

Indicadores de bienestar animal en vacas lecheras en un sistema silvopastoril del trópico alto colombiano

Animal welfare indicators in dairy cows in a silvopastoril system of the high Colombian tropic

Aldemar Zúñiga López^{1,3}, Andrés Camilo Rodríguez Serrano², Juan Carlos Benavides Cruz¹, Catalina Medrano Galarza¹, Fredy Enrique García Castro¹

RESUMEN

En el municipio de Saboyá, Boyacá, Colombia, se evaluó el número de moscas *Haematobia irritans*, temperatura de capa, frecuencia respiratoria, actividad motora, distancia de fuga, suciedad y presencia de mastitis subclínica, como indicadores de bienestar animal en vacas Holstein presentes en un sistema silvopastoril (asociación de *Cenchrus clandestinus* y *Alnus acuminata*) y en un sistema tradicional basado en el pastoreo de *C. clandestinus* en monocultivo. Se realizaron 10 muestreos mensuales entre agosto de 2015 y mayo de 2016 en 20-30 vacas en lactancia, seleccionadas al azar, por finca. Los datos se analizaron usando modelos de regresión lineal generalizado. El número de moscas por animal fue mayor ($p < 0.05$) en el sistema tradicional en comparación con el sistema silvopastoril (56 ± 47.5 y 44 ± 40.0 moscas/animal, respectivamente); la temperatura promedio de capa en los animales del sistema tradicional fue de 37.4°C , mientras que en el sistema silvopastoril fue de 33.8°C ($p < 0.05$). No hubo diferencias en la frecuencia respiratoria. Las vacas tuvieron mayor consumo de alimento durante las primeras horas del día en ambos sistemas. La distancia de fuga y nivel de suciedad fueron menores en el sistema silvopastoril ($p < 0.05$), mientras que los porcentajes de mastitis subclínica fueron similares entre los dos sistemas. Los sistemas silvopastoriles favorecen la expre-

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria AGROSAVIA, Bogotá, Colombia

² Posgrado en Producción Animal, Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo, México

³ E-mail: azuniga@agrosavia.co

Este trabajo formó parte de la agenda de investigación de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), con recursos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia.

Recibido: 11 de octubre de 2019

Aceptado para publicación: 7 de agosto de 2020

Publicado: 25 de noviembre de 2020

sión de los indicadores de bienestar animal debido a la presencia de árboles en los potreros, los cuales ofrecen la diversificación del ecosistema y generan mejores condiciones para la permanencia de las vacas en pastoreo.

Palabras clave: *Haematobia irritans*, silvopastoreo, bienestar animal, confort

ABSTRACT

In the municipality of Saboyá, Boyacá, Colombia, the number of *Haematobia irritans* flies, coat temperature, respiratory rate, motor activity, flight distance, level of dirt and occurrence of subclinical mastitis were evaluated as indicators of animal welfare in Holstein cows reared in a silvopastoral system (association of *Cenchrus clandestinus* and *Alnus acuminata*) and a traditional system based on grazing *C. clandestinus* in monoculture. Monthly samplings were carried out between August 2015 and May 2016 in 20-30 lactating cows selected at random in each farm. The data were analyzed using generalized linear regression models. The number of flies per animal was higher ($p < 0.05$) in the traditional system compared to the silvopastoral system (56 ± 47.5 and 44 ± 40.0 flies/animal, respectively); the average coat temperature in the animals of the traditional system was 37.4°C , while 33.8°C in the silvopastoral system ($p < 0.05$). There were no differences in respiratory rate. Cows had higher feed intake during the first hours of the day in both systems. The creepage distance and level of dirt were lower in the silvopastoral system ($p < 0.05$), while the percentages of subclinical mastitis were similar between the two systems. Silvopastoral systems favour the expression of animal welfare indicators due to the presence of trees in paddocks, which offer diversification of the ecosystem and generate better conditions for the permanence of cows in grazing.

Key words: *Haematobia irritans*, silvopastoral, animal welfare, confort

INTRODUCCIÓN

Los animales domésticos interactúan con el medio ambiente, el cual está siendo constantemente modificado por el hombre, lo cual genera un entorno que influye de forma medible sobre aspectos relevantes al bienestar animal, tales como el desarrollo de conductas inherentes a la naturaleza de cada especie, así como el grado y el tiempo en el que experimentan actitudes de miedo, dolor, hambre y alteraciones de la salud, en respuesta al correcto funcionamiento de su sistema biológico (Broom, 1991; Fraser *et al.*,

1997). Para el caso específico de las vacas lecheras se han determinado diversos indicadores que contribuyen a la determinación del bienestar (Tadich, 2011) basados en las cinco libertades establecidas por la Farm Animal Welfare Council (FAWC, 2009): acceso a suficiente agua y alimento; confort, densidad de animales, estado de los caminos, sombra, presencia de moscas y limpieza del animal; presencia de enfermedades (problemas podales y mastitis); la libertad de expresar su comportamiento natural; y el grado en el que los animales sienten miedo, lo que puede ser evaluado con la distancia de fuga (García *et al.*, 2012).

