



Trampa para el control de moscas de los cuernos (*Haematobia irritans*) en vacas lecheras

Trap for the control of horn flies (*Haematobia irritans*) in dairy cows

Armadilha para controlar moscas dos chifres (*Haematobia irritans*) em vacas leiteiras

ARTÍCULO ORIGINAL



Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:
<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v8i24.307>

Edgar Imbaquingo Benalcázar
imbaquingo_100@hotmail.com

Orlando Meneses Quelal
orlando.meneses@upecc.edu.ec

Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Tulcán, Ecuador

Artículo recibido 23 de julio 2024 / Arbitrado 30 de agosto 2024 / Publicado 20 de septiembre 2024

RESUMEN

La investigación evalúa la eficacia de una trampa de paso para el control de la mosca de los cuernos (*Haematobia irritans*) en vacas lecheras en la Finca San José, ubicada en Tulcán, Ecuador. *Haematobia irritans* representa un problema para la ganadería, afectando la salud y productividad del ganado. Tradicionalmente, se han empleado plaguicidas químicos para su control, pero el uso excesivo ha provocado resistencia en las moscas y problemas ambientales. En este estudio, se diseñó y probó un prototipo de trampa de paso, el cual se instaló estratégicamente en la ruta diaria de las vacas hacia los potreros después del ordeño. Se realizaron conteos de moscas antes y después de que las vacas atravesaran la trampa, con un total de 15 mediciones a lo largo de seis semanas. Los resultados mostraron una reducción significativa en el número de moscas, con una disminución promedio del 35% al 45%. La eficacia de la trampa varió según el color del ganado y las condiciones climáticas, siendo más efectiva en días soleados. Además, se observó una correlación positiva entre la reducción de moscas y el incremento en la producción de leche, lo que sugiere que la disminución del estrés inducido por las moscas y la mejora en la salud contribuye a una mayor productividad lechera. Este estudio subraya la importancia de adoptar métodos de control de plagas más sostenibles y específicos para mejorar la eficiencia productiva en la ganadería.

Palabras clave: Control de plagas; *Haematobia irritans*; Ganadería lechera; Prototipo

ABSTRACT

The study evaluates the effectiveness of a walk-through trap for the control of horn flies (*Haematobia irritans*) in dairy cows at Finca San José, located in Tulcán, Ecuador. Horn flies represent a significant challenge for livestock, affecting cattle health and productivity. Traditionally, chemical pesticides have been used for their control, but overuse has led to resistance in flies and environmental problems. In this study, a walk-through trap prototype was designed and tested, which was strategically installed on the daily route of cows to the pastures after milking. Fly counts were made before and after the cows passed through the trap, with a total of 15 measurements over six weeks. The results showed a significant reduction in the number of flies, with an average decrease of 35% to 45%. The effectiveness of the trap varied according to the color of the cattle and the weather conditions, being more effective on sunny days. Furthermore, a positive correlation was observed between fly reduction and increased milk production, suggesting that decreased fly-induced stress contributes to higher milk productivity. This study underlines the importance of adopting more sustainable and targeted pest control methods to improve productive efficiency in livestock farming.

Key words: Pest control; Horn fly; Dairy farming; Trap effectiveness

RESUMO

A pesquisa avalia a eficácia de uma armadilha de passagem para o controle da mosca dos chifres (*Haematobia irritans*) em vacas leiteiras na Finca San José, localizada em Tulcán, Equador. A mosca dos chifres representa um desafio significativo para a pecuária, afetando a saúde e a produtividade do gado. Tradicionalmente, pesticidas químicos têm sido usados para controlá-la, mas o uso excessivo tem causado resistência nas moscas e problemas ambientais. Neste estudo foi projetado e testado um protótipo de armadilha de passagem, que foi instalada estrategicamente no trajeto diário das vacas até os piquetes após a ordenha. As contagens de moscas foram realizadas antes e depois das vacas passarem pela armadilha, com um total de 15 medições durante seis semanas. Os resultados mostraram uma redução significativa no número de moscas, com uma diminuição média de 35% a 45%. A eficácia da armadilha variou dependendo da cor do gado e das condições climáticas, sendo mais eficaz em dias ensolarados. Além disso, foi observada uma correlação positiva entre a redução de moscas e o aumento da produção de leite, sugerindo que a diminuição do stress induzido pelas moscas contribui para o aumento da produtividade do leite. Este estudo destaca a importância da adoção de métodos de controle de pragas mais sustentáveis e específicos para melhorar a eficiência produtiva na pecuária.

Palavras-chave: Controle de pragas; Mosca de chifre; Pecuária leiteira; Eficácia da armadilha

INTRODUCCIÓN

La mosca de los cuernos (*Haematobia irritans*) constituyen un desafío persistente para la industria ganadera, afectando gravemente tanto el bienestar de los animales como la eficiencia en la producción pecuaria (1). Estas plagas, ampliamente distribuidas en regiones ganaderas, no solo causan molestias físicas a los bovinos, sino que también tienen un impacto directo en su rendimiento de la producción animal. Pérez de León et al. (2), destacan que la presencia de estas moscas genera estrés, lo que se traduce en una disminución significativa de la producción de leche y carne.

El control de las moscas del cuerno ha sido tradicionalmente manejado mediante el uso de plaguicidas químicos (3). Sin embargo, el uso indiscriminado de estos productos ha derivado en la resistencia de estos insectos, reduciendo la eficacia de los tratamientos y contribuyendo a la contaminación ambiental (4). Además, este enfoque presenta riesgo tanto para la salud animal como para la calidad de los productos pecuarios, debido a la acumulación de residuos químicos. Según, Psota et al. (5) en su publicación sobre los desafíos y soluciones relacionadas con las moscas del cuerno, subraya que la resistencia a los insecticidas se ha convertido en un problema cada vez más prevalente, exacerbando los impactos económicos y ambientales asociados.

Ante este panorama, es necesario replantear las estrategias de manejo de plagas en la ganadería, enfocándose en soluciones que sean efectivas y sostenibles. La implementación de trampas específicas emerge como una alternativa prometedora. Estudios como el de Miraballes et al. (6), demuestran que estas trampas pueden reducir significativamente la población de moscas del cuerno en las explotaciones ganaderas, ofreciendo una solución más sustentable con el ambiente.

Para entender mejor la magnitud del problema, es fundamental caracterizar la especie *Haematobia irritans*. Esta mosca, en su forma adulta, mide aproximadamente 4 mm de longitud y se distingue por un tórax de color negro con cuatro bandas longitudinales interrumpidas en la sutura transversal. Su aparato bucal, perforador-succionador, le permite alimentarse de la sangre de los bovinos, lo que provoca daños en la piel, incluyendo puntos negros y orificios resultantes de las respuestas inflamatorias dérmicas (7).

