

Potencialidades de las especies arbóreas para el diseño de tecnologías silvopastoriles en áreas ganaderas¹

Potential of tree species for designing silvopastoral technologies in animal husbandry areas¹

Oscar Loyola-Hernández¹ <https://orcid.org/0000-0002-6600-232X>, Isael Pérez-Cabrera² <https://orcid.org/0009-0002-7438-7167>, Delmy Triana-González³ <https://orcid.org/0000-0002-5493-0495> y Elenia Díaz-Hernández⁴ <https://orcid.org/0000-0003-4894-1670>

¹Centro de Estudios de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey, Cuba.

²UCTB Estación Experimental Agroforestal Camagüey, Avenida Ignacio Agramonte No 178, Camagüey, Cuba.

³Departamento de Agronomía, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey, Cuba. ⁴Centro

Universitario Municipal, Minas, Camagüey, Cuba. Correo electrónico: oscar.loyola@reduc.edu.cu, isael.perez@inaf.cmg.minag.cu, delmy.triana@reduc.edu.cu, eleniadiazhernandez@gmail.com

Resumen

Objetivo: Evaluar las potencialidades de las especies arbóreas para el desarrollo de tecnologías silvopastoriles en áreas ganaderas del municipio Sibanicú, Camagüey, Cuba.

Materiales y Métodos: El estudio se desarrolló entre febrero y marzo del año 2024 en la finca La Quintina. Se realizó un inventario de las arbóreas presentes con fines de silvopastoreo, y se determinó la temperatura del aire, la humedad del suelo y el Índice de Temperatura-Humedad (ITH) para ganado.

Resultados: Se observaron 19 individuos de árboles pertenecientes a nueve especies y nueve familias botánicas, siendo *Samanea saman* (Jacq.) Merr la especie que más sombra proyecta (entre 300 y 568 m²). La temperatura del aire osciló entre 31,0 y 35,0 °C, siempre superiores en las áreas a pleno sol (35 °C) a diferencia de los lugares sombríos (31,0 °C). Tanto a la sombra de los árboles como a pleno sol el índice ITH fue superior a 78.

Conclusiones: La incorporación estratégica de árboles en sistemas ganaderos, es beneficioso debido a que reducen el estrés calórico del ganado, mejoran la humedad del suelo y la resiliencia ante sequías.

Palabras clave: composición botánica, sistema silvopascícola, sombra

Abstract

Objective: To evaluate the potential of tree species for the development of silvopastoral technologies in animal husbandry areas in the Sibanicú municipality, Camagüey, Cuba.

Materials and Methods: The study was conducted between February and March, 2024, at the La Quintina farm. An inventory of trees present for silvopastoral purposes was carried out, and air temperature, soil moisture, and the Temperature-Humidity Index (THI) for livestock were determined.

Results: Nineteen trees belonging to nine species and nine botanical families were observed, with *Samanea saman* (Jacq.) Merr being the species that casts the most shade (between 300 and 568 m²). The air temperature ranged between 31,0 and 35,0 °C, always higher in areas under full sun (35 °C) than in shaded areas (31,0 °C). Both under the shade of the trees and in full sun, the THI was above 78.

Conclusions: The strategic integration of trees in livestock systems provides multiple benefits by reducing heat stress in cattle, improving soil moisture retention, and enhancing drought resilience.

Keywords: botanical composition, silvopastoral system, shade

Introducción

La ganadería cubana enfrenta un desafío crítico: la baja eficiencia productiva del ganado lechero, derivada de limitaciones en la alimentación, el manejo y, especialmente, las adversas condiciones climáticas. Las altas temperaturas y la elevada humedad relativa generan estrés térmico en los anima-

les, lo cual afecta negativamente su reproducción, ganancia de peso, producción y calidad de la leche. Aunque los esfuerzos tradicionales se han enfocado en mejorar razas y pastos, se ha descuidado un factor clave: el bienestar animal vinculado al microclima que proporciona la vegetación arbórea en los sistemas ganaderos (Valdivia-Cruz *et al.*, 2021).