La incidencia de variables meteorológicas como humedad atmosférica, radiación solar y temperatura ambiente sobre la producción y el bienestar de las vacas lecheras, ha sido investigada por diversos autores (Arias *et al.*, 2008; Schütz *et al.*, 2008; Polsky y von Keyserlingk, 2017), quienes han determinado como el estrés calórico afecta a los animales, y el por qué prefieren estar bajo la sombra cuando la radiación y la temperatura son altas. Así, West (2003) refiere a los efectos de la sombra y el enfriamiento de ambiente como alternativas eficaces para evitar o disminuir los efectos del estrés calórico de los animales.

La inclusión de árboles en arreglos silvopastoriles es una estrategia para proveer de sombra natural a las pasturas, al tiempo que se puede diversificar y mejorar la oferta de alimento, prestar servicios ambientales y generar diferentes microclimas sobre la pastura que los animales pueden utilizar (Murgueitio *et al.*, 2011, 2013; Paciullo *et al.*, 2011), lo que contribuye al mejoramiento de las condiciones de vida de bovinos en pastoreo. Por tal motivo, el objetivo del presente trabajo fue comparar indicadores de bienestar animal de vacas lecheras que pastorean sistemas silvopastoriles y tradicionales en el trópico alto colombiano, para establecer si la presencia de árboles genera un mejor hábitat para el desarrollo de la actividad lechera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio observacional longitudinal transversal fue desarrollado en dos fincas de lechería especializada semiextensivas en el municipio de Saboyá, Boyacá, Colombia, ubicado a 156 km de Bogotá DC (Colombia). La altitud promedio del municipio es de 2600 msnm, con una temperatura media anual de 14 °C y una precipitación media anual de 1436 mm. Una de las fincas manejaba un sistema de alimentación basado en pastoreo en monocultivo de *Cenchrus clandestinus* (sistema tradicional), y la otra finca manejaba un

sistema de alimentación compuesto por *Cenchrus clandestinus* y cercas vivas de *Alnus acuminata* establecidos a una distancia de 2.50 m entre árboles, para un total de 255 árboles/ha (sistema silvopastoril).

Se realizaron muestreos mensuales entre agosto de 2015 y mayo de 2016. Las mediciones se realizaron en las vacas en lactancia que se encontraron en cada finca (20 en el sistema silvopastoril y 10 en el sistema tradicional), de raza Holstein, entre 3 y 8 años, con dos ordeños al día. Se evaluó el número de moscas, temperatura de capa, frecuencia respiratoria, actividad, distancia de fuga, sujeción del animal y presencia de mastitis subclínica, como indicadores de bienestar animal. Se midió cada variable mediante observación directa, cada 30 minutos entre las 08:00 y las 14:00 h.

Se contó el número aproximado de moscas de los cuernos *Haematobia irritans* presentes en cada animal, con personas previamente entrenadas (Hillerton *et al.*, 1984). Específicamente, las moscas de los cuernos se contaron en el costado izquierdo de cada vaca, ubicándose el personal a 1 m de distancia aproximadamente del animal para evitar incomodarlo. El resultado se multiplicaba por dos. Según la metodología descrita por Jensen *et al.* (2014) y Woolley *et al.* (2018), si el recuento de moscas por vaca era <25, las moscas se contaban una por una, pero si el recuento excedía a 25, las moscas se contaban en grupos de 5 (es decir, 25, 30, 35, etc.).

La temperatura de capa se tomó con un termómetro láser Extech® 42570, apuntando a una distancia de 3 m sobre la parte dorsal del animal; la frecuencia respiratoria se determinó de manera visual contando el número de respiraciones por minuto, y la actividad de la vaca fue clasificada como: acostada (a); acostada rumiando (a/r); comiendo (c); parada (p) y parada rumiando (p/r).

La distancia de fuga fue medida con un equipo láser Rangefinder telemetre sport 580, tomando en cuenta la distancia en metros a

la cual cada animal toleraba el acercamiento del observador sin escapar (Grandin, 1975; Hermsworth *et al.*, 2000). Específicamente, el observador se acercaba lentamente a la vaca en observación (un paso por segundo) y tomaba la distancia entre él y el lugar en donde estaba la vaca antes de alejarse (una distancia de fuga de 0 m se asignaba cuando la vaca permitía al observador tocarla). La suciedad del animal fue calificada en una escala de 0 (limpio) a 3 (sucio), especialmente en el vientre, tren posterior y ubre, excluyendo las pezuñas, mediante el procedimiento reportado por Tadich (2011).