De esta manera, el comportamiento alimenticio de *Haematobia irritans* agrava su impacto en la ganadería. Las moscas, tanto machos como hembras, se alimentan entre 20 y 38 veces al día, consumiendo pequeñas porciones de sangre en cada ocasión (8). Este comportamiento no solo provoca un estrés considerable en los animales, sino que también los expone a

infecciones por microorganismos patógenos, como los causantes de la anaplasmosis y babesiosis bovina, enfermedades que representan pérdidas económicas significativas a nivel mundial (9).

Además, las repercusiones económicas de la infestación por *Haematobia irritans* en la ganadería son considerables. Los animales afectados muestran cambios en su comportamiento, como el incremento del estrés, que a su vez impacta negativamente en la producción agropecuaria (10). Además, la transmisión de agentes infecciosos por estas moscas añade otra capa de complejidad al problema. En respuesta a estas preocupaciones, investigaciones recientes han explorado alternativas al uso de plaguicidas tradicionales. Por ejemplo, Oyarzún et al. (11) investigaron el uso de insecticidas botánicos, como el Árbol del Paraíso, para el control de *Haematobia irritans*, subrayando la necesidad de diversificar las estrategias de control para evitar el desarrollo de resistencia en las plagas.

En este contexto, la presente investigación propone evaluar la eficacia de una trampa de paso para el control de *Haematobia irritans* en la Finca San José, ubicada en el Cantón Tulcán. Esta propuesta está respaldada por estudios previos que han documentado los beneficios de las trampas específicas en la reducción de poblaciones de moscas del cuerno, sin los efectos adversos asociados al uso de plaguicidas químicos.

La relevancia de esta investigación radica en su potencial para contribuir al desarrollo de estrategias de control más sostenibles y efectivas, que no solo mejoren el bienestar animal, sino que también incrementen la eficiencia productiva en la ganadería.

Por tanto, el objetivo central de este estudio es evaluar la efectividad de la trampa de paso para disminuir la presencia de *Haematobia irritans* en vacas lecheras en la Finca San José, ubicada al oeste de la ciudad de Tulcán, Ecuador. De este modo, se busca mejorar la productividad del hato lechero, tanto en calidad como en cantidad de leche. Este enfoque innovador podría sentar las bases para futuras prácticas ganaderas más respetuosas con el ambiente y económicamente viables.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño del prototipo de trampa de paso para el control de la mosca de los cuernos

La investigación se llevó a cabo en un hato lechero ubicado en la Finca San José, al oeste de la ciudad de Tulcán, Ecuador, a una altitud de 2900 m.s.n.m., en una extensión de aproximadamente 30 hectáreas. El estudio incluyó vacas en producción, de raza Holstein negro y rojo para realizar la recolección de datos.

Se diseñó y construyó un prototipo de trampa de paso para el control de la mosca de los cuernos (*Haematobia irritans*), inspirado en el modelo

utilizado por Miraballes en 2017. La trampa tiene dimensiones de 4.5 metros de largo, 1.80 metros de ancho y 2.8 metros de alto, y está dividida en tres secciones de 1.5 metros cada una. Se instaló cortinas verticales en las divisiones centrales y en la salida de la trampa. La estructura principal está construida con madera, y el techo fabricado con plástico de invernadero, creando un efecto de transparencia. Las divisiones internas y los lados de la trampa están cubiertos con malla para moscas y malla polisombra, lo que genera un entorno oscuro en la parte inferior de la trampa, obligando a las moscas a volar hacia la luz en el techo donde quedan atrapadas y posteriormente mueren por deshidratación y falta de alimento.

Las cortinas verticales consisten en tiras de lona de 5 cm de ancho, colocadas en las divisiones de cada segmento de la trampa. Se dispuso cortinas de tres longitudes diferentes en cada sección: 0.50 m, 1.00 m y 1.50 m. Estas cortinas están situadas a una altura de 1.70 m, sostenidas por tubos de hierro. La función de las cortinas es espantar las moscas que se encuentran en la cabeza, el cuello, el lomo, el área de las costillas y la ubre de las vacas cuando estas pasan a través de la trampa. La trampa se instaló a 10 metros de la sala de ordeño, de modo que las vacas deben atravesarla al regresar a los potreros después de ser ordeñadas Figura 1. Una vez instalada, las vacas pasaron diariamente por la trampa durante seis semanas, el tiempo establecido para el estudio.

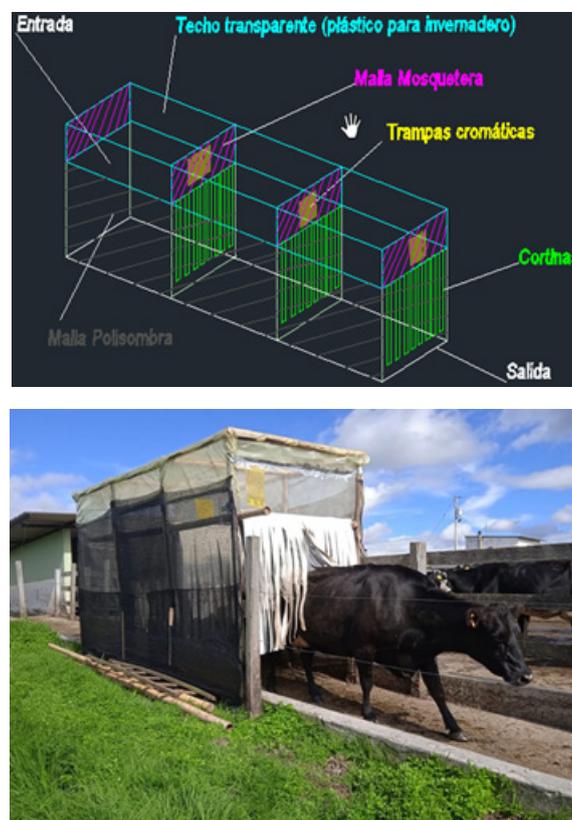


Figura 1. Diseño de la trampa de paso para el control de la mosca de cuernos (*Haematobia irritans*).

Procedimiento experimental

Se realizó un conteo de moscas en nueve vacas seleccionadas: tres de color negro, tres de color blanco y negro, y tres de color blanco y colorado. La mayoría de los animales tuvieron entre 5 y 7 años, con un número de partos que varió entre 2 y 4. En cuanto a los días de lactancia, estos oscilan entre 80 y 210 días, indicando una variabilidad en la producción láctea que estuvo relacionada tanto con la edad como con el número de partos.