¹ Trabajo presentado en VII Convención Internacional Agrodesarrollo 2024. Centro de Convenciones Plaza América, Varadero, Cuba. 21 al 25 de octubre del 2024

¹ Work presented at the International Convention Agrodesarrollo 2024. Plaza América Convention Center, Varadero, Cuba. October 21-25, 2024

Recibido: 29 de marzo de 2025

Aceptado: 26 de junio de 2025

Como citar este artículo: Loyola-Hernández, Oscar; Pérez-Cabrera, Isael; Triana-González, Delmy & Díaz-Hernández, Elenia. 2025. Potencialidades de las especies arbóreas para el diseño de tecnologías silvopastoriles en áreas ganaderas. *Pastos y Forrajes*. 48:e06.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido en Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/> El uso, distribución o reproducción está permitido citando la fuente original y autores.

El comportamiento de las variables meteorológicas (temperatura y humedad) provoca condiciones de estrés, que afectan la fisiología y homeostasis del animal, y se reflejan en la disminución del consumo voluntario de alimento, producción de leche y eficiencia reproductiva de las vacas en producción. Nguyen *et al.* (2016) consideran que el ganado lechero es particularmente sensible al estrés por calor, debido al elevado metabolismo de la vaca lechera durante la lactancia.

El uso de sombra en las áreas ganaderas tiene gran influencia en la prevención de la incidencia de la radiación solar directa e indirecta en los animales. La sombra natural es una de las de mayor efectividad pues no solo disminuye la incidencia de la radiación solar, sino que también produce disminución importante de la temperatura del aire por concepto de evaporación de agua desde las hojas. Los árboles brindan además servicios ecosistémicos como retención de carbono, fijación de nitrógeno, mejora de la fertilidad y humedad del suelo, alimento animal entre otros (Loyola-Hernández *et al.*, 2024).

En este contexto, resulta esencial caracterizar las especies arbóreas presentes en los agroecosistemas ganaderos y evaluar su influencia en el confort animal, la conservación del suelo y la mitigación del clima. El diseño de sistemas silvopastoriles eficientes podría ofrecer soluciones sostenibles al estrés calórico, optimizando así la productividad del ganado. Por ello, este estudio se centra en evaluar las potencialidades de las especies arbóreas en áreas ganaderas del municipio Sibanicú Camagüey, Cuba.

Materiales y Métodos

Área de estudio. El estudio se realizó entre febrero y marzo de 2024 en la finca La Quintina, perteneciente a la CCS Antonino Roja del municipio de Sibanicú, provincia de Camagüey ubicada en los 21°16'07" de latitud norte y 77°33'02" de longitud oeste. La finca abarca 26,84 ha, con predominio de *Paspalum notatum* Flügge y un hato de 47 animales (36 UGM). Los suelos predominantes son Pardos sin Carbonatos (MINAGRI, 2019).

Inventario de las especies arbóreas presentes con fines de silvopastoreo. En la unidad de muestreo (potrero) se identificaron por nombre común y científico todos los árboles presentes; se midió el diámetro a 1,3 m del suelo, la altura total (Ht) y el área de proyección de la copa (Matteucci y Colma, 1982).

Temperatura del aire y humedad del suelo.

Para la evaluación de estas variables se realizaron un total de 76 observaciones y para determinar la temperatura del aire se realizaron 38 observaciones, una debajo de cada árbol (19) y otras 19 a pleno sol aleatoriamente. Un procedimiento similar con igual número de observaciones se utilizó para medir el porcentaje de humedad del suelo. Mientras que la humedad del suelo se determinó tomando 1 kg en cada punto, las muestras se identificaron debidamente y se secaron al sol hasta peso constante. Luego, por diferencia de peso se determinó el % de humedad del suelo para cada condición (Bohmanova *et al.*, 2007).

Índice de Temperatura-Humedad (ITH) para ganado lechero. Para determinar el ITH para ganado lechero se utilizó la fórmula:

$$ITH = (1,8 \times Ta + 32) - (0,55 - 0,55 \times Hr/100) \times (1,8 \times Ta - 26)$$

Donde:

Ta= Temperatura ambiente

Hr= Humedad relativa

Las medidas de temperatura ambiental (Ta °C) y humedad relativa (Hr %) se tomaron a 1,20 m de altura. El estrés en bovinos, según el ITH, se clasificó según la siguiente escala:

ITH <72: Normal (no estrés para la salud animal); ITH = 72-79: Alerta (moderado estrés calórico); ITH = 80-89: Peligro (moderado a severo estrés calórico)

Análisis estadístico. Se determinaron los estadísticos descriptivos media y desviación estándar (DS) para las variables estudiadas. Los análisis se desarrollaron con el paquete estadístico StatGraphics Centurion XV Versión 15.2.06 (2007).

