

INFLUENCIA DE LA ARBORIZACIÓN EN SISTEMAS DE PASTOREO RACIONAL FLEXIBLE SOBRE EL ESTRÉS CALÓRICO EN VACAS MESTIZAS

Influence of arborization in flexible rational grazing systems on heat stress in crossbred cows

Jacinto Alex Roca Cedeño *, <https://orcid.org/0000-0001-9065-7126>

José Patricio Muñoz García, <https://orcid.org/0009-0007-9337-5889>

María José Zambrano Vera, <https://orcid.org/0000-0001-8664-5675>

Jhon Carlos Vera Cedeño, <https://orcid.org/0000-0001-7651-1825>

Carlos Alfredo Rivera Legton, <https://orcid.org/0000-0003-0013-1679>

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Ecuador

*Autor para correspondencia. email aroca@espam.edu.ec

Para citar este artículo: Roca Cedeño, J. A., Muñoz García, J. P., Zambrano Vera, M. J., Vera Cedeño, J. C. y Rivera Legton, C. A. (2023). Influencia de la arborización en sistemas de pastoreo racional flexible sobre el estrés calórico en vacas mestizas. *Maestro y Sociedad*, (Número Especial), 108-115. <https://maestroysociedad.uo.edu.ec>

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con la finalidad de medir la influencia de la arborización en sistemas de pastoreos racional flexible sobre el estrés calórico en vacas lecheras mestizas en dos áreas de pastoreo de la unidad de pasto y forraje de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, se contó con unidades de una densidad de 25 árboles/ha (T1) y otra de 30 árboles/ha (T2) y un área como tratamiento testigo sin arborizar (T0), se utilizaron cinco repeticiones por los tres tratamiento contabilizándose una vaca por repetición, dando como un total de 15 unidades experimentales, evaluándose como variable de respuesta la: temperatura rectal (TR), frecuencia cardíaca (FC) y frecuencia respiratoria (FR) en el horario del mediodía, momento de máximo estrés de calor en el trópico. Los resultados obtenidos en la medición de la temperatura rectal, frecuencia cardíaca y frecuencia respiratoria de los bovinos reflejó un p-valor de <0,001 lo cual testifica que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos, por medio de la prueba de Tukey se observó que el (T0) presentó un incremento de los marcadores fisiológicos del estrés, en comparación del (T1) y (T2), con respecto al índice temperatura/humedad (ITM) el área sin acceso a sombra (SOL) mostro una diferencia de 3,84 frente al área con acceso sombra (SOM). Se concluye que la combinación de niveles adecuados de arborización con elementos de pastoreo racional, mejora la respuesta de los marcadores fisiológicos al estrés calórico del ganado mestizo del trópico seco ecuatoriano.

Palabras clave: sistema silvopastoril, temperatura rectal, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, estrés térmico.

ABSTRACT

The present work was carried out with the purpose of measuring the influence of arborization in flexible rational grazing systems on heat stress in crossbred dairy cows in two grazing areas of the pasture and forage unit of the Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, there were units with a density of 25 trees/ha (T1) and another of 30 trees/ha (T2) and an area as a control treatment without trees (T0), using five repetitions for the three treatments, counting one cow per repetition. giving a total of 15 experimental units, evaluating as a response variable: rectal temperature (TR), heart rate (HR) and respiratory rate (RR) at noon, the moment of maximum heat stress in the tropics. The results obtained in the measurement of rectal temperature, heart rate and respiratory rate of bovines reflect a p-value of <0.001 which testifies that there is a highly significant difference between the treatments, by means of the Tukey test it was observed that the (T0) presented an increase in physiological stress markers, compared to (T1) and (T2), with respect to the temperature humidity index (ITM), the area without access to shade (SOL) showed a difference of 3.84 compared to the shaded access area (SOM). With the data obtained, it is concluded that the combination of adequate levels of

arborization with elements of rational grazing improves the response of physiological markers to heat stress of crossbred cattle in the Ecuadorian dry tropics.

Keywords: silvopastoral system, rectal temperature, heart rate and respiratory rate, heat stress.