La mastitis subclínica se diagnosticó mediante la prueba de California Mastitis Test (CMT) (Whyte *et al.*, 2005), con calificación de 0 (para ausencia de mastitis subclínica o negativo) a 3 (animal infectado o positivo fuerte), con una calificación opcional de 4 cuando existe mastitis clínica.

En el análisis estadístico, para las variables distancia de fuga, suciedad del animal y grado de mastitis se utilizó el modelo estadístico $Y_{ij} = \mu + S_i + \epsilon_{ij}$, donde Y_{ij} = variable de respuesta (distancia de fuga, suciedad y grado de mastitis subclínica), S_i = efecto del i -ésimo sistema de pastoreo (silvopastoril vs tradicional). Para las variables número de moscas, temperatura de capa y frecuencia respiratoria se incluyó el efecto de la hora del día y la interacción entre el sistema de pastoreo y la hora del día: $Y_{ijk} = \mu + S_i + H_j + (SH)_{ij} + \epsilon_{ijk}$, donde Y_{ijk} = variable de respuesta (número de moscas, temperatura de capa, frecuencia respiratoria), S_i = efecto del i -ésimo sistema de pastoreo (silvopastoril vs tradicional), H_j = efecto de la j -ésima hora (cada media hora entre 08:00 y 14:00), y SH_{ij} = interacción entre el sistema de pastoreo y la hora del día. Los datos fueron analizados mediante modelos de regresión lineal generalizados (PROC GLM) usando el software estadístico SAS (2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Número de Moscas

El máximo número de moscas *H. irritans* registrado fue 210 y 168 moscas/animal en los sistemas silvopastoril y tradicional, respectivamente. El promedio de moscas fue significativamente menor ($p < 0.05$) en el sistema silvopastoril (44 ± 39.8 moscas/animal) en comparación al sistema tradicional (56 ± 47.5 moscas/animal), relación que se mantuvo independientemente de la hora en la que fueron realizadas las mediciones (Figura 1). En el sistema silvopastoril se observó tendencia al aumento del número de moscas en las horas más cálidas del día, mientras que en el sistema tradicional fue mayor en las primeras horas del día, probablemente debido a la influencia del ambiente sobre la prevalencia de moscas, especialmente cuando la temperatura y la humedad fluctúan entre 27 y 30 °C y entre 65 a 70% respectivamente (Gallardo *et al.*, 2000).

El número de moscas en cada sistema fue similar al reportado por Castillo *et al.* (2016); no obstante, se pueden presentar grados de infestación de más de 500 individuos (Byford *et al.*, 1992). Para el caso de sistemas silvopastoriles, Márcia *et al.* (2017) encontraron menor cantidad de moscas *H. irritans* parasitando al ganado en una pastura con árboles (13.2 moscas/animal) en comparación a las 24.0 moscas/animal en una pastura convencional. Sin embargo, la población de parásitos depende de diversos factores, incluido el grado de resistencia de cada animal (Miraballes *et al.*, 2018), por lo cual es difícil aislar las mediciones y establecer la influencia de los árboles sobre la presencia de moscas.

Se observó un incremento del número de moscas en los meses con mayor temperatura y menor precipitación (diciembre-marzo) (Figura 2).