Resultados y Discusión

En el área se observaron 19 individuos de árboles pertenecientes a nueve especies y nueve familias botánicas (tabla 1). La especie con mayor presencia es *Mangifera indica* L., lo cual está estrechamente relacionado con las condiciones edáficas de la región, donde *M. indica* es muy común y se propaga de forma natural a través de los animales que ingieren sus frutos como los murciélagos o el propio ganado del que también existe amplia tradición en la zona y por otra parte la tradición campesina de plantar esta especie cercana a sus viviendas como suministradora de frutos, sombra y refrescadora del ambiente.

Según los resultados de la tabla 2, la arborización ejerce un efecto positivo sobre las siguientes

Tabla 1. Especies encontradas como árboles dispersos en potreros.

Nombre común	Nombre científico	Familia
Almácigo	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Burseraceae
Anoncillo	<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	Sapindaceae
Algarrobo	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	Fabaceae
Palma real	<i>Roystonea regia</i> (Kunth) O. F. Cook	Arecaceae
Güira	<i>Crescentia cujete</i> L.	Bignoniaceae
Jubabán	<i>Trichilia hirta</i> L.	Meliaceae
Ateje	<i>Cordia collococca</i> L.	Boraginaceae
Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae
Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Byttneriaceae

Tabla 2. Promedio de oscilación térmica bajo el dosel de los árboles dispersos en los potreros, la temperatura fuera del dosel y el porcentaje de humedad del suelo.

Nombre común	Nombre científico	Bajo dosel		Fuera dosel (sol)		Diferencia	
		t °C	% H suelo	t °C	% H suelo	t °C	% H suelo
Almácigo	<i>B. simaruba</i>	35,0	50,0	35,0	41,9	0	-8,1
Mamoncillo	<i>M. bijugatus</i>	34,0	50,0	34,5	41,8	+0,5	-8,2
Algarrobo	<i>S. saman</i>	33,0	50,9	35,0	41,8	+2	-9,1
Palma real	<i>R. regia</i>	35,0	49,6	35,0	41,8	0	-7,8
Güira	<i>C. cujete</i>	32,0	50,3	35,0	41,2	+3	-9,1
Jubabán	<i>T. hirta</i>	35,0	50,3	35,0	41,8	0	-8,5
Ateje	<i>C. collococca</i>	32,0	49,8	35,0	41,7	+3	-8,1
Mango	<i>M. indica</i>	31,5	50,3	35,0	42,1	+3,5	-8,2
Palma real	<i>R. regia</i>	35,0	49,3	35,0	42,0	0	-7,3
Mango	<i>M. indica</i>	31,0	50,1	35,0	41,5	+4	-8,6
Mango	<i>M. indica</i>	31,0	49,6	35,0	41,8	+4	-7,8
Mango	<i>M. indica</i>	31,0	50,3	35,0	41,8	+4	-8,5
Mango	<i>M. indica</i>	31,0	50,3	35,0	41,8	+4	-8,5
Mango	<i>M. indica</i>	31,0	49,8	35,0	41,2	+4	-8,6
Mango	<i>M. indica</i>	32,0	50,3	35,0	41,8	+3	-8,5
Mamoncillo	<i>M. bijugatus</i>	33,0	50,0	35,0	41,7	+2	-8,3
Guásima	<i>G. ulmifolia</i>	33,0	50,0	35,0	42,1	+2	-7,9
Guásima	<i>G. ulmifolia</i>	31,0	50,9	35,0	42,0	+4	-8,9
Algarrobo	<i>S. saman</i>	31,0	49,6	35,0	41,5	+4	-8,1
Media		32,5	50,07	34,97	41,75	+2,47	-8,32
Desviación estándar ±		1,5899	0,4027	0,1147	0,2475		

variables: temperatura del aire, temperatura del suelo, humedad relativa y humedad del suelo. Este impacto está directamente relacionado con: (i) la proyección de sombra de cada individuo arbóreo, (ii) la altura de los árboles, (iii) la densidad del dosel, (iv) el tipo de follaje, y (v) la deposición de hojarasca al suelo.