Recibido: 19/5/2023 Aprobado: 21/8/2023

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de pastoreo vacuno en el trópico, sobre todo en el Ecuador, han pasado de la eficiencia productiva a la baja productividad. En mucho tiene que ver el cambio climático con la reducción de los niveles de respuesta productiva (Álava y Muñoz, 2020). En lo que respecta al rango térmico de confort, según Iraira y Bravo (2019) “es de 5°C a 25°C para ganado lechero y -5°C a 29°C para ganado carne. Fuera de estos rangos los animales activan mecanismos fisiológicos que permiten la sobrevivencia de estos, pero con un impacto sobre la productividad” (p. 64). Como lo demostró Mariños (2019), “el estrés calórico es causa de disminución en la producción de leche en vacunos porque en este periodo de tiempo se logró observar que mientras más intensidad de temperatura mayor pérdida” (p. 15).

El establecer sistemas que trabajen con el complejo suelo-planta-animal-hombre, y además perdurables en el tiempo, es imperativo para la ciencia en el trópico ecuatoriano. Como los trabajos desarrollados por Roca (2021) en el establecimiento de niveles adecuados de arborización en los sistemas vacunos del sur ecuatoriano, constituyeron un avance importante en el camino hacia la mejora de los niveles productivos de forma sustentable.

En cambio, se piensa que podría fomentar de manera más avanzada y novedosa, si estos sistemas se combinarán con elementos de manejo racional flexible, establecidos para el cuidado de la interacción suelo-planta-animal, como los desarrollados por Ray (2015), en condiciones de pastoreo racional con bajos insumos.

En los sistemas de pasturas tradicionales que existen, los animales son afectados en sus respuestas fisiológicas y productivas y por ende en el plano de la nutrición, relativamente al estar expuestos permanentemente al ambiente, especialmente cuando se trata de variaciones en cantidad y calidad de pasturas y cultivos, siendo estos los principales componentes de la alimentación, más aún en los meses cálidos cuando el ambiente que combina la temperatura debido a la alta radiación solar y la humedad del aire, lo que provoca la reducción de la productividad de los rodeos (Saravia, 2009).

Según García *et al.* (2018), es inminente el incremento de la temperatura rectal y la tasa de respiración, como una forma de responder naturalmente al estrés calórico que se genera en los animales, y como estrategia para eliminar el exceso de calor suelen abandonar el pastoreo y refugiarse bajo las sombras que encuentren y de esta manera mantener el balance térmico.

Los sistemas silvopastoriles implican el uso de árboles en sistemas de pasturas, se establecen con el objetivo beneficios como el mejoramiento de la fertilidad del suelo a través del ciclaje de nutrientes y la fijación de nitrógeno realizada por algunas especies, regulación del balance hídrico al conservar agua y reducir la evaporación, fijación de CO₂ y reducción del estrés calórico de los animales a través del efecto de la sombra al generar microclimas en las áreas de pastoreo, los cuales permiten a los animales mantenerse en ambientes con temperaturas dentro o cerca de zona de termoneutralidad (Alexander, 2010).

En este contexto, “cuando estos sistemas silvopastoriles son bien planeados y conducidos, permiten explotar las sinergias entre los componentes, proporcionando ventajas económicas, para el bienestar animal y la prestación de servicios ambientales” (Kássio *et al.*, 2018, p. 20), de esta manera los árboles en el área de pastoreo aumentan la humedad, mejorando las condiciones del microclima que permiten el crecimiento de plantas forrajeras y por tanto va a generar menor amplitud de variación térmica en el ambiente.

Teniendo en cuenta lo anterior, los sistemas silvopastoriles, la arborización, el pastoreo y el estrés calórico en vacas ha sido objeto de estudio de diversas investigaciones desarrolladas en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM) como las de Roca (2011), Roca, Vera, Guevara, Flores de Valgas, Brito, Guevara y Soto (2014), Roca, Vera, Guevara, del Toro, Guevara, Lemoine, Curbelo y Soto (2014), Guevara, Roca, Lascano, Arcos, Vera, Guevara, Curbelo, Galarza y Soto (2016), Roca, Lascano, Arcos, Sánchez, Guevara, Vera, Serpa, Iñiguez, Guevara y Curbelo (2016), Guevara, Lascano, Arcos, Hernán, Armas, Serpa, Soria, Vera, Torres, Guevara, Roca y Curbelo (2016), Roca, Lascano, Arcos, Cueva, Molina, Curbelo, Guevara, Guevara, Hernán, Torres, Nieto, Serpa (2018) y Roca, Vera, Rivera y Brito (2020).