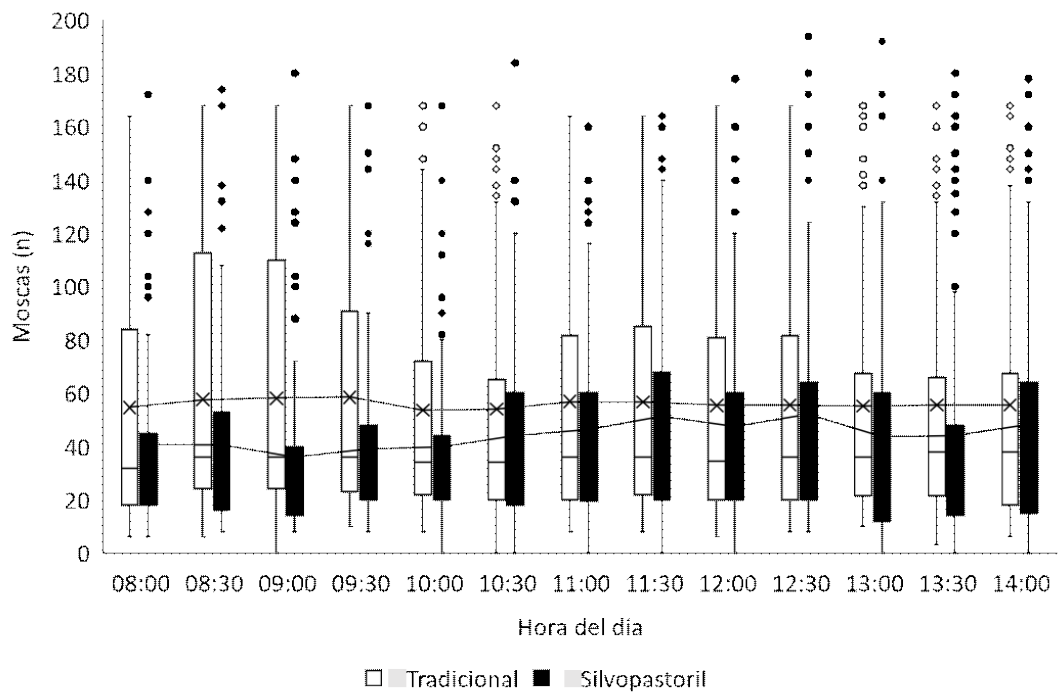


Figura 1. Distribución del número de moscas *Haematobia irritans* durante el día en un sistema silvopastoril vs un sistema tradicional sin árboles en Boyacá, Colombia

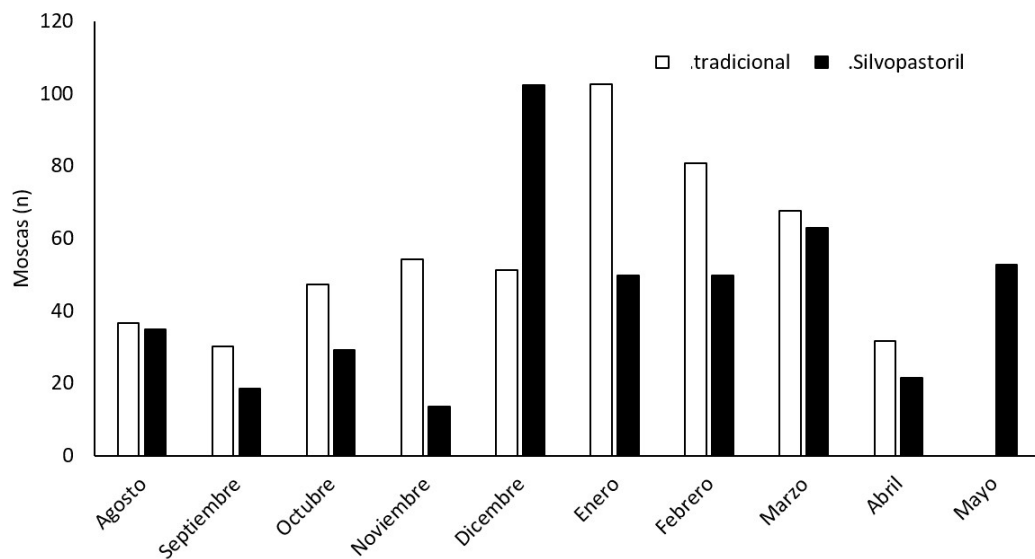


Figura 2. Número de moscas *Haematobia irritans* en 10 meses de estudio en vacas lecheras pastoreando un sistema silvopastoril vs un sistema de pastoreo tradicional sin árboles en Boyacá, Colombia