En el periodo estudiado (febrero y marzo del año 2024), el valor de la temperatura del aire osciló entre los 31 y 35 °C, siempre superiores en las áreas a pleno sol (35 °C), a diferencia de los lugares sombríos (31 °C) en la base de los árboles, y alrededor de 32 °C en las áreas de transición sombra-sol, con una diferencia media de 4 °C. Para el caso de la hu-

medad relativa también existieron diferencias, que osciló entre 28,2 y 34,3 % al sol y a la sombra del dosel, respectivamente. Poveda *et al.* (2021) comprobó una disminución de 3 a 4 °C en la temperatura y un aumento de 3 a 10 % para la humedad relativa entre áreas con y sin vegetación, respectivamente. Estos propios autores aseguran que además de la disminución de la temperatura, el aumento de la humedad relativa también contribuye a la mejora microclimática del ecosistema.

En términos de temperatura del suelo, se observó que bajo la sombra del dosel la media fue de 32,5 °C, con un rango entre 31,0 °C en especies como *M. indica* y *G. ulmifolia* y 35,0 °C en *B. simaruba*, *R. regia* y *T. hirta*. Por el contrario, en las zonas soleadas, la temperatura fue consistentemente más alta, con una media de 34,9 °C, alcanzando en casi todos los casos los 35,0 °C. Las mayores diferencias se registraron bajo el dosel de *M. indica* y *G. ulmifolia*, donde la temperatura fue hasta 4 °C más baja que en las áreas expuestas, mientras que especies como *B. simaruba* y *R. regia* no mostraron ningún efecto de enfriamiento bajo su copa.

En cuanto a la humedad del suelo, los valores bajo el dosel fueron notablemente más altos (50,1 % en promedio) que en las zonas soleadas (41,8 %). La diferencia promedio fue de -8,32 %, lo que indica una pérdida significativa de humedad en las áreas sin sombra. Las especies con mayor capacidad para retener humedad fueron *C. cujete* y *S. saman*, con diferencias de hasta -9,1 %, mientras que *R. regia* presentó la menor diferencia (-7,3 %). Estos resultados sugieren que ciertos árboles, como *M. indica* y *G. ulmifolia*, no solo reducen la temperatura bajo su sombra, sino que también ayudan a mantener niveles más altos de humedad en el suelo, lo cual corrobora una vez más el efecto positivo de la arborización en el suelo y, por consiguiente, en el microclima de este en beneficio de la fauna edáfica y con esta, la descomposición de la materia orgánica (Loyola *et al.*, 2024).

Los pastos que crecen bajo la sombra del arbolado tienen un mayor valor nutricional comparados con aquellos que crecen a cielo abierto (pleno sol), más aún si estos árboles son leguminosos como *S. saman*. Estos resultados son similares a los obtenidos por Olaya-Montes *et al.* (2021), quienes plantean que bajo la copa de los árboles se ha encontrado reducciones de temperatura entre 2 a 9 °C con relación a la de pastizales abiertos, resultados estos corroborados en este estudio cuyas reducciones de temperatura también estuvieron entre los 2 y 4,0 °C.

El análisis detallado de la variable temperatura muestra una relación estrecha con las características morfológicas de cada planta. Se pudo observar que la altura de cada planta y su área de proyección de sombra, en este caso los microclimas más agradables, con temperaturas de 31 °C, correspondieron generalmente a la especie *M. indica*. Para los individuos de esta especie, sus alturas variaron entre los 5 y 7 m y el área de sombra entre 76 y 176 m², a diferencia de otras especies con copas muy amplias como uno de los ejemplares de *S. saman* cuya copa mide 568,3 m², pero su altura es de 15,0 m.

Índice de temperatura humedad para ganado lechero. Durante el periodo de estudio, tanto a la sombra de los árboles como a pleno sol, el ITH fue superior a 78,7 (tabla 3), por lo que se considera que los animales estuvieron sometidos a estrés, debido a las altas temperaturas y baja humedad. En el caso del ITH a la sombra, fue de 78,7, considerado como moderado por lo que se declaró, en consecuencia, una alerta al productor. Para el caso del ITH al sol, este fue de 80,3, valorado como de moderado a severo lo cual se considera ya como condición de peligro para los animales (Ghiano *et al.*, 2014; Habeeb *et al.*, 2018).

Tabla 3. Índice de temperatura humedad (ITH) para ganado lechero.

