volumen de leche producido (**Costa et al., 2019**).

El aumento en el cuarto mes de evaluación puede asociarse al ofrecimiento de un concentrado alto en energía (**Costa et al., 2019**). Esto debido a que durante el estudio, la dieta de las cabras varió debido a la disponibilidad del concentrado, coincidiendo que en los últimos meses se ofreció una mayor proporción de maíz a la dieta. Asimismo, el porcentaje proteico de la leche depende en 40 % de lo aportado por la dieta (**Schettino-Bermúdez et al., 2018**), lo cual influyó en los resultados del estudio, pues la dieta de los animales contaba con alto contenido proteico (28-29%).

Otro factor que influye en la calidad de la leche es la laminitis. Según el estudio de **Jaques et al. (2023)**, las cabras clínicamente cojas con lactancias prolongadas redujeron en un 4.81% la grasa, 8.48% la proteína y 7.69% la lactosa. En este estudio, aunque no se observó una alta proporción de cabras con cojera, el despezñado mostró efectos positivos al mejorar su bienestar general. Esto resulta clave para prevenir problemas inflamatorios que podrían impactar negativamente en el acceso al alimento y su apetito (**Gelasakis et al., 2015**), y, por ende, en su producción.

Finalmente, la condición corporal también juega un papel importante en la calidad de la leche, ya que durante la lactancia temprana se moviliza tejido adiposo para cubrir las altas demandas energéticas necesarias para producir una leche rica en nutrientes (**Goetsch et al., 2011**). Según la **tabla 5**, a partir del tercer mes evaluado aumentó el número de animales con una condición corporal adecuada, lo cual coincide con el incremento de los niveles de grasa, proteína y lactosa observado en la **Tabla 8**. Esto se pudo deber a un mayor acceso al alimento por el enriquecimiento ambiental con los costales de yute, así como por la estabulación que tuvieron por la temporada de lluvias. La leche se produce a partir de los nutrientes absorbidos a nivel intestinal y son transportados a través del torrente sanguíneo. Estos nutrientes son captados por la glándula mamaria, donde los lactocitos se encargan de sintetizar los principales componentes lácteos, como la proteína y la grasa (**Valencia-Magaña et al., 2023**).

Aunque se ha señalado que una mejor condición corporal (CC) en cabras no garantiza una mayor concentración de grasa y proteína en la leche (**Salvador y Martínez, 2007**), otros estudios han demostrado lo contrario. **Gráff et al. (2018)** reportaron un aumento significativo en el contenido graso (6% contra 4.6%) y proteico (3.1% contra 3.55%) de la leche en cabras con una CC entre 3 a 3.5 en comparación con aquellas con una CC 1.5 y 2. Además, mantener una CC adecuada contribuye a mantener un balance energético positivo y leche de mayor calidad sensorial. Esto debido a que la movilización del 30-40% del tejido adiposo puede predisponer al desarrollo de sabores rancios y ácidos en la leche, consecuencia del aumento en la lipólisis, y el consecuente aumento de ácidos grasos libres y de ácido butírico libre (**El-Tarabany et al., 2018; Eknæs et al., 2006**).

CONCLUSIÓN

El principal problema de bienestar identificado en el rebaño fue el sobrecrecimiento de pezuñas, una condición que predispone al desarrollo de laminitis, afectando negativamente la producción. La implementación del despezueño mejoró significativamente el bienestar animal, evidenciado por una disminución en la temperatura superficial de los carpos y tarsos. Sin embargo, se recomienda realizar esta práctica con mayor frecuencia, idealmente cada 8 semanas, en las unidades de producción.

Otro problema de bienestar detectado fue la baja condición corporal. La introducción de enriquecimiento ambiental favoreció el acceso al alimento para las cabras subordinadas y promovió la expresión de conductas propias de la especie. No obstante, es esencial tomar precauciones al seleccionar el tipo de enriquecimiento, ya que, debido a la curiosidad innata de las cabras, ciertos elementos pueden representar un riesgo para su seguridad. Asimismo, se recomienda homogeneizar a los animales por talla dentro de cada corral y considerar el rango que proporcionan los cuernos, con el fin de reducir conflictos y garantizar un acceso equitativo a los recursos disponibles.

La suciedad en el pelaje fue otro desafío importante, ya que predispone a los animales a desarrollar mastitis, laminitis y enfermedades respiratorias. La limpieza profunda del recinto facilitó el aseo de las instalaciones, mejorando el confort de los animales durante su estancia en los corrales.

La implementación de enriquecimiento ambiental mejoró el bienestar animal al fomentar conductas positivas y reducir las negativas. No obstante, se observó habituación al enriquecimiento durante el segundo mes, lo que resalta la importancia de diseñar un plan de enriquecimiento más dinámico y efectivo para minimizar este problema.