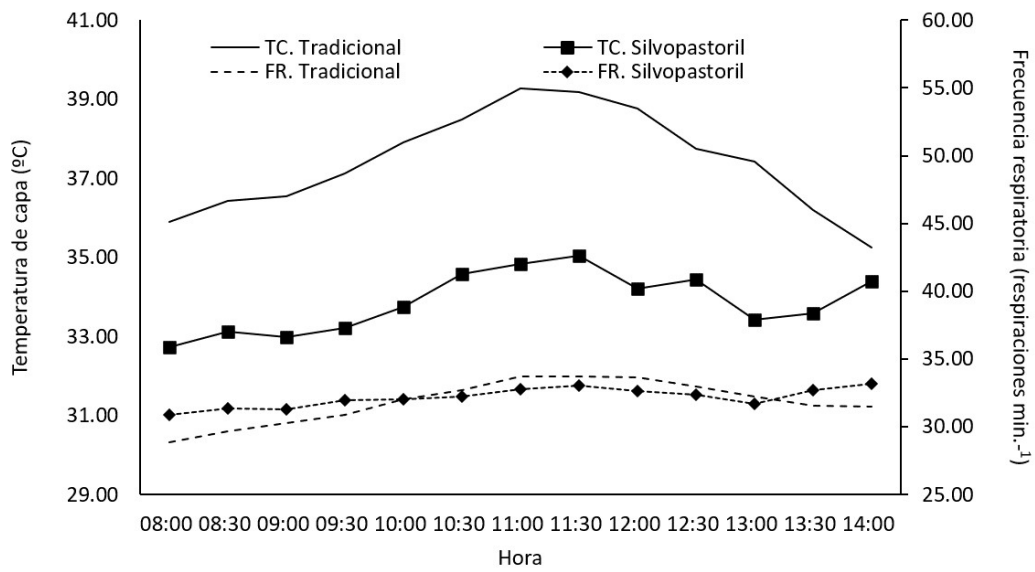


Figura 3. Temperatura de capa (TC) y frecuencia respiratoria (FR) durante el día de vacas lecheras en un sistema silvopastoral vs pastoreo tradicional sin árboles de Boyacá, Colombia

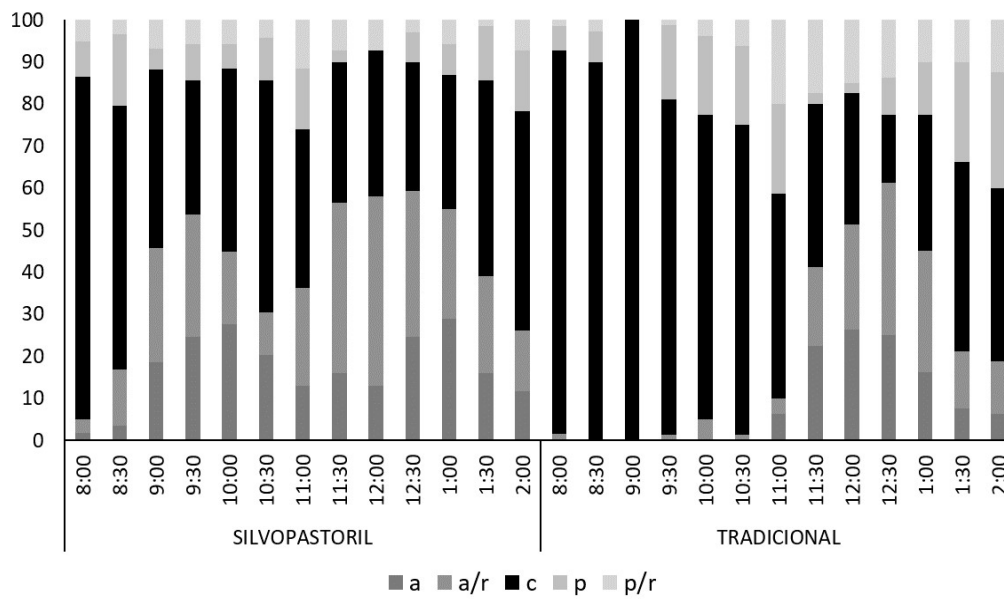


Figura 4. Actividades desarrolladas por vacas lecheras en un sistema silvopastoral vs pastoreo tradicional sin árboles en Boyacá, Colombia (a: acostada; a/r: acostada rumiando; p: parada; p/r: parada rumiando)

Temperatura de Capa y Frecuencia Respiratoria

La temperatura de capa fue significativamente mayor ($p < 0.05$) en las vacas manejadas en el sistema tradicional (37.4 °C) en comparación con las que estuvieron en el sistema silvopastoril (33.8 °C), diferencia que se incrementó entre las 09:30 y 12:30, evidenciando que el microclima bajo el dosel de los árboles genera reducción de la temperatura del aire que incide sobre los animales (Mahecha, 2002). Inclusive, en zonas semi-áridas, donde las temperaturas y la radiación son elevadas, la presencia de árboles puede disminuir considerablemente la temperatura del aire y del suelo (Menezes *et al.*, 2002). Estas condiciones son aprovechadas por los animales como herramienta para regular el estrés calórico (Schütz *et al.*, 2008).

No se tuvieron diferencias significativas entre animales en los dos sistemas en frecuencia respiratoria (32.1 y 31.8 respiraciones/min para el silvopastoril y tradicional, respectivamente). Esta relación que se mantuvo constante durante el día (Figura 3). Estos valores se ubican en el límite superior de respiraciones por minuto de un bovino en descanso (15-30 respiraciones/min) (Jackson y Cockcroft, 2002); no obstante, este valor puede cambiar dependiendo de las condiciones ambientales donde se encuentra el animal.