	Sol	Sombra bajo dosel
ITH	80,3	78,7
Error Estándar ±	0,0379	0,2252

En el área de estudio existen vulnerabilidades estructurales y no estructurales, que pueden condicionar el estado de confort de los animales, y que acentúan el efecto de los altos valores del ITH. Entre estas se destacan el déficit de árboles para sombra (Lemaire *et al.*, 2019; Enríquez-Regalado y Álvarez-Adán, 2020), que, a pesar de existir en esta área 19 individuos arbóreos, estos solo ocupan 2 619,01 m² (0,26 ha), el 5,2 % de las 5 ha de potrero estudiadas.

El estrés calórico del ganado comienza a partir de los valores de 70 unidades de ITH en los animales y sugieren que, en Cuba, 26 °C es la temperatura a partir de la cual comienza el estrés térmico, lo cual se presenta por encima del nivel deseado con valores que van de 72-78 unidades de ITH, mostrando estrés leve y moderado (Rodríguez-Silva y Regino-Arroyo, 2019). Cuando el ITH sobrepasa el valor de 73, la tasa de concepción puede disminuir hasta un 12 %, en dependencia del momento antes de la monta o inseminación (Schüller *et al.*, 2014).

El estrés por calor reduce la producción de leche desde 10 % a temperaturas entre los 27 y 32 °C y de 50 a 90 % de HR; hasta más de 25 % de HR a temperaturas entre los 32 y 38 °C con la misma humedad ambiental (González, 2017). Las vacas lecheras de alta producción son las más afectadas, debido a su alta tasa metabólica y elevado consumo de alimentos (Guerra-Montenegro *et al.*, 2019).

Es posible afirmar que, en términos generales, el ganado bovino adulto soporta sin mayores complicaciones rangos de temperaturas de 0 a 25 °C (Enríquez-Regalado *et al.*, 2020). Estudios realizados por Claros-Hernández *et al.* (2010), demuestran que el aumento de cada punto en el ITH por encima de los 18 °C significa, en ganado de leche, disminución de 0,26 kg de leche por día, disminución del consumo de 0,23 kg de forraje por día e incrementos de 0,12 °C en la temperatura corporal de la vaca. Aspectos estos que demuestran la necesidad del uso de especies arbóreas como alternativa económicamente viable para la reducción del estrés calórico del ganado con los consecuentes impactos productivos.

Conclusiones

Se identificaron 19 individuos pertenecientes a nueve especies y nueve familias botánicas, destacando *M. indica* como la especie más frecuente. Esta predominancia está asociada a las condiciones edáficas de la zona y a su valor cultural y económico en sistemas ganaderos locales.

Los árboles demostraron un efecto refrescante significativo, reduciendo la temperatura del aire hasta 4 °C bajo su copa en comparación con áreas expuestas al sol. Además, se observó una mayor retención de humedad del suelo en estas zonas sombreadas, lo que sugiere su papel clave en la mitigación de la sequía y el estrés térmico.

Los valores del Índice de Temperatura-Humedad superaron los 78,7, indicando que los animales estuvieron expuestos a estrés térmico moderado-severo durante el estudio. Esto se atribuye a las altas temperaturas ambientales y la baja humedad relativa, factores que afectan negativamente el bienestar, la producción y la reproducción del ganado.

Los resultados respaldan la incorporación estratégica de árboles (especialmente especies como *M. indica*) en sistemas ganaderos, debido a que reducen el estrés calórico del ganado, mejoran la humedad del suelo y la resiliencia ante sequías.

Agradecimiento

Estos resultados responden a los Proyectos Contribución al desarrollo sostenible del sector

agroalimentario, transitando hacia un futuro más verde en la Región Centro-Oriental de Cuba Proyecto internacional (Proylife) y Contribución al desarrollo sostenible de fincas diversificadas con ganadería vacuna de Camagüey para un futuro más verde (Proyecto territorial PT223CM002-013). Los autores agradecen a los productores que permitieron el desarrollo de los trabajos experimentales en sus fincas.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores

- Oscar Loyola-Hernández. Concepción y diseño de la investigación; análisis e interpretación de los datos y redacción del artículo.
- Isael Pérez-Cabrera. Concepción y diseño de la investigación; redacción del artículo.
- Delmy Triana-González. Concepción y diseño de la investigación; análisis e interpretación de los datos y redacción del artículo.
- Elenia Díaz-Hernández. Concepción y diseño de la investigación; redacción del artículo.