Por otro lado, la termografía infrarroja resultó ser una herramienta no invasiva y efectiva para evaluar el bienestar de las cabras lecheras tras aplicar medidas de mitigación. Su utilidad fue evidente al monitorear los efectos del despezueño a nivel de carpos y tarsos, pero se recomienda expandir su uso para evaluar también la región de las pezuñas, lo que podría proporcionar información más directa sobre posibles afecciones en esta zona. Asimismo, se recomienda continuar investigando su utilidad en la evaluación ocular y nasal para un diagnóstico oportuno de patologías en esta especie.

La desparasitación, aunque común en los rebaños, requiere de un manejo más controlado para evitar la resistencia farmacológica a los principales parásitos que afectan a las cabras. En temporadas de lluvia, es aconsejable aumentar la frecuencia de desparasitación e implementar estrategias como el uso del método FAMACHA y el control biológico, lo cual ayuda a reducir larvas en hipobiosis que podrían infectar al rebaño.

Finalmente, se observó una mejoría en la calidad de la leche, reflejada en un incremento en los porcentajes de grasa y proteína, lo que sugiere que las estrategias implementadas pudieron tener un impacto positivo. No obstante, tanto la producción

como la calidad láctea están influenciadas por factores como la etapa de lactancia, el número de partos y la prolificidad. La falta de registros detallados en la unidad de producción limitó la homogeneización del grupo de estudio y, por ende, la posibilidad de extraer conclusiones más objetivas. Se recomienda repetir el estudio considerando estas variables para obtener resultados más precisos y concluyentes.

BIBLIOGRAFÍA

- Ajuda, G.G., I., Battini, M. y Silwell, G.T. (2019). The role of claw deformation and claw size on goat lameness. *Veterinary and Animal Science*, 8, 100080.
- Alberca, V., León, D. y Falcón, N. (2020). Tenencia de animales de traspatio y evaluación de conocimientos y prácticas asociadas a exposición a agentes zoonóticos en La Coipa, Cajamarca, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(3), e18733.
- Alberti, E.G., Zanzani, S.A., Ferrari, N., Bruni, G. y Mandredia, M.T. (2012). Effects of gastrointestinal nematodes on milk productivity in three dairy goat breeds. *Small Ruminant Research*, 106, 12-17.
- Alberti, E.G., Zanzani, S.A., Gazzonis, A.L., Zanatta, G., Bruni, G., Villa, M. y Manfredi, M.T. (2014). Effects of gastrointestinal infections caused by nematodes on milk production in goats in a mountain ecosystem: Comparison between a cosmopolite and a local breed. *Small Ruminant Research*, 120, 155-163.
- Alcalá, C., Y. y Figueroa C., J.A. (2019). *Diagnóstico de parásitos de interés en medicina veterinaria*. Universidad Nacional Autónoma de México. pp: 82-84.
- Alcedo, M.J., Ito, K. y Maeda, K. (2015). Stockmanship competence and its relation to productivity and economic profitability: The context of backyard goat production in the Philippines. *Asian-Australas. Journal of Animal Science*, 28(3), 428-434.
- Anzaldo-Montoya, M. (2020). Entre la vulnerabilidad y la invisibilidad científica. Estudio sobre los aportes de las ciencias sociales a la investigación sobre ganadería caprina en México. *Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 30(55), e20915.
- Aréchiga, C.F., Aguilera, J.I., Rincón, R.M., Méndez de Lara, S., Bañuelos, V.R. y Meza-Herrera, C.A. (2008). Role and perspectives of goat production in a global world. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 9, 1-14.
- Arsenopoulos, K.V., Fthenakis, G.C., Katsarou, E.I. y Papadopoulos, E. (2021). Haemonchosis: A Challenging Parasitic Infection of Sheep and Goats. *Animals*, 11(2),
- Aschwanden, J., Gygax, L., Wechsler, B. y Keil, N. M. (2009a). Loose housing of small goat groups: influence of visual cover and elevated levels on feeding, resting and agonistic behaviour. *Applied Animal Behaviour Science*, 119, 171-179.
- Aschwanden, J., Gygax, L., Wechsler, B. y Keil, N. M. (2009b). Structural modifications at the feeding place: Effects of partitions and platforms on feeding and social behaviour of goats. *Applied Animal Behaviour Science*, 119(3-4), 180-192.