El conteo de las moscas se efectuó antes y después de que las vacas atravesaran la trampa, contabilizando las moscas en los cuernos, el cuello, el lomo, el área del costillar, el vientre y la ubre de las vacas seleccionadas. El primer conteo se realizó el día 0, y se repitió cada tres días durante 45 días, totalizando 15 conteos. El objetivo fue determinar el número y porcentaje de moscas removidas de los animales después de haber pasado por la trampa. El día que se realizaba el conteo de moscas también se llevaba un registro del estado del clima, se registró si estaba soleado, nublado o había presencia de lluvia. Esto se realizó con la finalidad de ver si el estado climático del día tendría influencia en el número de moscas presentes sobre las vacas.

Para determinar si la trampa de paso influía en la producción de leche, se llevó un registro diario de los litros producidos. La medición se realizó diariamente después del ordeño, utilizando

una regla y una tabla de conversión para calcular el volumen en el tanque de almacenamiento. El registro se mantuvo desde el día 0 del estudio hasta el final, durante seis semanas. También se realizaron análisis bromatológicos, conteo de células somáticas y contenido bacteriano en la leche. Las muestras fueron tomadas inmediatamente después del ordeño del tanque de frío, donde se almacenó toda la producción diaria, y enviadas a un laboratorio para su análisis. Los análisis bromatológicos de grasa y proteína proporcionaron indicadores de los valores nutricionales de la leche, mientras que el conteo de células somáticas y el análisis bacteriano permitieron evaluar su calidad sanitaria.

Parámetros analizados para evaluar la operatividad de la trampa

Eficacia de la trampa

Para calcular la eficacia se realizó el conteo de moscas antes de pasar por la trampa y después de haber pasado por ella. El conteo se realizó durante el ordeño vespertino. El primer conteo se llevó a cabo en el momento que las vacas entraban a la sala de ordeño, cuando eran aseguradas para ser ordeñadas. En este momento, se procedió a observar y contar las moscas presentes en cada animal, evaluando ambos lados. La observación se hizo a una distancia de un metro. Mientras, que el

segundo conteo se realizó a la salida del ordeño, después de que las vacas pasaban por la trampa. Al salir una por una, el conteo fue más fácil de realizar, manteniendo la observación a corta distancia y evaluando nuevamente ambos lados de las vacas. La eficacia se determinó mediante la Ecuación 1.

$$\eta = \frac{A - B}{A} * 100\% \quad \text{Ec 1}$$

Donde

η : Eficacia de la trampa para moscas de los cuernos (*Haematobia irritans*)

A: Promedio de las moscas antes de atravesar la trampa

B: Promedio de las moscas después de atravesar la trampa

Producción de leche

La medición del volumen de leche se lo realizó diariamente después del ordeño, en un tanque de almacenamiento de capacidad para 1450 litros de leche de marca Müller, utilizando la regla y la tabla de conversión específicos para este tanque. El tanque estuvo nivelado, se introdujo la regla de forma vertical en el tanque hasta tocar el fondo, se leyó y tomó la lectura de acuerdo al nivel marcado en la regla. Luego con esta medida se verificó en la tabla de conversión el volumen de leche que contenía el tanque. Una vez obtenido la cantidad de litros se dividió para el número de vacas ordeñadas y se obtuvo el promedio por vaca.

Calidad de la leche

Las muestras para enviar al laboratorio se realizaron siguiendo el siguiente procedimiento, una vez terminado el ordeño se esperó 10 minutos para que con la ayudada del agitador del tanque la leche se homogenizara, luego con la ayuda de un tomador de muestras se tomó varias submuestras de diferentes partes del tanque, colocándolas en una jarra plástica de un litro hasta llenarla, se volvió a homogenizar en la jarra. Luego, se tomó dos muestras en frascos colectores de 40 ml, una para conteo de células somáticas (CCS) y composición y el otro para contenido de bacterias totales (CBT), para la muestra de CCS y composición se usó conservante bronopol y para CBT se utilizó conservante azida de sodio. Se usaron dos conservantes en formato de pastillas, por lo que una vez colocada la leche en los frascos se procedió a agitarlos suavemente hasta la disolución de la pastilla. Se etiquetó y se colocaron en una caja térmica, la que contenía geles de hielo para conservar las muestras de leche refrigeradas y ser analizadas en el laboratorio.

Grasa y proteína de la leche

La determinación de proteína y grasa en leche se realizó con el equipo Milkoscan 7RM: que es un instrumento de espectrofotometría infrarroja automatizado, que se utilizan para la determinación de los parámetros composicionales

de leche (grasa, proteína, lactosa, urea, sólidos totales, sólidos no grasos, caseína, ácido cítrico, pH, ácidos grasos saturados y no saturados).

Recuento de células somáticas (CCS)

Para el recuento de CCS se utilizó el Equipo Fossomatic 7 DC: Analizador que se emplea para realizar el recuento de las células somáticas mediante la aplicación de la citometría de flujo para detectar ADN en las células. Este equipo se encuentra integrado por la pipeta, sistema de cinta transportadora y la plataforma de software Foss Integrator. Se trata de un equipo analizador de leche cruda automático con capacidad de 100 muestras por hora que se utiliza para realizar análisis de mejora del ganado lechero y el pago por calidad.

Conteo de bacterias totales (CBT)

El conteo de CBT en leche cruda se realizó por el método de citometría en flujo el que fue realizado, con equipo Bactoscan FC (Foss Analytical Instruments) con capacidad de análisis de 50 muestras/hora. Los resultados se calcularon mediante conversión matemática y se expresaron en unidades formadoras de colonia por mililitro de leche (UFC/mL).

Análisis estadístico

La estadística aplicada para analizar los resultados incluyó el uso de regresión lineal

múltiple para evaluar la relación entre el número de moscas antes y después de atravesar la trampa, tomando en cuenta el color del ganado y las condiciones climáticas como variables independientes. Además, se realizaron análisis de correlación para explorar la relación entre la reducción de moscas y otros factores clave, como la producción de leche y la calidad de esta. Para llevar a cabo los análisis estadísticos, se utilizó el software RStudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Eficacia de la trampa para la mosca de los cuernos

La reducción promedio de moscas después de atravesar la trampa es evidente en todas las vacas y en cada día de medición. Por ejemplo, en el día 0, las vacas negras tenían 175 moscas antes de la trampa y 112 después, lo que representa una reducción del 26.3%. En la misma fecha, las vacas coloradas pasaron de 139 moscas a 75.5, con una reducción del 45.7%. En el día 42, la reducción fue aún más significativa, con las vacas negras pasando de 83.5 a 44 moscas, lo que equivale a una disminución del 47.3%. Estos resultados sugieren una eficacia consistente de la trampa, con una media de reducción de alrededor del 35% al 45% en diferentes días y vacas Tabla 1. La variabilidad en la reducción puede estar influenciada por factores como el color del ganado, que se ha documentado

como un factor determinante en la atracción de moscas. Esta diferencia podría explicarse por la respuesta visual y olfativa de las moscas hacia los colores más oscuros, que tienden a absorber más calor y, por ende, son más atractivos para estos insectos (12).