El trabajo de investigación es de vital importancia para el ámbito productivo, tomando en cuenta que el estrés en el ganado provoca pérdida de la eficiencia en la producción de leche, que añadido a la disminución en el rendimiento de los animales por hectárea que conlleva el pastoreo libre, genera graves crisis en la economía del ganadero, por tanto, productivamente se justifica la investigación en el análisis del pastoreo racional flexible, para revisar los indicadores del estrés calórico en bovinos de leche mestizo en el trópico ecuatoriano. Socialmente incrementa los niveles socioeconómicos con el ahorro de grandes extensiones de terreno que pueden ocuparse para otros menesteres productivos, y que generan de esta manera opciones de manejo ambiental adecuados para el ecosistema del agro local.

El objetivo de este artículo es evaluar la influencia de la arborización en sistemas de pastoreo racional flexible sobre los marcadores fisiológicos del estrés calórico en vacas mestizas en el trópico ecuatoriano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo de investigación se desarrolló en dos áreas de pastoreo de Unidad de Docencia, Investigación y Vinculación (UDIV) Pastos Forrajes de la ESPAM-MFL, en la ciudad de Calceta, cantón Bolívar provincia de Manabí ubicada en el kilómetro 2.5; sitio el Limón- Campus Politécnico.

El estudio se realizó mediante diseño completamente al azar (DCA), con modelo lineal aditivo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Y_{ij} es la observación de la j -ésima u.e. del i -ésimo tratamiento,

μ es la media del i -ésimo tratamiento,

T_i estimado del tratamiento

e_{ij} es el error experimental de la unidad ij

La investigación se realizó con dos niveles distintos de arborización aplicadas a un sistema de pastoreo racional de los cuales una unidad contó en sus áreas de pastizales con una densidad de 25 árboles/ha (T_1), otra con 30 árboles/ha (T_2) y un área como tratamiento testigo sin arborizar (T_0).

Se realizaron cinco repeticiones por los tres tratamientos contando una vaca como repetición, dando como total 15 unidades experimentales.

Tipo de investigación: Para la presente investigación se utilizó la investigación descriptiva, bibliográfica y de campo que a continuación, se detallan:

- Investigación descriptiva: La investigación se estableció en la información de modelar las áreas de pastoreo tomando en cuenta la densidad arbórea y los lineamientos del sistema de pastoreo racional flexible en las unidades de bovinos productores de leche, del grupo de Unidades de Docencia, Investigación y Vinculación "Pastos Forrajes" de la ESPAM-MFL.
- Investigación bibliográfica: A partir de varios autores de libros, revistas y artículos científicos que reporten información pertinente al trabajo en desarrollo, también se solicitó apoyo técnico de los facilitadores e investigadores de la ESPAM MFL.
- Investigación de campo: se desarrolló en la carrera de Medicina Veterinaria de la "ESPAM" MFL, unidades de bovinos productores de leche, del grupo de Unidades de Docencia, Investigación y Vinculación "Pastos Forrajes" de la ESPAM-MFL.
- Método Analítico: A través de este método se realizó el análisis bibliográfico de las variables descomponiendo las dimensiones en elementos básicos referentes a los sistemas de pastoreo y la implementación de sistemas arbóreos en el trópico seco ecuatoriano.
- Métodos cuantitativos: Con la data recolectada en el trabajo de campo se cuantificaron los marcadores fisiológicos del estrés calórico de las vacas y se procedió a calcular el índice temperatura/humedad en las áreas de pastoreo.

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron las técnicas necesarias para la recopilación y análisis de datos a través de la observación y fichas de campo con la toma de ritmo cardiaco, frecuencia respiratoria y temperatura rectal en los animales objetos de estudio.

RESULTADOS

La investigación se desarrolló en dos áreas de pastoreo de las unidades de bovinos productores de leche, del grupo de Unidad de Docencia, Investigación y Vinculación “Pastos Forrajes” de la ESPAM-MFL, aprovechando el nivel de arborización ya presentes en ellas y el predominio del pasto *Megathyrsus maximus* (Saboya).

Una unidad contó en sus áreas de pastizales con una densidad de 25 árboles/ha (T1), otra con 30 árboles/ha (T2) y un área como tratamiento testigo sin arborizar (T0), las que constituyeron los tratamientos experimentales. El pastoreo arborizado en ambas unidades se condujo aplicando los principios de manejo del pastoreo racional descrito por Ray (2015). Las densidades de árboles a evaluar se alcanzaron a partir de áreas ya establecidas fundamentalmente.