- Ashani, P.G., Palkumbura, S., Mahakapuge, T.A.N., R.M.K. Kavindra, Wijewerdana, V., Thiga K., R., y R.P.V Jayanthe. (2024). Mucosal Immunity of Major Gastrointestinal Nematode Infections in Small Ruminants Can Be Harnessed to Develop New Prevention Strategies. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(3), 1409.
- Ashish, M.S., Amandeep, D.S.B., Vishal, S.D., Yadav, D.C. y Singh, N. (2023). Infrared thermography as a non invasive tool for goat. *Indian Farmer*, 10(5), 194-197.
- Bampidis, V., Azimonti, G., Bastos, M.L., Christensen, H., Dusemund, B., Kos-Durjava, M. (2020). Safety and efficacy of BioWorma® (*Duddingtonia flagrans* NCIMB 30336) as a feed additive for all grazing animals. *EFSA Journal*, 18(7), 6208.
- Bartolomé, E., Azcona, F., Cañete-Aranda, M., Perdomo-González, D.I., Ribes-Pons, J. y Terán, E.M. (2019). Testing eye temperature assessed with infrared thermography to evaluate stress in meat goats raised in a semi-intensive farming system: a pilot study. *Archives Animal Breeding*, 62(1), 199-204.
- Battini, M., Barbieri, S., Vieira, A., Can, E., Stilwell, G. y Mattiello, S. (2018). The Use of Qualitative Behaviour Assessment for the On-Farm Welfare Assessment of Dairy Goats. *Animals*, 8(7), 123.
- Battini, M., Mattiello, S., Stilwell, G., Vieira, A., Canali, E., Barbieri, S. y Zanella, A. (2015a). *AWIN welfare assessment protocol for goats*. European Commission.
- Battini, M., Renna, M., Giammarino, M., Battaglini, L. y Mattiello, S. (2021). Feasibility and Reliability of the AWIN Welfare Assessment Protocol for Dairy Goats in Semi-extensive Farming Conditions. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8, 731927.
- Battini, M., Stilwell, G., Vieira, A., Barbieri, S., Canali, E. y Mattiello, S. (2015b). On-Farm Welfare Assessment Protocol for Adult Dairy Goats in Intensive Production Systems. *Animals*, 5(4), 934-950.
- Beauchamp, G. (2015). *Animal vigilance: monitoring predators and competitors*. Academic Press.
- Bidot F., A. (2013). Producción de leche de cabra y duración de la lactancia de los genotipos nubia, saanen y toggenburg en condiciones de pastoreo restringido y suplemento con concentrado. *Abanico Veterinario*, 3(1), 30-35.
- British Veterinary Association (BVA). (2018). Goat Veterinary Society position on goat kid disbudding and analgesia. Recuperado de: <https://www.bva.co.uk/media/1171/goat-kid-disbudding-rebranded-may-2019.pdf>
- Broom, D.M. (2011). Bienestar animal: conceptos, métodos de estudio e indicadores. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 24(3), 306-321.
- Brunet, V., Veissier, I., Botreau, R., Ginane, C., Rørvang, M.V., Boivin, X. y de Oliveira, D. (2024). Thematic factsheet - Environmental enrichment for goats. *EURCAW Ruminants & Equines*, 1.

- Byrne, D.Y., Berry, D.P., Esmonde, H., McGovern, F., Creighton, P. y McHugh, N. (2018). Infrared thermography as a tool to detect hoof lesions in sheep. *Translational Animal Science*, 3(1), 577-588.
- Caja, G., Salama, A.A.K. y Such, X. (2006). Omitting the Dry-Off Period Negatively Affects Colostrum and Milk Yield in Dairy Goats. *Journal of Dairy Science*, 89(11), 4220-4228.
- Can, E., Vieira, A., Battini, M., Mattiello, S. y Stilwell, G. (2016). On-farm welfare assessment of dairy goat farms using animal-based indicators: the example of 30 commercial farms in Portugal. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*, 66(1), 43-55.
- Carson, A., Reichel, R., Bell, S. Collins, R. y Smith, J. (2023). Surveillance focus. *Haemonchus contortus: an overview. Vet Record*, 7(14), 26-28.
- Carvalho, N., das Neves, J.E., Pennacchi, C.S. y Talamini d.A, A.F. (2023). Hypobiosis and Development of *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* Infection in Lambs under Different Levels of Nutrition. *Ruminants*, 3(4), 401-412.
- Castagna, F., Bava, R., Gagliardi, M., Russo, S., Poerio, G., Ruga, S., Lupia, C., Cringoli, G., Bosco, A., Rinaldi, L. (2024). Prevalence of Helminths in Small Ruminant Farms and Evaluation of Control Practices Used to Counter Anthelmintic Resistance in Southern Italy. *Pathogens*, 13, 493.
- Catota-Gómez, L.D., Martínez-González, J.C., Hernández-Hernández, N., Goyes-Vera, F.R. y Rivera-Sandoval, J.P. (2016). Curva de lactancia en cabras saanen. *Memorias del XL Aniversario del Congreso Nacional e Internacional de Buiatría*. pp: 732-736.
- Chávez-Espinoza, M., Cantú-Silva, I., González-Rodríguez, H. y Montañez-Valdez, O.D. (2021). Small ruminant production systems in Mexico and their effect on productive sustainability. *Revista MVZ Córdoba*, 27(1), e2246.
- CORDIS. (2020). Integrating innovative technologies along the value chain to improve small ruminant welfare management. European Commission. Recuperado de: <https://cordis.europa.eu/project/id/862050>
- Costa, A., Lopez-Villalobos, N., Sneddon, N.W., Shalloo, L., Franzoi, M., De Marchi, M. y Penasa, M. (2019). Invited review: Milk lactose—Current status and future challenges in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 102(7), 5883-5898.
- Costa, E.O., Gordiano, L.A., Ferreira, F.G., Santos, S.A., de Carvalho, G.G., de Araújo, M.L. y Tosto, M.S.L. (2023). Thermography as an indicator of goat welfare in an intensive production system. *Tropical Animal Health and Production*, 55, 373.
- Čukić, A., Rakonjac, S., Djokovic, R., Cincovic, M., Bogosavljević-Bošković, S., Petrovic, M., Savić, Ž., Andjušić, L., y Andjelic, B. (2023). Influence of heat stress on body temperatures measured by infrared thermography, blood metabolic parameters and Its correlation in sheep. *Metabolites*, 13(8), 957.
- Czycholl, I., Büttner, K., Grosse Beilage, E. y Krieter, J. (2015). “Review of the assessment of animal welfare with special emphasis on the “Welfare