La trampa mostró una eficacia significativa, con variaciones según el color del ganado y el clima. Este hallazgo es consistente con estudios anteriores que demuestran que las moscas de la especie *Haematobia irritans* son más atraídas por animales de colores oscuros, debido a su mayor emisión de calor (13). Sin embargo, la eficacia limitada en condiciones nubladas o lluviosas resalta una posible área de mejora. Para maximizar la eficacia, podría ser necesario combinar el uso de

trampas con otras medidas de control, como el uso de repelentes o la gestión del entorno en la zona de estudio.

Comparando estos resultados con las investigaciones relacionadas, encontramos que las trampas cebadas con compuestos específicos o feromonas han mostrado mayor eficacia en estudios controlados, especialmente bajo condiciones variables (14). Un estudio de Kavallieratos et al. (15) demostró que la adición de atrayentes químicos puede mejorar significativamente la captura de moscas en comparación con trampas no cebadas. Esto sugiere que una combinación de trampas físicas y químicas podría ser una estrategia más robusta para el control de plagas en entornos ganaderos.

Tabla 1. Moscas de los cuernos antes y después de atravesar la trampa.

Día	N° moscas antes de entrar a la trampa de moscas			N° de moscas después de atravesar la trampa para moscas			Eficacia (%)			Clima
	VN	VC	VNB	VN	VC	VNB	VN	VC	VNB	
0	175,00	139,00	183,50	111,50	75,50	107,00	36,29	45,68	41,69	Soleado
3	159,50	118,50	175,00	86,00	76,50	107,50	46,08	35,44	38,57	Soleado
6	137,00	99,50	90,00	57,50	35,50	44,00	58,03	64,32	51,11	Soleado
9	87,00	78,00	99,00	50,00	44,50	59,00	42,53	42,95	40,40	Nublado
12	78,00	66,50	99,50	39,50	35,00	46,00	49,36	47,37	53,77	Nublado
15	72,50	73,50	74,50	32,00	29,50	38,00	55,86	59,86	48,99	Soleado
18	125,50	93,50	92,50	61,50	46,50	40,00	51,00	50,27	56,76	Soleado
21	113,00	69,00	84,00	67,50	36,50	48,50	40,27	47,10	42,26	Nublado
24	160,00	65,00	100,50	68,50	31,00	40,00	57,19	52,31	60,20	Nublado
27	89,00	61,50	107,00	41,50	27,00	38,50	53,37	56,10	64,02	Nublado
30	96,50	91,50	56,50	38,00	31,00	23,50	60,62	66,12	58,41	Lluvioso
33	95,50	50,50	60,00	40,50	17,50	19,50	57,59	65,35	67,50	Soleado
36	112,00	51,00	71,50	48,50	18,50	41,00	56,70	63,73	42,66	Soleado
39	110,50	82,00	81,50	59,00	43,00	37,00	46,61	47,56	54,60	Soleado
42	83,50	81,50	95,50	44,00	31,50	38,00	47,31	61,35	60,21	Nublado

Nota: Vacas de color negro (VN), vacas de coloradas que van desde el colorado claro, como en el Aberdeen Angus colorado, al colorado oscuro o cereza como en el Santa Gertrudis o colorada sangre de toro o requemado como en el Shorthorn o castaño como en el Criollo (VC), Vacas negras y blanco (VNB).

Efecto del clima en la eficacia de la trampa

Durante los días soleados, la reducción de moscas fue significativamente mayor. Por ejemplo, en el día 18 (soleado), las vacas negras mostraron una reducción de moscas del 51% (de 126 a 62), mientras que en el día 24 (nublado), la reducción fue solo del 57.2% (de 160 a 69). En días nublados, la eficacia promedio de la trampa disminuyó alrededor de un 10-15% en comparación con días soleados. Este patrón sugiere que la actividad de las moscas es mayor en días soleados, lo que podría estar relacionado con su comportamiento termorregulador. Las moscas son ectotérmicas, lo que significa que su actividad depende en gran medida de la temperatura ambiente (16). En días soleados, las trampas pueden aprovechar este aumento en la actividad para capturar más moscas. Sin embargo, en condiciones nubladas o lluviosas, donde la actividad de las moscas disminuye, la trampa es menos efectiva, lo que indica una limitación de esta estrategia bajo ciertas condiciones climáticas.

La regresión lineal múltiple entre el número de moscas antes y después de la trampa, considerando el color de las vacas y las condiciones climáticas como variables, mostró un coeficiente de determinación (R^2) de 0.85, lo que indica que el 85% de la variabilidad en la reducción de moscas puede explicarse por estos factores. El análisis de los coeficientes mostró que el color del ganado tenía

una influencia significativa ($p < 0.01$), mientras que el clima también fue un predictor significativo ($p < 0.05$). Estos resultados subrayan la importancia de considerar múltiples factores en el análisis de la eficacia de las trampas para moscas. El alto valor de R^2 sugiere que los modelos predictivos basados en estos factores podrían ser útiles para optimizar el uso de trampas en diferentes condiciones. Además, la influencia significativa del color del ganado refuerza la necesidad de adaptar las estrategias de control de plagas según las características específicas del rebaño.

La variabilidad en la eficacia de la trampa bajo diferentes condiciones climáticas es un aspecto crítico que debe ser abordado en futuros estudios. La menor eficacia en días nublados podría estar relacionada con la menor actividad de las moscas en temperaturas más bajas, lo que sugiere que las trampas podrían ser menos útiles durante ciertas estaciones del año (17). La integración de datos climáticos en los modelos predictivos podría ayudar a desarrollar estrategias de manejo más efectivas y adaptadas a las condiciones locales.

Los resultados obtenidos subrayan la importancia de adaptar las estrategias de manejo de plagas a las condiciones específicas del entorno y las características del ganado. Aunque las trampas utilizadas demostraron ser eficaces, su rendimiento varía considerablemente según factores como el color del ganado y las condiciones

climáticas. La integración de estas variables en un modelo predictivo podría optimizar el uso de trampas, minimizando la dependencia de pesticidas químicos y contribuyendo a un manejo más sostenible de las plagas en la ganadería (18). Estos hallazgos sugieren la necesidad de estudios adicionales que exploren la interacción entre estos factores, el desarrollo de tecnologías avanzadas o el cambio en alguno de los materiales utilizados, por ejemplo, un material con mayor tracción para separar los insectos de la piel del animal, para mejorar la eficacia de las trampas bajo diferentes condiciones ambientales (19).