El pastoreo racional consistió en asignarle al rebaño una porción diaria de la franja de pasto, de tamaño variable según la disponibilidad del mismo, con lo que se rompe con el esquema de contar con cuarterones de tamaño fijo, que conlleva a mayores gastos de cercado y mantenimiento, además del aspecto de forzado en el consumo de la oferta de su interior. El diseño final del pastoreo para esta investigación se determinó en franjas, con mangas o pasillos interiores.

El tamaño de la porción se fijó de acuerdo con la disponibilidad de pasto por medio de aforo de potrero, para que la oferta de biomasa permita al rebaño un consumo estimado de MS de 3% del peso vivo promedio, con un 80% de aprovechamiento estimado del pastizal, en la práctica se estimó una sola porción para el total del rebaño, la cual pudo ser corregida durante el día para favorecer la calidad del estrato de pasto consumo y cumplir con el principio de manejo flexible (cuidar al pasto y al animal).

Se usó cercado eléctrico combinada, con un solo hilo, el cual fue fijo para la definición de las franjas, y móvil para su interior, siendo este último colocado y mantenido únicamente en el momento de delimitar la porción a usar, además, se realizó un aforo de potrero por el método de doble muestreo por rango visual en base a las diferentes alturas de crecimiento del pasto (alto, medio y bajo) con 5 submuestras por cada nivel de crecimiento, se pesó cada submuestra que representa a cada nivel de altura con una balanza, se realizó un promedio aritmético en Kg/m² y se lo multiplicó por las hectáreas en Kg/Ha.

El método estadístico usado para determinar resultados de los tratamientos fueron medidas de tendencia central.

Cálculo del índice temperatura/humedad en relación con la densidad arbórea en las zonas de pastoreo

Para la medición se utilizaron dos Termohigrómetro, las medidas de temperatura ambiental (TA) en grados centígrados (°C) y humedad relativa (HR) en valor porcentual (%), las tomas de muestra se realizaron a las 12:00 pm hora de mayor radiación solar durante los 40 días de la investigación. Para comparar las áreas de pastoreo (SOL) sin acceso a sombra y (SOM) con acceso sombra. Para determinar el índice de temperatura y humedad relativa del ambiente (ITH) se utilizó la fórmula propuesta por García et al. (2018)

$$ITH=0,81*TA + (TA-14,4)* HR/100 + 46,4$$

El análisis estadístico usado para esta muestra es el t-student al ser un tratamiento de dos variables

Valoración de la respuesta de los indicadores fisiológicos al estrés calórico

Se realizó el control de la triada fisiológica de manera diaria a las 12:00 del día, los 40 días de la investigación, con la toma de temperatura rectal (TR) en grados centígrados (°C) mediante termómetro rectal, la frecuencia cardíaca (FC) en latidos por minuto y frecuencia respiratoria (FR) en respiraciones por minuto, mediante toma directa usando fonendoscopio y cronómetro, las tomas de muestras se realizaron en campo con sujeción física, en forma de lazo.

Estimación de la disponibilidad de biomasa en las áreas de pastoreo con respecto a la densidad arbórea

Las estimaciones del promedio aritmético podemos ver que el tratamiento 2 posee una mayor disponibilidad de biomasa. El aumento de la disponibilidad se puede atribuir a las bondades que brindan los árboles de algarrobo como la fijación de nitrógeno y la captación de agua del subsuelo (Tabla 1).

Tabla 1 Producción de biomasa en potreros con distinta cantidad de arborización

	Kg/M2	T/Ha	Mediana	Moda
T0	0,30 kg/m ²	3,00 t/ha	0,30 kg/m ²	0,29 Kg/m ²
T1	0,374 kg/m ²	3,78 t/ha	0,38 Kg/m ²	0,38 Kg/m ²
T2	0,382 kg/m ²	3,83 t/ha	0,38 Kg/m ²	0,39 Kg/m ²

Según Cedeño *et al* (2014), los cambios en la composición botánica del pastizal por efectos del grado de arborización, registró un predominio significativo ($P < 0,05$) del tratamiento con mayor grado de árboles/ha y aumento del pasto saboya (*Megathyrus maximus*), que se informa como una especie adaptada a situaciones de sombreado intermedio natural como las que aporta el *P. juliflora*. Lo cual concuerda con los datos obtenidos la investigación. Así mismo Gálvez *et al* (2019) concluye que el contenido de materia orgánica fue mayor en el sistema silvopastoril que en el sistema de ganadería convencional. Concordando con lo visto en la investigación. En el ITH se demuestra una disminución altamente significativa en comparación de las áreas de pastoreo (SOL) sin acceso a sombra y (SOM) con acceso sombra (Tabla 2).