- quality@animal welfare assessment protocol for growing pigs.” *Archives Animal Breeding*, 58(2), 237-249.
- de la Cruz C., L.A., Pérez P., E., Larrondo C., C., Vázquez G., J.M. y Roldán S., P. (2022). Uso de la termografía infrarroja en la detección oportuna de problemas de salud en rumiantes. *Uso de la termografía infrarroja en la detección oportuna de problemas de salud en rumiantes*. BM Editores. 8-15.
- Deeming, L.E., Beausoleil, N.J., Stafford, K.J., Webster, J.R., Cox, N. y Zobel, G. (2022). Evaluating the long-term conformation and hoof growth effects of starting hoof trimming at 5 months of age in New Zealand dairy goats. *Journal of Dairy Science*, 106, 1065-1077.
- Domínguez, M., De La Rosa, J.D.P., Landi, V., De La Rosa, J.P., Vázquez, N., Martínez, A. y Fuentes-Mascorro, G. (2018). Genetic diversity and population structure analysis of the Mexican Pastoreña Goat. *Small Ruminant Research*, 168, 76-81.
- Eknæs, M., Kolstad, K., Volden, H. y Hove, K. (2006). Changes in body reserves and milk quality throughout lactation in dairy goats. *Small Ruminant Research*, 63 (1-2), 1-11.
- El-Tarabany, M.S., El-Tarabany, A.A. y Roushdy, E.M. (2018). Impact of lactation stage on milk composition and blood biochemical and hematological parameters of dairy Baladi goats. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 25(8), 1632-1638.
- European Food Safety Authority (EFSA). (2012). Statement on the use of animal-based measures to assess the welfare of animals. Panel on Animal Health and Welfare (AHAW). *EFSA Journal*, 10(6), 2767.
- Façanha, D., A., Peixoto, G.C., Ferreira, J.B., de Sousa, E.R., Paiva, R.D. y Fernandes R., A.R. (2018). Detecting estrus in Canindé goats by two infrared thermography methods. *Acta Veterinaria Brasilica*, 12, 49-54.
- Farm Animal Welfare Council (FAWC). (2007). *FAWC Report on stockmanship and farm animal welfare*. Londres, Reino Unido. Pp: 7.
- Galindo, M., F., Orihuela T., A. y Ungerfeld M., R. (2024). *Etología aplicada: fundamento científico del comportamiento y bienestar animal*. Universidad Nacional Autónoma de México. pp: 59-65.
- Gallo, C.S. y Tadich, T.G. (2018). *Perspective from Latin America*. In: *Advances in Agricultural Animal Welfare. Science and Practice*. Elsevier.
- García-Bracho, D., Hank, M., Pino, D., Vivas, I., Leal, M. y Clerc, K. (2009). Prevención de enfermedades podales mediante el recorte funcional de la pezuña al momento del secado en vacas lecheras confinadas en el trópico. *Revista Científica*, 19(2), 147-152.
- Gelasakis, A.I., Arsenos, G., Valergakis, G.E. y Banos G. (2015). Association of lameness with milk yield and lactation curves in Chios dairy ewes. *Journal of Dairy Research*, 82, 193-199.
- Gelberg, H.B. (2017). *Pathologic Basis of Veterinary Disease* (6a edición). Chapter 7. *Alimentary System and the Peritoneum, Omentum, Mesentery, and Peritoneal Cavity*. Elsevier. pp: 400.