Influencia de la trampa de moscas en la producción de leche

Durante el período de estudio, se observó una variación significativa en la producción de leche, que osciló entre 14.12 L/día y 16.00 L/día Figura 2.

El día 0, la producción de leche promedio fue de 14.55 L/día, con una reducción promedio de

moscas del 40%. Este punto inicial muestra que, incluso con una reducción moderada de moscas, la producción de leche ya comienza a aumentar, lo que sugiere que el estrés causado por las moscas tiene un impacto negativo significativo en la productividad del ganado. El día 15 la producción de leche aumentó a 14.92 L/día, con una reducción promedio de moscas del 55%. Este incremento en la producción de leche es notable y se correlaciona directamente con la mayor reducción de moscas, lo que reafirma la hipótesis de que la disminución de la población de moscas mejora la productividad lechera. El día 33 se registró la máxima producción de leche (16.00 L/día), coincidiendo con una reducción promedio del 67% en la población de moscas. Este resultado máximo en la producción de leche coincide con la mayor reducción de moscas, lo que indica una relación directa y positiva entre la eficacia de la trampa y la producción lechera.

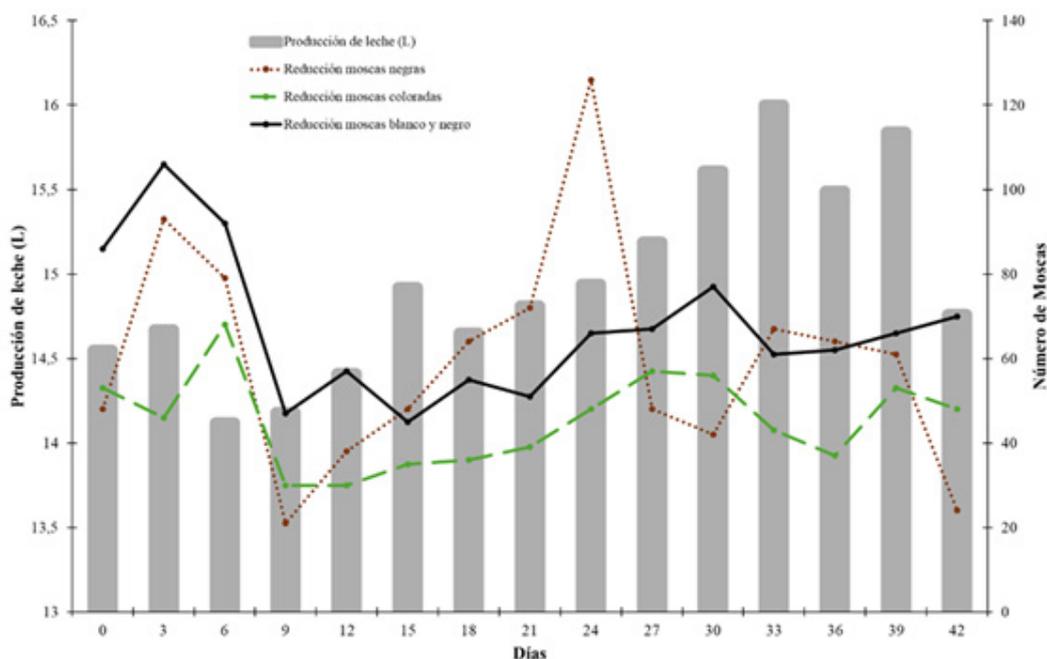


Figura 2. Influencia de la trampa de moscas en la producción de leche.

La correlación entre la reducción del número de moscas y la producción de leche reveló una correlación positiva moderada ($R^2=0.62$). Esto indica que a medida que disminuye la población de moscas, la producción de leche tiende a aumentar. Esta relación es consistente con investigaciones previas que han reportado mejoras en la producción de leche de entre 10% y 15% con la reducción efectiva de moscas.

Los incrementos en la producción de leche fueron más notables en días con reducción significativa de moscas, lo cual sugiere una relación directa entre la eficacia de la trampa y la producción lechera. Estos hallazgos son consistentes con investigaciones previas, como las de Hansen et al. (20) y Harris et al. (21), quienes reportaron mejoras

en la producción de leche de entre 10% y 15% con la reducción efectiva de moscas.

Los datos sugieren que las trampas para moscas son un método eficaz para reducir la población de moscas del cuerno y, por ende, mejorar la producción de leche. La correlación positiva entre la reducción de moscas y la producción lechera es indicativa de que el estrés inducido por estas plagas tiene un impacto negativo considerable en la productividad del ganado. La literatura apoya esta observación, señalando que las moscas del cuerno pueden causar una reducción en la producción de leche de hasta un 20% bajo condiciones de alta infestación (22)

La trampa para moscas evaluada en este estudio muestra una eficacia en la reducción de la

población de moscas del cuerno, lo que se traduce en un aumento significativo en la producción de leche. Este incremento es modulado por factores como el clima y el color del ganado, lo que sugiere la necesidad de un enfoque de manejo integrado para maximizar la eficiencia del control de plagas. Estos hallazgos subrayan la importancia del manejo de plagas en la producción ganadera y aportan evidencia científica que respalda la implementación de tecnologías sostenibles y efectivas para mejorar la productividad lechera.

de leche, mostrando variabilidad moderada en el contenido de proteína y grasa, pero una variabilidad significativa en el recuento de células somáticas y unidades formadoras de colonias. Esto sugiere que, aunque la composición nutricional es relativamente consistente, hay necesidades de mejora en la higiene y los protocolos de manejo para asegurar una calidad microbiológica y de salud de las vacas más consistente, ya que altos valores de CCS y UFC pueden indicar problemas de salud en las vacas y contaminación bacteriana durante la recolección o procesamiento (23).