Tabla 2 Índice temperatura humedad en áreas con y sin acceso a sombra

GRUPOS	ITH
Pastoreo sin acceso a sombras (SOL)	79.68
Pastoreo con acceso a sombras (SOM)	75.84
P-valor	<0,0001

Teniendo concordancia con los resultados expuestos que las diferencias son ($P \leq 0.05$) entre el tratamiento de sistema de Pastoreo Rotacional Intensivo mostró mayor ITH, que el tratamiento Sistema Silvopastoril. En la diferencia del ITH se puede notar que las áreas que no poseen sombra, existe un notable peligro de daño severo por estrés calórico, mientras las áreas con presencia de sombra se acercan más a un área de confort. Como los datos obtenidos por Hernández *et al* (2019), en su trabajo se obtuvo una reducción de ITH de 2,1 puntos al comparar a las 13:00 h el sistema silvopastoril con la pradera sin árboles.

Valoración de la respuesta de los indicadores fisiológicos al estrés calórico, como influencia de la arborización en sistemas de pastoreos racional flexible

Frecuencia respiratoria

Los resultados del anova de la frecuencia respiratoria de los bovinos reflejo un p-valor de <0,0001 lo que expresa que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos (Tabla 3).

Tabla 3. Frecuencia respiratoria en vacas, por influencia de arborización en sistema de pastoreo racional flexible

Tratamiento	Respiración por minuto
T0	25,03 B
T1	14,80 A
T2	15,00 A
P-VALOR	<0,0001

Los datos que se obtuvo en la investigación están en concordancia con el trabajo realizado por Barragán *et al* (2015) en el cual de midió los cambios fisiológicos del Estrés Calórico en Vacas Bajo Silvopastoreo y Pradera sin Árboles, la variable FRM registraron efecto ($p < 0.05$) del tratamiento, se mostró un efecto positivo del sombrero proveniente de árboles en el sistema sobre las variables fisiológicas. De la misma forma en el trabajo realizado por Ghiano *et al* (2016) demuestra que la frecuencia respiratoria se encontraron diferencias significativas. Una interacción entre tratamiento y fecha se detectó en frecuencia respiratoria ($p < 0,05$). Así mismo con lo presentado por Peña *et al* (2021), refleja que existe un aumento de la frecuencia respiratoria en las vacas que, no poseen acceso a sombra en áreas de pastoreo, respecto las que, sí poseen acceso a sombra, esto debido la diferencia del índice temperatura humedad (ITH) de ambas áreas de pastoreo.

Frecuencia cardiaca

Los resultados del anova en la frecuencia cardiaca reflejó un valor de ($p < 0,0001$) lo que indica la existencia de una diferencia altamente significativa en los tratamientos.

Tabla 4 Frecuencia cardiaca en vacas, por influencia de arborización en sistema de pastoreo racional flexible

Tratamiento	Latidos por minuto
T0	60,93 B
T1	43,50 A
T2	44,38 A
P-VALOR	<0,0001

Estos resultados indican que, la manipulación física en las tomas de muestra no fue un factor de estrés con lo dicho por Da Costa *et al* (2015) quienes explican que la frecuencia cardíaca (FC) es un parámetro que puede

ser influenciado por otros estresores además del estrés térmico, por ejemplo, el temperamento, que en el caso de las razas Bos Indicus que son bastante nerviosa, interfiriendo directamente con FC aumentada en el momento de la aproximación para la medición.

Temperatura rectal

Los resultados del anova en la temperatura rectal expresada en grados centígrados reflejo un valor de ($p < 0,0001$) lo cual indica que existe diferencia altamente significativa en los tratamientos (Tabla 5).