- Ghezzi, M.D. (2018). ¿Cómo Medimos el Bienestar Animal?. BM Editores. Recuperado de: <https://bmeditores.mx/porcicultura/como-medimos-el-bienestar-animal/>
- Goetsch, A.L., Zeng, S.S. y Gibson, T.A. (2011). Factors affecting goat milk production and quality. *Small Ruminant Research*, 101(1-3), 55-63.
- Gráff, M., Mikó, E., Zádori, B. y Csanádi, J. (2018). The Relationship between Body Condition and Milk Composition in Dairy Goats. *Advanced Research in Life Sciences*, 2(1), 26-29.
- Grosso, L., Battini, M., Wemelsfelder, F., Barbieri, S., Minero, M., Costa, E.D. y Mattiello, S. (2016). On-farm Qualitative Behaviour Assessment of dairy goats in different housing conditions. *Applied Animal Behaviour Science*, 180, 51-57.
- Guatteo, R., Levionnois, O., Fournier, D., Guémené, D., Latouche, K., Leterrier, C., Mormède, P., Prunier, A., Servière, J., Terlouw, C. y Le Neindre, P. (2012). Minimising pain in farm animals: the 3S approach - 'Suppress, Substitute, Soothe'. *Animal*, 6(8), 1261-1274.
- Hempstead, M.N., Lindquist, T.M., Shearer, J.K., Shearer, L.C., Cave, V.M. y Plummer, P.J. (2021). Welfare Assessment of 30 Dairy Goat Farms in the Midwestern United States. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 646715.
- Hoyos-Patiño, J.F., Hernández-Villamizar, D.A. y Velásquez-Carrascal, B.L. (2021). Medición del bienestar animal en caprinos de la granja experimental de la Universidad Francisco de Paula Santander - Ocaña, aplicando el Protocolo Welfare Quality®. *Aibi revista de investigación, administración e ingeniería*, 9(1), 1-7.
- Ibrahim, N.S. y Ahmad T., F.H. (2021). Evaluation of milk production and milk composition at different stages of saanen dairy goats. *Journal Of Agrobiotechnology*, 12(1), 204-211.
- Jaimez-Rodríguez, P.R., González-Pech, P.G., Ventura-Cordero, J., Brito, D.R.B., Costa-Júnior, L.M., Sandoval-Castro, C.A. y Torres-Acosta, J.F.J. (2019). The worm burden of tracer kids and lambs browsing heterogeneous vegetation is influenced by strata harvested and not total dry matter intake or plant life form. *Tropical Animal Health and Production*, 51, 2243-2251.
- Jaques, N., Turner, S.A., Vallée, E., Heuer, C. y Lopez-Villalobos, N. (2023). The Effect of Lameness on Milk Production of Dairy Goats. *Animals*, 13(11), 1728.
- Jean-Luop, R., Ruth C., N. y Manja, Z.S. (2023). Editorial: Positive welfare: from concept to implementation. *Frontiers*, 4, 1289659.
- Kaba, T., Telefe, G. y Waktale, H. (2023). Sheep and goat response to *Trichostrongylus colubriformis* infection based on egg output and worm burden. *Tropical Animal Health and Production*, 55, 177.
- Kakarash, N.A., Ramzi, D.O., Ismaeel, D.O. y Marif, H.F. (2021). Efectos of environmental enrichment on behaviours and welfare of meriz goat. *Assiut Veterinary Medical Journal*, 67(170), 11-18.
- Kim, J. y Breuer, G.J. (2008). Temporospacial and kinetic characteristics of sheep walking on a pressure sensing walkway. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 72(1), 50-55.

- Koluan, N. y Göncü, S. (2016). Measurements of healthy hooves, their interrelation and correlation with body mass in some improved goat breeds. *International Journal of Agriculture Environment*, 1, 108-116.
- Kotze, A.C. y Prichard, R.K. (2016). Chapter Nine - Anthelmintic Resistance in *Haemonchus contortus*: History, Mechanisms and Diagnosis. *Advances in Parasitology Volume*, 93, 397-428.
- Koyuncu, M. y Altınçekiç, S.Ö. (2013). Importance of body condition score in dairy goats. *Macedonian Journal of Animal Science*, 3(2), 167-173.
- Lôbo, A.M.B., Lôbo, R.N.B, Facó, O., Souza, V., Alves, A.A.C, Costa, A.C. y Albuquerque, M.A.M. (2017). Characterization of milk production and composition of four exotic goat breeds in Brazil. *Small Ruminant Research*, 153, 9-16.
- Lončarić, N., Gračnerb, G.G., Grizelj, J., Dovčd, A., Gračnere, D. y Đuričić, D. (2024). The impact of environmental enrichment on behavior, welfare, saliva cortisol levels and milk production in Saanen goats. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 12, e2024025.
- Lu, C. y Miller, B. (2019). Current status, challenges and prospects for dairy goat production in the Americas. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32(8), 1244-1255.
- Maldonado-Jaquez, J.A., Granados-Rivera, L.D., Pastor-López, F.J., Isidro-Requejo, L.M. y Salinas-González, H. (2017). Uso de un alimento integral como complemento a cabras locales en pastoreo: respuesta en producción y composición química de la leche. *Nova scientia*, 9(18), 55-75.
- Manteca V., X. (2009). *Etología veterinaria* (1a edición). Multimédica. pp: 229-231.
- Martínez, G.M. y Suárez, V.H. (2018). *Goat dairying: production, management, health, quality of milk and products*. Buenos Aires, Argentina: INTA. Pp. 37-41.
- Martinez, G.M., León J., j.M., Suarez, V.H. y Barba C., C. (2018). Determinación de la curva de lactancia de cabras Saanen del noroeste argentino. *FAVE Sección Ciencias Veterinarias*, 17(1), 6-11.
- Martínez-Yáñez, R. (2024). Método Epi-Dom para la evaluación del bienestar animal. *Entorno Ganadero*, 100-112.
- Mellor, D.J., Beausoleil, N.J., Littlewood, K.E., McLean, A.N., McGreevy, P.D., Jones, B. y Wilkins, C. (2020). The 2020 Five Domains Model: Including Human–Animal Interactions in Assessments of Animal Welfare. *Animals*, 10(10), 1870.
- Mendes P., V.C., Bassoto F., J., Yasuoka, M.M., Ollhoff, R.D., Gallo, S.B. y Birgel J., E.H. (2022). Effect of trimming of overgrown and deformed claws in goats on morphometric measurements. *Veterinary Research Communications*, 46, 947-954.
- Mestawet, T.A., Girma, A., Ådnøy, T., Devold un, T.G., Narvhus, J.A. y Vegarud, G.E. (2012). Milk production, composition and variation at different lactation stages of four goat breeds in Ethiopia. *Small Ruminant Research*, 105(1-3), 176-181.
- Mincu, M., Nicolae, I. y Gavojdian, D. (2023). Infrared thermography as a non-invasive method for evaluating stress in lactating dairy cows during isolation challenges. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1236668.