Influencia de la trampa de moscas en la calidad de la leche

La Figura 3, presenta datos sobre la composición y calidad de diferentes muestras

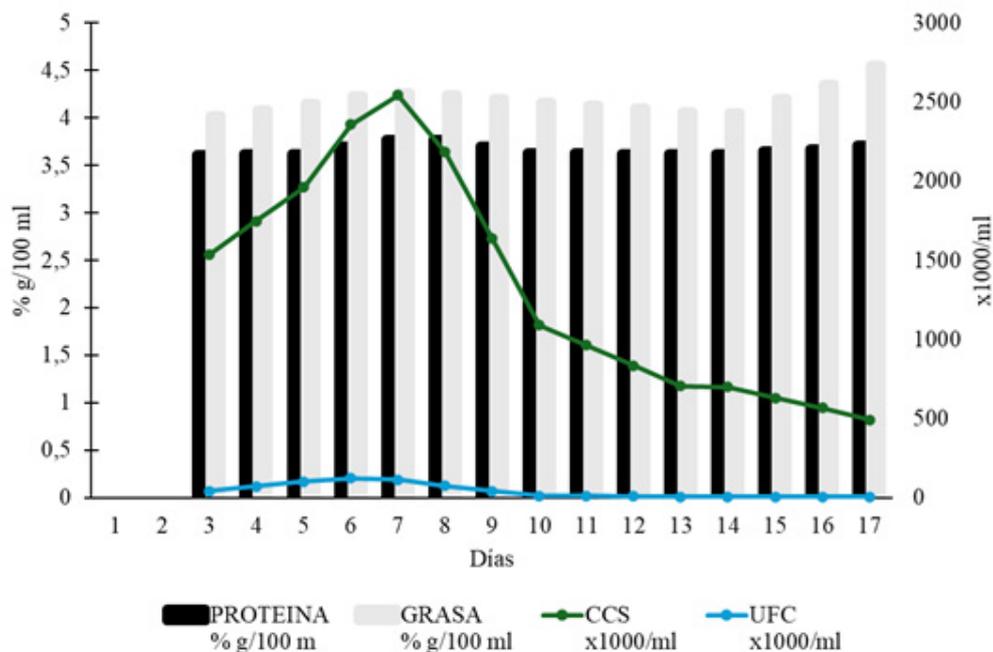


Figura 3. Influencia de la trampa de moscas en la calidad de la leche.

Grasa en la leche

El contenido de grasa en la leche mostró una variación entre 4.02% y 4.55% a lo largo del periodo de estudio Figura 3. La media aritmética del contenido de grasa fue de 4.15% con una desviación estándar de 0.18, lo que indica una dispersión moderada en los datos. Se observó que los días lluviosos, representados principalmente en los días 30 y 33, mostraron una disminución en el contenido de grasa, con valores de 4.06% y 4.05%, respectivamente, en comparación con días soleados, donde la grasa alcanzó un máximo de 4.55%.

El análisis de correlación entre el número de moscas capturadas y el contenido de grasa reveló una correlación negativa de $R^2 = -0.56$, lo cual sugiere que un mayor número de moscas podría estar asociado a una ligera disminución en el contenido de grasa de la leche (24). La variabilidad observada en el contenido de grasa durante el periodo de estudio refleja la compleja interacción entre factores ambientales y el bienestar animal. Las fluctuaciones en la temperatura y la humedad, especialmente en días lluviosos, pueden inducir estrés térmico, comprometiendo la capacidad del ganado para metabolizar los nutrientes eficientemente y reduciendo la síntesis y secreción de grasa en la leche (25).

Además, el estrés térmico, como respuesta a condiciones ambientales adversas, disminuye la

eficiencia alimenticia y altera el metabolismo de los lípidos, resultando en una menor concentración de grasa en la leche. La presencia de moscas, particularmente la mosca del cuerno (*Haematobia irritans*), incrementa el estrés animal, afectando negativamente tanto la producción de leche como su composición (26). A esto se suma que, en condiciones climáticas adversas, la disponibilidad y calidad del forraje pueden verse comprometidas, lo que impacta directamente la composición de la leche, especialmente el contenido de grasa (27).

Finalmente, el comportamiento alimentario del ganado también se ve alterado, ya que, en días de calor intenso o alta humedad, los animales tienden a reducir su ingesta de alimentos, disminuyendo la disponibilidad de nutrientes esenciales para la producción de grasa en la leche. Todos estos factores ambientales contribuyen a la variabilidad observada en el contenido de grasa de la leche, subrayando la importancia de un manejo adecuado del entorno para garantizar la estabilidad y calidad de la producción láctea (28).

Estudios previos han demostrado que el estrés térmico y el estrés por insectos pueden afectar el metabolismo de los lípidos en el ganado lechero, lo que resulta en una menor secreción de grasa en la leche (29). Además, la disminución en la ingesta de alimento durante días con estrés por calor y alta presencia de moscas podría explicar la reducción en los niveles de grasa observada en este estudio.

Por tanto, la gestión del entorno y el control de plagas son cruciales para mantener la estabilidad en la composición de la leche y garantizar la calidad del producto final (30).

Proteína en la leche

El contenido de proteína en la leche osciló entre 3.61% y 3.77%, con una media de 3.65% y una desviación estándar de 0.06 (Figura 4). No se observó una variación considerable en los valores de proteína a lo largo del estudio, aunque se evidenció una ligera tendencia al aumento durante los días nublados, especialmente el día 12, donde se registró un valor de 3.77%. La correlación entre la reducción del número de moscas y el contenido de proteína fue de $R^2 = -0.32$, lo que indica una relación muy débil y negativa. Este resultado sugiere que la presencia de moscas no tiene un impacto significativo en la síntesis de proteínas en la leche. La correlación débil entre la reducción de moscas y el contenido de proteína sugiere que otros factores, como la genética del ganado y la dieta, juegan un papel más determinante en la síntesis de proteínas en la leche (31). Sin embargo, se observó un ligero aumento en la concentración de proteínas durante los días nublados, lo que podría estar relacionado con una menor actividad de las moscas y, por ende, un menor estrés en los animales.

La literatura sugiere que el estrés por calor, inducido por altas temperaturas y alta carga de moscas, puede afectar la síntesis de proteínas al alterar el metabolismo del nitrógeno en los rumiantes (32). Sin embargo, en este estudio, la relación entre la carga de moscas y el contenido de proteína no fue significativa, lo que podría indicar que los mecanismos de regulación de la síntesis proteica en el ganado lechero son más resiliente a estos factores externos en comparación con otros componentes de la leche.

Células somáticas (CCS)

La cantidad de células somáticas varió ampliamente durante el estudio, desde 493 x1000/ml hasta 2728 x1000/ml (Figura 4). La media de CCS fue de 1552 x1000/ml con una alta desviación estándar de 785, lo que refleja una gran variabilidad en la salud mamaria del ganado a lo largo del periodo evaluado. Los días con mayor cantidad de moscas antes de atravesar la trampa (días 0, 14 y 27) coincidieron con los picos más altos en la cantidad de CCS, sugiriendo una posible relación entre el estrés provocado por las moscas y el aumento de CCS. La correlación entre el número de moscas capturadas antes de atravesar la trampa y las CCS fue alta y positiva, con un valor de $R^2 = 0.78$, lo que indica una relación fuerte entre estas variables. La fuerte correlación positiva entre el

número de moscas antes de atravesar la trampa y el conteo de CCS sugiere que la presencia de moscas podría estar exacerbando las condiciones que conducen a infecciones subclínicas, como la mastitis.