Actividades

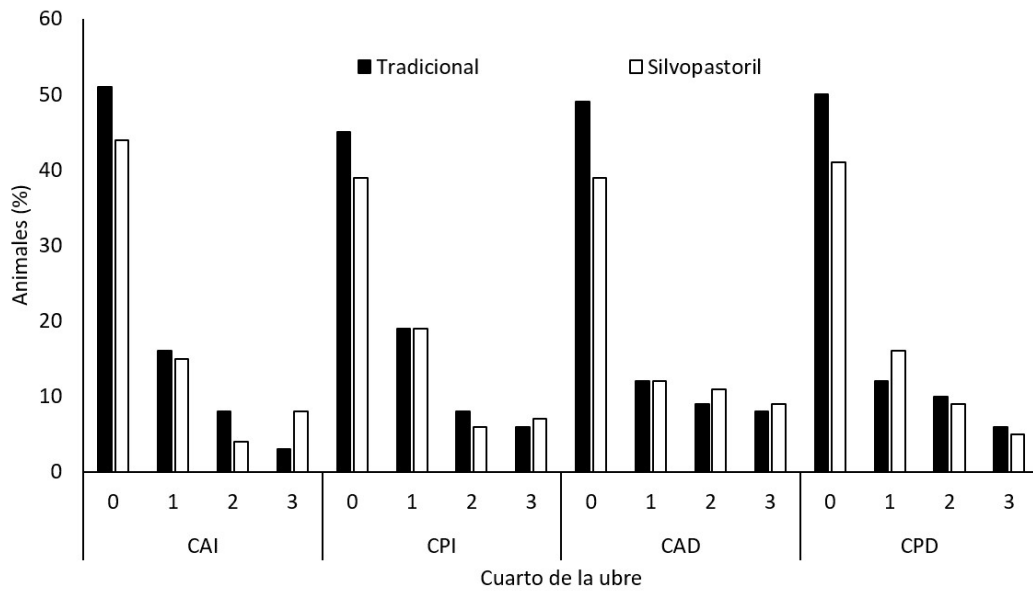
Las vacas tuvieron mayor consumo de alimento durante las primeras horas del día en ambos sistemas (Figura 4); sin embargo, un agroecosistema diverso como lo es el sistema silvopastoril pudo influir el comportamiento de los animales, ya que los animales desarrollaron más actividades conforme a sus preferencias y condiciones de confort, donde el porcentaje de animales desarrollando alguna de las actividades pre-establecidas (acostada, acostada rumiando, parada, parada rumiando) fue más variado durante el día, en comparación con las actividades de los

animales que estuvieron en el sistema tradicional, en el cual la mayoría de individuos estuvieron comiendo, especialmente entre las 08:00 y las 10:30 h, mientras que entre las 12:00 y las 14:00 h permanecieron en reposo. Souza *et al.* (2010) reportaron en un sistema silvopastoril con presencia de eucalipto que los animales pastoreaban menos tiempo en las horas de la mañana, en comparación con los que pastorearon pasturas en monocultivo, situación que se invirtió en las actividades de la tarde. La mitigación ambiental causada por los árboles afecta directamente el tiempo utilizado para el consumo de alimento, ya que el animal, estará en busca de sombra, especialmente en las horas más calurosas del día (Paciullo *et al.*, 2011), por lo que los sistemas silvopastoriles pueden favorecer mejores condiciones al animal, comparado con los que pastorean en sistemas tradicionales.

Distancia de Fuga y Suciedad

Los sistemas silvopastoriles son modelos de producción pecuaria que requieren mayor mano de obra y manejo (Clavero y Suárez, 2006; Murgueitio *et al.*, 2006), por lo que los animales están más acostumbrados a la presencia de las personas que laboran en la finca y pueden requerir menor distancia de fuga en relación con los sistemas tradicionales, tal como se observó en el presente estudio (Cuadro 1).

Se observó mayor índice de suciedad en el cuerpo de los animales presentes en el sistema de pastoreo tradicional sin árboles comparado con los animales que estuvieron en el sistema silvopastoril (Cuadro 1). Al parecer, el sistema silvopastoril proporcionó al ganado espacios de reposo más confortables para cada animal, ya que no se observaron zonas de castigo frecuentes en los esquemas de pastoreo tradicionales, donde el conjunto de animales se concentra en un solo lugar en los periodos de descanso y rumia, causando deterioro excesivo de las pasturas, que se agrava con mayores índices de compactación del suelo en esas zonas de castigo.