- Minnig, A., Zufferey, R., Thomann, B., Zwygart, S., Keil, N., Schüpbach-Regula, G., Miserez, R., Stucki, D. y Zanolari, P. (2021). Animal-based indicators for on-farm welfare assessment in goats. *Animals*, 11(11), 3138.
- Miranda-de la Lama, G.C. y Mattiello, S. (2010). The importance of social behaviour for goat welfare in livestock farming. *Small Ruminant Research*, 90 (1-3), 1-10.
- Miranda-de la Lama, G.C., Pinal, R., Fuchs, K., Montaldo H.H., Ducoing, A. y Galindo, F. (2013). Environmental enrichment and social rank affects the fear and stress response to regular handling of dairy goats. *Journal of Veterinary Behavior*, 8(5), 342-348.
- Molento, M.B., Buzatti, A. y Sprenger, L.K. (2016). Pasture larval count as a supporting method for parasite epidemiology, population dynamic and control in ruminants. *Livestock Science*. 192, 48-54.
- Munguía-Xóchihua, J., Navarro-Grave, R., Hernández-Chávez, J., Molina-Barrios, R. Cedillo-Cobián, J. y Granados-Reyna, J. (2018). Parásitos gastroentéricos, población haemonchus contortus en caprinos en clima semiárido de Bacum, Sonora, México. *Abanico Veterinario*, 8(3), 42-50.
- Neave, H.W., Keyserlingk, M.A.G., Weary, D.M. y Zobel, G. (2018). Feed intake and behavior of dairy goats when offered an elevated feed bunk. *Journal of Dairy Science*, 101, 1-8.
- Nedeva, I. (2020). Primary factors influencing sheep welfare in intensive and extensive farming systems – a review article. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 26 (1), 97-106.
- Negash, B., Seyoum, W. y Sheferaw, D. (2023). Seasonal Prevalence and Status of Anthelmintic Resistance of Goats' Gastrointestinal Nematodes, Mirab Abaya, Southern Ethiopia. *Journal of Parasitology Research*, 25, 9945998.
- Nenadovic, K., Ilic, T., Jovanovic, N., Bugarski, D. y Vucinic, M. (2021). Welfare of Native Goat Breeds in Serbia—Emphasis on Parasitological Infections. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 678880.
- Ojeda-Robertos, B.F., Aguirre-Serrano, A.M., Cardenas de la Cruz, R., Hernández-Martínez, L.N., Peralta-Torres, J.A., Chay-Canul, A.J., Priego-García, J.A. y Rodríguez-Vivas, R.I. (2022). *Strongyloides* sp. resistentes al albendazol y levamisol en búfalos de México. *Revista MVZ Córdoba*, 27(2), e2227.
- Olivas S., R. (2019). *Prevalencia, factores asociados y resistencia antihelmíntica de nemátodos gastrointestinales en hatos caprinos en agostaderos semiáridos del noreste de México* [Tesis de Doctorado]. Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Olivas-Salazar, R., Aguilar-Caballero, A.J., Estrada-Angulo, A., Mellado, M., Castro-Pérez, B.I., Ruiz-Zárte, F. y Gutiérrez-Blanco. (2019). Factors associated to gastrointestinal nematodes infections in dairy goats grazing on semi-arid rangelands of northeastern Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 22, 585-594.
- Olivas-Salazar, R., Estrada-Angulo, A., Mellado, M., Aguilar C., A.J., Castro-Pérez, B.I., Gutiérrez-Blanco, E. y Ruiz-Zárte, F. (2018). Prevalence of gastrointestinal nematode infections in goat flocks on semi-arid rangelands of northeastern Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 50, 807-813.