Tabla 5 Temperatura rectal en vacas, por influencia de arborización en sistema de pastoreo racional flexible

Tratamiento	Grados centígrados
T0	38,70 B
T1	37,99 A
T2	38,01 A
P-VALOR	<0,0001

El resultado concuerda con la investigación realizada por Gihano *et al* (2016) en la cual se compararon dos grupos de vacas, uno si refrescado de la zona de estabulado y otras que recibieron refrescado (sistema de ventilación y mojado), obteniendo como resultado que las vacas refrescadas tuvieron un incremento 39.2% entre las medias de temperatura rectal ambos tratamientos, Esto demuestra que mejora su confort impactando positivamente en su bienestar. Igualmente, con lo presentado por Betancourt *et al* (2003) que evaluó el efecto de la sombra sobre el comportamiento animal, demostrando que la temperatura rectal de las vacas fue afectada significativamente ($P < 0,05$) por el nivel de cobertura arbórea. Con los datos obtenidos se puede afirmar que la combinación de niveles adecuados de arborización con elementos pastoreo racional, mejora la respuesta de los marcadores fisiológicos del estrés calórico del ganado mestizo del trópico seco ecuatoriano, mejorando el bienestar y confort de los animales.

DISCUSIÓN

En el trópico se han valorado y ejecutado diversos sistemas de pastoreo vacuno, con sus diferentes niveles de intensificación y de éxito, el cual depende siempre del ajuste de las condiciones edafoclimáticas, condicionadas al tipo de animal, así como también a los diferentes tipos o cultivos de pasto y al nivel de insumos que se utilice. Entre las variantes de pastoreo que permiten mayor control del tiempo de pastoreo se encuentran, entre otras, el Pastoreo Racional Voisin, el Pastoreo en Células o de corta duración y el Pastoreo Intensivo Tecnificado (Álava y Muñoz, 2020).

El Pastoreo Racional Voisin (PRV) es una tecnología agroecológica para la producción intensiva de alimentos limpios que tiene como base las leyes universales del pastoreo (Voisin, 1994) y el manejo integral agroecológico, sin uso de agrotóxicos, ni de fertilizantes solubles y sin agredir los suelos con pases de arado (Ojeda y Domínguez 2020). Milera *et al* (2019) afirman que los estudios del científico francés André Voisin en clima templado y los argumentos tomados de los aportes científicos de años anteriores en Alemania y otros países, le permitieron enunciar los principios fundamentales para el manejo de los pastos, lo cual ha sido el cimiento para la mejora de los sistemas de pastoreo que se implementan en la actualidad en el trópico, y que han mejorado las cuatro leyes formuladas por Voisin, que a continuación se exponen: Las dos primeras leyes se relacionan con el pasto y las dos restantes con el animal. En las enunciadas para el manejo del pasto el principio más importante es el reposo entre un pastoreo y otro para alcanzar la máxima productividad, y el tiempo de ocupación por los animales de un cuartón (Milera *et al.*, 2019, p. 4).

Tabla 6 Leyes de Voisin

RELACIONES CON EL PASTO	RELACIONES CON EL ANIMAL
<p>-Para que una hierba cortada por el diente del animal pueda dar el máximo de productividad, es necesario que entre dos cortes sucesivos haya pasado el tiempo suficiente, que permita a la hierba almacenar en sus raíces las reservas necesarias para un rebrote vigoroso y realizar la llamarada de crecimiento.</p> <p>-El tiempo de ocupación de una parcela debe ser lo suficientemente corto para que una hierba cortada el primer día por el diente, no sea cortada de nuevo antes que los animales dejen la parcela.</p>	<p>-Es necesario ayudar a los animales de exigencias alimenticias más elevadas para que puedan cosechar la mayor cantidad de hierba y que esta sea de la mejor calidad.</p> <p>-Para que una vaca pueda dar rendimientos regulares es preciso que no permanezca más de tres días en una parcela. Los rendimientos serán máximos si las vacas no permanecen más de un día en una parcela.</p>

CONCLUSIONES

La densidad arbórea en las áreas de pastoreo, incrementó disponibilidad de biomasa en los tratamientos con arborización, el mejor resultado de la biomasa fue el (T2) con 30 árboles/Ha logró 0,382 kg/m², lo cual demuestra la fundamental ayuda de los árboles en la ganadería. En las áreas con presencia arbórea se presentan una mejora en el ITH, que permite un mejor ambiente para los animales, lo que resalta la importancia de considerar la arborización como una estrategia beneficiosa en la gestión de áreas de pastoreo. La reducción del ITH en las áreas de pastoreo con arborización, mejora los marcadores fisiológicos del estrés calórico, siendo una mejora en el comportamiento de la fisiología del animal lo que mejora el bienestar animal