CAI=Cuarto anterior izquierdo, CPI=Cuarto posterior izquierdo, CAD=Cuarto anterior derecho, CPD=Cuarto posterior derecho

Figura 5. Porcentaje de animales con niveles de mastitis subclínica (0: negativo, 3: positivo fuerte), según la prueba de mastitis de California (CMT) en un sistema silvopastoral vs sistema de pastoreo tradicional, en Boyacá, Colombia

Cuadro 1. Distancia de fuga (m) y nivel de suciedad de vacas pastando en un sistema silvopastoral vs sistema de pastoreo tradicional, en Boyacá, Colombia

Tratamiento	Distancia de fuga (m)	Suciedad ¹
Silvopastoral	0.7±0.8 ^a	1.5±0.9 ^a
Tradicional	1.3±0.7 ^b	2.0±0.9 ^b

^{a,b} Letras diferentes entre columnas indican diferencia significativa (p<0.05)

¹ Nivel de suciedad establecido entre valores de 0 (animal limpio) a 3 (animal sucio)

Mastitis Subclínica

No se presentaron diferencias significativas entre tratamientos respecto a la prevalencia de mastitis. Más de 50% de los animales estuvieron libres de infección mamaria y alrededor de 20% mostraron el nivel 1 de mastitis subclínica (Figura 5). Estos resultados indican menor incidencia de mastitis que el 60% reportados por García-Sánchez *et al.* (2018) en vacas Holstein en Cuba y del 39.3% y por Ruiz *et al.* (2011) en Pernambuco, Brasil.

CONCLUSIONES

- Hubo mayor presencia de *Haematobia irritans* en el sistema tradicional vs el sistema silvopastoral.

- La temperatura de capa fue superior en los animales ubicados en el sistema de pastoreo tradicional que, en los animales manejados en el sistema silvopastoril, como respuesta al mejor confort térmico generado por la presencia de árboles.
- La presencia de árboles favorece que las vacas muestren mayor variedad de acciones en el comportamiento ingestivo, con patrones de pastoreo más diversos en comparación con el pastoreo tradicional en potreros sin árboles.
- La distancia de fuga fue menor en el sistema silvopastoril indicando una menor aversión hacia las personas que en el sistema tradicional.

LITERATURA CITADA

1. **Arias RA, Mader TL, Escobar PC. 2008.** Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Arch Med Vet* 40: 7-22. doi: 10.4067/S0301-732X20080-00100002
2. **Broom DM. 1991.** Animal welfare: concepts and measurement. *J Anim Sci* 69: 4167-4175. doi: 10.2527/1991.69-104167x
3. **Byford RL, Craig ME, Crosby BL. 1992.** A review of ectoparasites and their effect on cattle production. *J Anim Sci* 70: 597-602. doi: 10.2527/1992.702-597x
4. **Castillo AF, Rodríguez YH, Torrente DQ, Fernández RR, Mellor LM. 2016.** Dinámica poblacional de la mosca *Haematobia irritans* (Linnaeus 1758) (Diptera: Muscidae) en Cuba. *Rev Salud Anim* 38: 137-141.
5. **Clavero T, Suárez J. 2006.** Limitaciones en la adopción de los sistemas silvopastoriles en Latinoamérica. *Pastos y Forrajes* 29: 303-317.
6. **[FAWC] Farm Animal Welfare Council. 2009.** Farm Animal Welfare in Great Britain: past, present and future [Internet]. Disponible en: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/319292/Farm_Animal_Welfare_in_Great_Britain_-_Past_Present_and_Future.pdf
7. **Fraser D, Weary DM, Pajor EA, Milligan BN. 1997.** A scientific conception of animal welfare that reflects ethical concerns. *Anim Welf* 6: 187-205.
8. **Gallardo JL, Moreno D, Waldon M, Rodríguez Mendez A. 2000.** Mortalidad de la mosca del cuerno *Haematobia irritans* causada por el pigmento Floxin B. *Téc Pecu Méx* 38: 211-217.
9. **García-Castro FE, Márquez-Lara D, Donado-Godoy P, Medrano-Galarza C. 2012.** Bienestar animal en ganado de leche de la Sabana de Bogotá - Colombia. *Corpoica*. 114 p.
10. **García-Sánchez F, Sánchez-Santana T, López-Vigoa O, Álvarez M. 2018.** Prevalence of subclinical mastitis and associated microorganisms. *Pastos y Forrajes* 41: 33-39
11. **Grandin T. 1980.** Livestock behavior as related to handling facilities design. *Int J Stud Anim Prob* 1: 33-52.
12. **Hemsworth PH, Coleman GJ, Barnett JL, Borg S. 2000.** Relationships between human-animal interactions and productivity of commercial dairy cows. *J Anim Sci* 78: 2821-2831. doi: 10.2527/2000.78112821x
13. **Hillerton JE, Bramley AJ, Broom DM. 1984.** The distribution of five species of flies (Diptera: Muscidae) over the bodies of dairy heifers in England. *Bull Entomol Res* 74: 113-119. doi: 10.1017/S0007485300009986
14. **Jackson PGG, Cockcroft PD. 2002.** Clinical examination of farm animals. Malden, USA: Blackwell Science. 313 p.
15. **Jensen KMB, Jespersen JB, Birkett MA, Pickett JA, Thomas G, Wadhams LJ, Woodcock CM. 2004.** 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* 18: 275-280. doi: 10.1111/j.0269-283X.2004.00506.x