- Ortíz-Domínguez, G.A., González-Pech, P.G., Torres-Acosta, J.F.J., Ventura-Cordero, J., Villalba, J. y Sandoval-Castro, C.A. (2024). Relevance of Individual Data When Assessing the Gastrointestinal Nematode Infection Level, Nutritional and Productive Variables in a Tropical Farm Context: The Median Isn't the Message. *Animals*, 14(4), 603.
- Pamungkas, F.A., Purwanto, B.P., Manalu, W., Yani, A. y Sianturi, R.G. (2020). Use of infrared thermography for identifying physiological and hematological conditions of young Sapera dairy goats. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 25(3), 120-130.
- Phythian, C.J., Michalopoulou, E., Cripps, p.J., Duncan, J.S. y Wemelsfelder, F. (2016). On-farm qualitative behaviour assessment in sheep: repeated measurements across time, and association with physical indicators of flock health and welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, 175, 23-31.
- Rahaman, I., Samanta, R., Ghosh, C.P. y Datta, S. (2021). Dairy cattle welfare assessment-importance and significance: A review. *The Pharma Innovation Journal*, 10(2), 226-231.
- Reyes-Guerrero, D.E., Olmedo-Juárez, A. y Mendoza-de Gives, P. (2022). Control y prevención de nematodosis en pequeños rumiantes: antecedentes, retos y perspectivas en México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 12(3), 186-204.
- Rodrigues G., K.A., Valentim, J.K., Ramos L., S.S., Dallago, G.M., Cruz V., R. y Costa P., A.L. (2018). Behavior of Saanen dairy goats in an enriched environment. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 40, e42454.
- Rodríguez O., P.P. (2017). *Evaluación del bienestar animal en el sistema de producción caprino de la Granja Experimental Villa Marina y de la Granja La Isla, mediante el Protocolo Welfare Quality®* [Tesis de licenciatura]. Universidad de Pamplona.
- Rojo-Rubio, R., Kholif, A.E., Salem, A.Z.M., Mendoza, G.D., Elghandour, M.M.M.Y., Vazquez-Armijo, J. F. y Lee-Rangel, H. (2016). Lactation curves and body weight changes of Alpine, Saanen and Anglo-Nubian goats as well as pre-weaning growth of their kids. *Journal of Applied Animal Research*, 44(1), 331-337.
- Romero Q., M.T. (2022). *Evaluación termográfica en miembros locomotores como un indicador del bienestar animal en cabras estabuladas* [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sailer, L. M., Holinger, M., Burla, J.B., Wechsler, B., Zanolari, P. y Friedli, K. (2021). Influence of housing and management on claw health in Swiss dairy goats. *Animals*, 11, 1873.
- Salgado-Beltrán, V.A., Murillo-Amador, B., Nieto-Garibay, A., MontesSánchez, J.J., Aguilera, N., Ortega-Pérez, R. (2023). Seasonal quality of milk from Creole grazing goats, stabled Saanen and French-Alpine goats. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 36(2), 80-88.
- Salvador, A. y Martínez, G. (2007). Factores que Afectan la Producción y Composición de la Leche de Cabra: Revisión Bibliográfica. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 48(2), 61-76.