La mastitis es una de las enfermedades más comunes en el ganado lechero y se asocia con un aumento en el conteo de células somáticas. Las moscas, particularmente la mosca del cuerno (*Haematobia irritans*), son conocidas por ser vectores de patógenos que pueden causar infecciones mamarias (33). El estrés provocado por las picaduras de moscas y la posible transmisión de bacterias patógenas podrían estar contribuyendo al incremento en el conteo de CCS observado en los días con alta presencia de moscas.

Unidades formadoras de colonias (UFC)

Los valores de UFC fluctuaron entre 5 y 132 x1000/ml, con una media de 40 x1000/ml y una desviación estándar de 39, Figura 4. Los días con menor cantidad de UFC fueron aquellos con una efectiva reducción en el número de moscas, principalmente después de atravesar la trampa. El análisis de correlación mostró un valor de $R^2 = 0.58$ entre el número de moscas capturadas después de atravesar la trampa y los valores de UFC, lo cual sugiere una correlación moderada positiva. Este resultado indica que las moscas podrían estar actuando como vectores de patógenos,

afectando la calidad microbiológica de la leche. Además, este hallazgo sugiere que las moscas no solo actúan como vectores de bacterias patógenas, sino que también contribuyen directamente a la contaminación de la leche. Las moscas son conocidas por su capacidad de transportar patógenos en sus cuerpos y transmitirlos a través de contacto directo con el ganado o con el ambiente de ordeño (34). Esto puede resultar en un aumento de la carga bacteriana en la leche, lo que no solo reduce su calidad y seguridad para el consumo humano, sino que también puede limitar su vida útil y valor comercial (35).

CONCLUSIONES

La trampa de paso para la mosca de los cuernos (*Haematobia irritans*) en vacas lecheras es una estrategia efectiva para reducir la población de esta plaga, lo que a su vez mejora la productividad lechera. La trampa mostró una eficacia promedio del 35% al 45% en la reducción de moscas, con variaciones significativas según el color del ganado y las condiciones climáticas, siendo más efectiva en días soleados. Estos resultados son consistentes con la literatura existente, que indica que las moscas son más atraídas por animales de colores oscuros debido a su mayor emisión de calor. Además, la reducción en el número de moscas se correlacionó positivamente con un aumento en la producción de leche, lo que sugiere que el estrés causado por

las moscas tiene un impacto negativo significativo en la productividad del ganado. La investigación también destaca la importancia de considerar factores como el clima y el color del ganado al diseñar y aplicar estrategias de control de plagas. A pesar de la eficacia demostrada de la trampa, se identificaron limitaciones, especialmente en condiciones nubladas o lluviosas, donde la actividad de las moscas disminuye, reduciendo la eficacia de la trampa. Esto sugiere la necesidad de combinar el uso de trampas con otras medidas de control, como repelentes o la gestión del entorno, para maximizar la eficacia del manejo de plagas. En conclusión, la trampa de paso representa una solución prometedora y sostenible para el control de la mosca de los cuernos en la ganadería, contribuyendo a una mayor eficiencia productiva y bienestar animal. Sin embargo, se recomienda la realización de estudios adicionales para optimizar su uso en diferentes condiciones ambientales y explorar la integración de métodos complementarios para un manejo de plagas más robusto.

CONFLICTO DE INTERESES. Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Madhav M, Baker D, Morgan A, Asgari S, James P. Wolbachia: A tool for livestock ectoparasite control. *Vet Parasitol.* 2020; 288: 109297. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304401720302776>
2. Pérez de León A, Mitchell R, Watson D. Ectoparasites of Cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.* 2020; 36 (1):173–85. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0749072019300593>
3. Mullié W, Prakash A, Müller A, Lazutkaite E. Insecticide Use against Desert Locust in the Horn of Africa 2019–2021 Reveals a Pressing Need for Change. *Agronomy.* 2023; 13 (3). <https://doi.org/10.3390/agronomy13030819>
4. Bendele K, Guerrero F, Lohmeyer K, Foil L, Metz R, Johnson C. Horn fly transcriptome data of ten populations from the southern United States with varying degrees and molecular mechanisms of pesticide resistance. *Data Brief.* 2023; 48:109272. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352340923003918>
5. Psota E, Luc E, Pighetti G, Schneider L, Trout Fryxell R, Keele J, et al. Development and validation of a neural network for the automated detection of horn flies on cattle. *Comput Electron Agric.* 2021; 180:105927. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016816992033132X>
6. Miraballes C, Buscio D, Diaz A, Sanchez J, Riet-Correa F, Saravia A, et al. Efficiency of a walk-through fly trap for *Haematobia irritans* control in milking cows in Uruguay. *Vet Parasitol Reg Stud Reports.* 2017; 10:126–31. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S240593901730062X>
7. Moulds MS. Chapter 46 - Cicadas. In: Resh VH, Cardé RT, editors. *Encyclopedia of Insects (Second Edition)*. San Diego: Academic Press; 2009. 163–4. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123741448000552>
8. de Oliveira G, Magalhães V, Alves C, de Jesus L, Medeiros M, Gomes B de T, et al. Evaluation of pyriproxyfen in cattle by oral treatment: An alternative to control *Haematobia irritans*. *Vet Parasitol.* 2021; 299:109565. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304401721002259>
9. Brewer G, Boxler D, Domingues L, Trout Fryxell R, Holderman C, Loftin K, et al. Horn Fly (Diptera: Muscidae)—Biology, Management, and Future Research Directions. *J Integr Pest Manag.* 2021; 12