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Álava, M. y Muñoz, J. (2020). Perfeccionamiento de sistemas de pastoreo vacuno en el trópico seco ecuatoriano. ESPAM MFL.
2. Alexander, N. (2010). Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. *Revista de Medicina Veterinaria*, (19), 113-122. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-93542010000100010&lng=en&tyt=es
3. Barragán, W., Mahecha, L. y Cajas, Y. (2015). Variables Fisiológicas-Metabólicas de Estrés Calórico en Vacas Bajo Silvopastoreo y Pradera sin Árboles. *Agronomía Mesoamericana*, 26(2), 211-223. <https://dx.doi.org/10.15517/am.v26i2.19277>
4. Betancourt, K., Ibrahim, M., Harvey, C. A., y Vargas, B. (2003). Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. *Revista Agroforestería en las Américas*, 10(39-40) 47-50.
5. Gálvez Cerón, A., L., & Apráez Guerrero, J., E., & Apráez Muñoz, J., J., & Ruales España, F. R. (2019). Implementación y evaluación de un sistema silvopastoril en el chocó biogeográfico colombiano. *Revista de la Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 11(2), 129-142. <http://portal.amelica.org/ameli/journal/513/5132514008/>
6. García, F., Pezo, D. e Ibrahim, M. (2018). El uso de la sombra de árboles para atenuar el efecto del estrés calórico en el ganado. *Engormix*: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/uso-sombra-arboles-%20%20%20%20atenuar-t42646.htm>
7. Ghiano, J. E. J., Leva, P. E., Walter, E. G., Taverna, M. A., Toffoli, G. D., y García, M. S. (2016). Mitigación del estrés calórico en vacas lecheras en un clima subhúmedo. *Revista FAVE*. 15(1), 1.10. <https://doi.org/10.14409/fa.v15i1.5872>
8. Guevara Viera, R. V., Lascano Armas, P. J., Arcos Álvarez, C. N., Hernán Chancusing, F., Armas Cajas, J. A., Serpa García, G. V., Soria Parra, M. E., Vera Cedeño, J. C., Torres Inga, C. S., Guevara Viera, G. E., Roca Cedeño, A. y Curbelo Rodríguez, L. M. (2016). Efecto de la inclusión del forraje de maíz molido en la respuesta productiva de vacas lecheras en pastoreo. *Revista de Producción Animal*, 28(1), 16-22. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-79202016000100003&script=sci_arttext&tlng=en
9. Guevara Viera, R. V., Roca Cedeño, A. J., Lascano Armas, P. J., Arcos Álvarez, C. N., Vera Cedeño, J. C., Guevara Viera, G. E., Curbelo Rodríguez, L. M., Galarza Lucero, D. A. y Soto Senra, S. A. (2016). Influencia del algarrobo en la conducta y producción de leche de vacas en pastoreo. II. Período lluvioso. *Revista de Producción Animal*, 28(1), 10-15. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-79202016000100002&script=sci_arttext&tlng=en
10. Hernández, W. A. B., Cruz, J. B., López, A. Z., Espitia, P. A., & Cardozo, J. (2019). Estrés calórico y conteo de dípteros hematófagos en sistemas silvopastoriles de estratos múltiples. *Agronomía Mesoamericana*, 30(3), 751-765.
11. Iraira, S. y Bravo, R. (2019). Determinación de estrés calórico en el sector lechero. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6836/NR41962.pdf?sequence=12&isAllowed=y>
12. Kássio, J. *et al.* (2018). Oportunidades y desafíos para los sistemas silvopastoriles en Uruguay. *Veterinaria*, 54(209), 26-41 <http://dx.doi.org/10.29155/vet.54.209.4>
13. Mariños, L. (2019). Efecto del estrés calórico en la producción de vacunos de leche, raza Holstein en el establo "Santa Cecilia" Huanchaco. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/13463/Mari%C3%B1os%20Cusquisiban,%20Luciana.pdf>
14. Milera, M. Machado, R. Alonso, O. Hernández, M. y Sánchez, S. (2019). Pastoreo racional intensivo como alternativa para una ganadería baja en emisiones. *Pastos y Forrajes*, 42(1), 3-12. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942019000100003&lng=en&tyt=p