- Santos-Lavalle, R., FloresVerduzco, J. J., Olmos-Oropeza, G., Roldán-Suárez, E. e Islas-Moreno, A. (2022). Goat milk production in Guanajuato, Mexico: Coordination mechanisms established in the agri-food chain. *Agro Productividad*, 15(6), 51-58.
- Sanon, H. O., Kaboré-Zoungrana, C. y Ledin, I. (2007). Behaviour of goats, sheep and cattle and their selection of browse species on natural pasture in a Sahelian area. *Small Ruminant Research*, 67, 64-74.
- Schettino-Bermúdez, B.S., Gutiérrez-Tolentino, R., Vega, S.L., Escobar-Medina, A., Pérez-González, J.J. y González-Ronquillo, M. (2018). Composición láctea y perfil de ácidos grasos en leche de cabra de Guanajuato, México. *Revista de Salud Animal*, 40(2), 1-14.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2023). Panorama agroalimentario 2023. Gobierno de México. Recuperado de: <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/panorama-agroalimentario-258035>
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). (2016). Ley Federal de Sanidad Animal. Gobierno de México. Recuperado de: <https://www.gob.mx/senasica/documentos/ley-federal-de-sanidad-animal>
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). (2019). Manual de Buenas Prácticas en producción de leche caprina. Gobierno de México. Recuperado de: <https://www.gob.mx/senasica/documentos/produccion-de-leche-caprina?state=published>
- Shi, J. y Dunbar, R.I.M. (2006). Feeding competition within a feral goat population on the Isle of Rum, NW Scotland. *Journal of Ethology*, 24, 117-124.
- Silva S., M.A. (2021). *Bienestar animal en cabras lecheras: sanidad y producción en sistemas intensivo y semi-intensivo en el Altiplano Mexicano* [Tesis de Maestría]. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Silva S., Gutiérrez T., R., Vázquez F., M., Tapia R., M.Z., Mondragón A., J. y Jiménez B., M.R. (2019). Composición química de leche de cabra en la zona semiárida de Querétaro. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 6(2), 970-976.
- Silva S., M.A., Mondragón-Ancelmo, J., Jiménez B., M.R., Rodríguez L., G. y Napolitano, F. (2020). Assessing dairy goat welfare in intensive or semi-intensive farming conditions in Mexico. *Journal of Dairy Science*, 104, 6175-6184.
- Sondresen, T., Bakken, M. y Andersen, I.L. (2008). Social instability and consequences on eating and resting time in goats. Proceedings of the 18th Nordic Symposium of the ISAE, Oscarsborg, Norway, January, pp. 16-18.
- Stanley, C. R. y Dunbar R. I. M. (2013). Consistent social structure and optimal clique size revealed by social network analysis of feral goats, *Capra hircus*. *Animal Behaviour*, 85, 771-779.
- Steffen, K.D., Arias, R.O., Gortari, L. y Moré, G. (2021). Caracterización de la curva de lactancia y rendimiento en cabras Saanen de un tambo semi-intensivo de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *FAVE – Sección de Ciencias Veterinarias*, 20, 41-46.

- Tadich, N. (2011). Bienestar animal en bovinos lecheros. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 24(3), 293-300.
- Tajonar, K., López D., C.A., Sánchez I., L.E., Chay-Canul, A.J., González-Ronquillo, M. y Vargas-Bello-Pérez, E. (2022). A Brief Update on the Challenges and Prospects for Goat Production in Mexico. *Animals*, 12, 837.
- Taylor, P.S., Schrobback, P., Verdon, M. y Lee, C. (2023). An effective environmental enrichment framework for the continual improvement of production animal welfare. *Animal Welfare*, 14(32), e14.
- Temple, D. y Manteca, X. (2020). Animal Welfare in Extensive Production Systems Is Still an Area of Concern. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 545902.
- Toxqui G., Y. (2006). *Efecto del enriquecimiento ambiental sobre el bienestar y comportamiento productivo en cabras lecheras en estabulación* [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Valencia-Magaña, F., Prado-Rebolledo, O., Hernández-Rivera, J., Cruz-Tamayo, A. y García-Casillas, A. (2023). The goat udder: mechanism of milk secretion, and protein/fat synthesis. *Abanico veterinario*, 13, e202.
- Vargas-Bello-Pérez, E., Miranda L., G.C., Lemos T., D., Enríquez-Hidalgo, D., Tadich, T. y Lensik, J. (2017). Farm Animal Welfare Influences on Markets and Consumer Attitudes in Latin America: The Cases of Mexico, Chile and Brazil. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 30, 697-713.
- Vries M., Bokkers, E.A.M., van Schaik, G., Engel, B., Dijkstra, T. y de Boer, I.J.M. (2014). Exploring the value of routinely collected herd data for estimating dairy cattle welfare. *Journal of Dairy Science*, 97(2), 715-730.
- Weatherspark. (s.f.). El clima y el tiempo promedio en todo el año en Tenancingo. Weather Spark. Recuperado de: <https://es.weatherspark.com/y/5433/Clima-promedio-en-Tenancingo-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o#>
- Whittaker, A.L., Muns, R., Wang, D., Martínez-Burnes, J., Hernández-Ávalos, I., Casas-Alvarado, A., Domínguez-Oliva, A., y Mota-Rojas, D. (2023). Assessment of Pain and Inflammation in Domestic Animals Using Infrared Thermography: A Narrative Review. *Animals*, 13(13), 2065.
- Wildbolz, L.E., Díaz, C., Rodríguez, V. y Sánchez, M. (2019). Evaluación del bienestar animal en las explotaciones de caprino de raza florida. *Dialnet*, 383.
- Wine, Y., Vaidenfeld, O., Sabastian, C., Bar Shira, E., Mabjeesh, SJ, Tagari, H. y Friedman, A. (2024). The Effect of Environmental Enrichment on Selected Physiological and Immunological Stress-Related Markers in Dairy Goats. *Biology*, 13(11), 859.
- Zobel, G., Barnaby, E. y Watson T. (2023). Seeing beyond gait: A case study identifying chronic laminitis in 3 goats. *Small Ruminant Research*, 227, 107068.
- Zobel, G., Neave, H.N. y Webster, J. (2019). Understanding natural behavior to improve dairy goat (*Capra hircus*) management systems. *Translational Animal Science*, 3(1), 212-224.