- (1): 42. <https://doi.org/10.1093/jipm/pmab019>
- 10.** Renčínová V, Voslářová E, Bedáňová I, Večerek V. Pest flies on dairy farms affect behaviour and welfare of dairy cows during summer season. *Acta Veterinaria Brno*. 2021; 90 (3): 255–62.
- 11.** Oyarzún M, Quiroz A, Birkett MA. Insecticide resistance in the horn fly: alternative control strategies. *Med Vet Entomol*. 2008; 22 (3):188–202. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.2008.00733.x>
- 12.** Lafuente E, Alves F, King J, Peralta C, Beldade P. Many ways to make darker flies: Intra- and interspecific variation in *Drosophila* body pigmentation components. *Ecol Evol*. 2021; 11 (12):8136–55. <https://doi.org/10.1002/ece3.7646>
- 13.** Jensen K, Jespersen J, Birkett M, Pickett J, Thomas G, Wadhams L, et al. Variation in the load of the horn fly, *Haematobia irritans*, in cattle herds is determined by the presence or absence of individual heifers. *Med Vet Entomol*. 2004; 18 (3): 275–80. <https://doi.org/10.1111/j.0269-283X.2004.00506.x>
- 14.** Beran F, Jiménez-Alemán G, Lin M ying, Hsu Y, Mewis I, Srinivasan R, et al. The Aggregation Pheromone of *Phyllotreta striolata* (Coleoptera: Chrysomelidae) Revisited. *J Chem Ecol*. 2016; 42 (8):748–55.
- 15.** Kavallieratos N, Boukouvala M, Skourti A, Antonatos S, Petrakis P V, Papachristos D, et al. Comparison of Three Attractants for the Effective Capture of *Xylotrechus chinensis* Adults in Multi-Funnel Traps. *Insects*. 2023 Aug 1; 14 (8).
- 16.** ElAshmawy W, Abdelfattah E, Williams D, Gerry A, Rossow H, Lehenbauer T, et al. Stable fly activity is associated with dairy management practices and seasonal weather conditions. *PLoS One*. 2021; 1 (18). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253946>
- 17.** Saska P, van der Werf W, Hemerik L, Luff M, Hatten T, Honek A. Temperature effects on pitfall catches of epigeal arthropods: a model and method for bias correction. *Journal of Applied Ecology*. 2013; 50 (1):181–9. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12023>
- 18.** Baker B, Green T, Loker A. Biological control and integrated pest management in organic and conventional systems. *Biological Control*. 2020; 140:104095. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964419301586>
- 19.** Thomas M. Colloquium Paper This paper was presented at the National Academy of Sciences colloquium 'Plants and Population: Is There Time?'. 1999. 96 (1). www.pnas.org.
- 20.** Hansen A, Moon R, Endres M, Pereira G, Heins B. The Defensive Behaviors and Milk Production of Pastured Dairy Cattle in Response to Stable Flies, Horn Flies, and Face Flies. *Animals*. 2023; 13 (24). <https://www.mdpi.com/2076-2615/13/24/3847>
- 21.** Harris J, Hillerton J, Morant S V. Effect on milk production of controlling muscid flies, and reducing fly-avoidance behaviour, by the use of Fenvalerate ear tags during the dry period. *Journal of Dairy Research*. 2009; 54 (2):165–71. <https://www.cambridge.org/core/product/62BF2225266EB466B7A1FB45925EBCF7>
- 22.** Renčínová V, Voslářová E, Bedáňová I, Večerek V. Pest flies on dairy farms affect behaviour and welfare of dairy cows during summer season. *Acta Veterinaria Brno*. 2021; 90 (3): 255–62. <https://doi.org/10.2754/avb202190030255>
- 23.** Quist M, LeBlanc S, Hand K, Lazenby D, Miglior F, Kelton D. Milking-to-Milking Variability for Milk Yield, Fat and Protein Percentage, and Somatic Cell Count. *J Dairy Sci*. 2008; 91 (9): 3412–23. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0184>
- 24.** Apalowo O, Ekunseitan D, Fasina Y. Impact of Heat Stress on Broiler Chicken Production. *Poultry*. 2024; 3 (2):107–28. <https://www.mdpi.com/2674-1164/3/2/10>
- 25.** Giannone C, Bovo M, Ceccarelli M, Torreggiani D, Tassinari P. Review of the Heat Stress-Induced Responses in Dairy Cattle. *Animals*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2023. 13 (22): 3451. <https://doi.org/10.3390/ani13223451>
- 26.** Das R, Sailo L, Verma N, Bharti P, Saikia J, Imtiwati, et al. Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: A review. *Veterinary*

- World. *Veterinary World*; 2016. 260–8. DOI: 10.14202/vetworld.2016.260-268
- 27.** Khan I, Ullah F, Jelani G, Ullah S, Hussain S, Saleem U. Assessing the Impact of Environmental Factors (Temperature and Humidity) On Nutrient Requirements and Metabolism in Animals. *INDUS JOURNAL OF SCIENCE*. 2023; 1 (1):15-19. <https://induspublishers.com/IJS>
- 28.** Rojas-Downing M, Nejadhashemi A, Harrigan T, Woznicki S. Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. *Clim Risk Manag*. 2017; 16:145–63. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221209631730027X>
- 29.** Liu Z, Ezernieks V, Wang J, Wannan Arachchilage N, Garner J, Wales W, et al. Heat Stress in Dairy Cattle Alters Lipid Composition of Milk. *Sci Rep*. 2017; 7 (1). DOI: 10.1038/s41598-017-01120-9
- 30.** Antanaitis R, Džermeikaitė K, Krištolaitytė J, Ribelytė I, Bepalovaitė A, Bulvičiūtė D, et al. Impact of Heat Stress on the In-Line Registered Milk Fat-to-Protein Ratio and Metabolic Profile in Dairy Cows. *Agriculture (Switzerland)*. 2024; 14 (2). <https://doi.org/10.3390/agriculture14020203>
- 31.** Franzoi M, Niero G, Visentin G, Penasa M, Cassandro M, de Marchi M. Variation of detailed protein composition of cow milk predicted from a large database of mid-infrared spectra. *Animals*. 2019; 9 (4): 176. <https://doi.org/10.3390/ani9040176>
- 32.** Wati L, Sargowo D, Nurseta T, Zuhriyah L. The Role of Protein Intake on the Total Milk Protein in Lead-Exposed Lactating Mothers. *Nutrients*. 2023; 15 (11): 2584. DOI:10.3390/nu15112584
- 33.** Tommasoni C, Fiore E, Lisuzzo A, Giancesella M. Mastitis in Dairy Cattle: On-Farm Diagnostics and Future Perspectives. *Animals*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2023. 13 (15):2538. <https://doi.org/10.3390/ani13152538>
- 34.** Meyer C, Lynch G, Stamo D, Miller E, Chatterjee A, Kralj J. A high-throughput and low-waste viability assay for microbes. *Nat Microbiol*. 2023; 8 (12): 2304–14. <https://www.nature.com/articles/s41564-023-01513-9>
- 35.** Laanto E, Mäkelä K, Hoikkala V, Ravantti J, Sundberg L. Adapting a phage to combat phage resistance. *Antibiotics*. 2020; 9 (6). DOI: 10.3390/antibiotics9060291