15. Ojeda, A. y Domínguez, O. (2020). Pastoreo Racional Voisin, ruta agroecológica sustentable en suelos ácidos-arenosos de baja fertilidad natural. *Centro Agrícola*, 47(2), 41-53. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852020000200041&lng=es&tlng=pt.
16. Peña, R., Fariña, S., Pla, M. y La Manna, A. (2021). Efecto del estrés calórico en Vacas Holstein bajo un sistema de ordeño pastoril voluntario (Robot): 2 Comportamiento Animal. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 29(Supl 1), 67-68. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/16202/1/2950-Article-Text-10068-5-10-20211213-09.pdf>
17. Ray, J. V. (2015). Sistema de pastoreo racional para la producción de leche con bajos insumos en suelo Vertisol I. Editorial Instituto de Investigaciones Agropecuarias Jorge Dimitrov.
18. Roca Cedeño, J. A. (2011). Efecto del estrés calórico en el bienestar animal, una revisión en tiempo de cambio climático. *Revista ESPAMCIENCIA*, 2(1), 15-25. http://190.15.136.171/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/39
19. Roca Cedeño, J. A. (2021). *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.: efecto en indicadores del pastizal y el comportamiento de vacas lecheras en pastoreo en Carrizal-Chone, Ecuador. Editorial Académica Española.
20. Roca Cedeño, J. A. *et al.* (2014). Influencia de *Prosopis juliflora*: en composición botánica del pastizal, producción de leche y conducta de vacas mestizas en pastoreo. *Revista de Producción Animal*, 26(1).
21. Roca Cedeño, J. A., Lascano Armas, P. J., Arcos Álvarez, C. N., Cueva Salazar, N. M., Molina Molina, E. J., Curbelo Rodríguez, L. M., Guevara Viera, R. V., Guevara Viera, G. E., Hernán Chancusing, F., Torres Inga, C. S., Nieto Escandón, P. E., Serpa García, G. V. (2018). Balance forrajero, de energía y nitrógeno en pastizales arborizados con Algarrobo (*Prosopis juliflora* (S.W.) DC.) bajo pastoreo de vacas lecheras. *Revista de Producción Animal*, 30(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-79202018000100006&script=sci_arttext&tlng=pt
22. Roca Cedeño, J. A., Lascano Armas, P. J., Arcos Álvarez, C. N., Sánchez Santana, E. Z., Guevara Viera, R. V., Vera Cedeño, J. C., Serpa García, V. G., Iñiguez Gutiérrez, C. U., Guevara Viera, G. E. y Curbelo Rodríguez, L. M. (2016). Influencia del algarrobo en la conducta y producción de leche de vacas en pastoreo. I. Periodo de Seca. *Revista de Producción Animal*, 28(1), 1-9. <https://core.ac.uk/download/pdf/268092189.pdf>
23. Roca Cedeño, J. A., Vera Cedeño, J. C., Guevara Viera, R. V., del Toro Ramírez, A., Guevara Viera, G. E., Lemoine Quinteros, F., Curbelo Rodríguez, L. M. y Soto Senra, S. A. (2014). Influencia de *Prosopis juliflora*: en composición botánica del pastizal producción de leche y conducta de vacas mestizas en pastoreo. *Revista de Producción Animal*, 26(1). <https://core.ac.uk/download/pdf/268092288.pdf>
24. Roca Cedeño, J. A., Vera Cedeño, J. C., Guevara Viera, R. V., Flores de Valgas Rodríguez, A. M., Brito Donoso, F., Guevara Viera, G. E. y Soto Senra, S. A. (2014). Efecto del por ciento de leguminosas, tiempo de reposo y calidad estimada del pastizal en respuesta productiva de vacas lecheras en pastoreo. *Revista de Producción Animal*, 26(1). <https://core.ac.uk/download/pdf/268092289.pdf>
25. Roca Cedeño, J. A., Vera Cedeño, J. C., Rivera Legton, C. A. y Brito Donoso, F. J. (2020). La nutrición de rumiantes en la zona norte de Manabí en la formación de estudiantes de Ingeniería Agropecuaria y Medicina Veterinaria. *Maestro y Sociedad*, 17(3), 571-581. <https://maestroysociedad.uo.edu.cu/index.php/MyS/article/download/5225/4738>
26. Saravia, C. (2009). Efecto del estrés calórico sobre las respuestas fisiológicas y productivas de vacas holando y jersey. [Tesis de Magister de la Universidad de la República de Uruguay]. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/1791/1/0026sar.pdf>
27. Voisin, A. (1994). Productividad de la hierba. Hemisferio Sur.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.