16. **Mahecha L. 2002.** El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. *Rev Colomb Cienc Pecu* 15: 226-231.
17. **Márcia MC, Nicodemo MLF, Gusmão MR, Pezzopane JRM, Bilhassi TB, Santana CH. 2017.** Differential *Haematobia irritans* infestation levels in beef cattle raised in silvopastoral and conventional pasture systems. *Vet Parasitol* 246: 96-99. Available from: doi: 10.1016/j.vetpar.2017.08.020
18. **Menezes RSC, Salcedo IH, Elliott ET. 2002.** Microclimate and nutrient dynamics in a silvopastoral system of semi- arid northeastern Brazil. *Agrofor Syst* 56: 27-38. doi: 10.1023/A:102117-2530939
19. **Miraballes C, Sanchez J, Barros ATM, Hitateguy S, Moreno P, Saporiti T, Riet CF. 2018.** Influence of selective treatment of bulls on the infestation of *Haematobia irritans* on untreated cows. *Vet Parasitol* 260:58-62. doi: 10.1016/j.vetpar.2018.08.012
20. **Murgueitio E, Cuellar P, Ibrahim M, Gobbi J, Cuartas CA, Naranjo JF, Zapata A, et al. 2006.** Adopción de sistemas agroforestales. *Pastos y Forrajes* 29: 365-379.
21. **Murgueitio E, Calle Z, Uribe F, Calle A, Solorio B. 2011.** Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecol Manage* 261: 1654-1663. doi: 10.1016/j.foreco.2010.09.027
22. **Murgueitio ER, Chará JD, Solarte AJ, Uribe F, Zapata C, Rivera JE. 2013.** Agroforestería pecuaria y sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) para la adaptación ganadera al cambio climático con sostenibilidad. *Rev Colomb Cienc Pecu* 26: 313-316.
23. **Paciullo DS, de Castro CR, Gomide CA, Maurício R, Pires MF, Müller M, Ferreira D. 2011.** Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. *Livest Sci* 141: 166-172. doi: 10.1016/j.livsci.2011.05.012
24. **Ruiz AK, Ponce P, Gomes G, Mota RA, Sampaio E, Lucena ER, Benone ES. 2011.** Prevalencia de mastitis bovina subclínica y microorganismos asociados: comparación entre ordeño manual y mecánico, en Pernambuco, Brasil. *Rev Salud Anim* 33: 57-64.
25. **Schütz KE, Cox NR, Matthews LR. 2008.** How important is shade to dairy cattle? Choice between shade or lying following different levels of lying deprivation. *Appl Anim Behav Sci* 114: 307-318. doi: 10.1016/j.applanim.2008.04.001
26. **Souza W De, Barbosa OR, Araújo-Marques J De, Gasparino E, Cecato U, Barbero LM. 2010.** Behavior of beef cattle in silvopastoral systems with eucalyptus. *Rev Bras Zootec* 39: 677-684. doi: 10.1590/S1516-3598201000-0300029
27. **Tadich N. 2011.** Bienestar animal en bovinos lecheros. *Rev Colomb Cienc Pecu* 24: 293-300.
28. **Polsky L, von Keyserlingk MAG 2017.** Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. *J Dairy Sci* 100: 8645-8657. doi: 10.3168/jds.2017-12651
29. **West JW. 2003.** Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *J Dairy Sci* 86: 2131-2144. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73803-X
30. **Whyte D, Walmsley M, Liew A, Claycomb R, Mein G 2005.** Chemical and rheological aspects of gel formation in the California Mastitis Test. *J Dairy Res* 72: 115-121. doi: 10.1017/S0022029-904000561
31. **Woolley CE, Lachance S, DeVries TJ, Bergeron R. 2018.** Behavioural and physiological responses to pest flies in pastured dairy cows treated with a natural repellent. *Appl Anim Behav Sci* 207: 1-7. doi: 10.1016/j.applanim.2018.07.009