Referencias bibliográficas

- Bohmanova, J.; Misztal, I. & Cole, J. B. 2007. Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress. *J. Dairy Science*. 90 (4):1947-1956. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2006-513>.
- Claros-Hernández, M. I. & Majano-Romero, D. A. 2010. *Efecto del índice temperatura-humedad (ITH) sobre el rendimiento reproductivo en vacas lecheras manejadas en el oriente de El Salvador*. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias. San Salvador: Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador. <https://repositorio.ues.edu.sv/items/0f75755a-990c-4b36-8805-895eaa398609/full>.
- Enríquez-Regalado, Ana V. & Álvarez-Adán, A. 2020. Characterization of the temperature-humidity index and heat stress in dairy cattle in two dairy units in Mayabeque province, Cuba. *Cuban J. Agric. Sci.* 54 (1):11-18. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2079-34802020000100011&lng=es&tlng=en.
- Enríquez-Regalado, Ana V.; Martín-Méndez, P. C.; García-López, R. & Torres-Cárdenas, Verena. 2020. Análisis multifactorial de la producción de leche durante 12 años en una lechería con banco de biomasa en Cuba. *AIA*. 24 (1):21-31. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83763113003>.
- Ghiano, J.; Taverna, M.; Gastaldi, Laura & Walter, E. 2014. *Manejo del estrés calórico*. 5ta Jornada Nacional de Forrajes Conservados. Vol. Córdoba,

- Argentina: INTA, CABA. p. 211. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/240-Manejo_estres_calorico.pdf.
- González, K. 2017. *Influencia climática sobre el confort animal*. Buenos Aires: Editorial Bienestar Animal
- Guerra-Montenegro, R.; Menéndez-Buxadera, A. & Hernández-Rodríguez, Arelis. 2019. Influencia de factores ambientales en la producción de leche de dos rebaños Holstein en la cuenca lechera de Chiriquí. *Rev. investig. agropecu.* 2 (1):18-33. https://revistas.up.ac.pa/index.php/investigaciones_agropecuarias/article/view/1063.
- Habeeb, A. A. M.; Gad, A. E.; Teama, F. E. I. & EL-Tarabany, A. A. 2018. Means of alleviation the negative effects of summer heat stress on animals. *J. Anim. Husb. Dairy Sci.* 2 (1):37-61. DOI: <https://doi.org/10.22259/2637-5354.0201005>.
- Lemaire, G.; Giroud, B.; Bathily, B.; Lecomte, P. & Corniaux, C. 2019. Toward integrated crop-livestock systems in West Africa: A project for dairy production along Senegal river. In: G. Lemaire; P. C. De F. Carvalho; S. Kronberg y Sylvie Recous, eds. *Agroecosystem Diversity*. USA: Academic Press. p. 275-285. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811050-8.00017-0>.
- Loyola-Hernández, O.; Triana-González, Delmy; Pérez-Cabrera, I. & Sánchez-Jerez, Vivian 2024. Microclima y fauna edáfica asociada a tres densidades de arborización en finca ganadera del municipio Jimaguayú. Camagüey. *Rev. prod. anim.* 36(3):33-46. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202024000300033&lng=es&tlng=es.
- Matteucci, Silvia D. & Colma, Aida. 1982. *Metodología para el estudio de la vegetación*. Washington: Secretaría General de la Organización de Estados Americanos.
- MINAGRI. 2019. *Expediente técnico de solicitud de reconocimiento para optar por la categoría de tierras iniciadas en el manejo sostenible de tierras*. Camagüey, Cuba: Ministerio de la Agricultura.
- Nguyen, Thuy T. T.; Bowman, P. J.; Haile-Mariam, M.; Pryce, Jennie E. & Hayes, B. J. 2016. Genomic selection for tolerance to heat stress in Australian dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 99 (4):2849-2862. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9685>.
- Olaya-Montes, A.; Polanía-Hincapié, Karen L.; Balanta-Martínez, V. J. & Celis-Parra, G. A. 2021. *Impacto de la ganadería sobre la calidad del suelo y pasturas en el Caquetá*. Colombia: Universidad de la Amazonia.
- Poveda, Y. A.; Ferreira, L., & Martini, A. 2021. Influencia del tamaño de los árboles en la mejora del microclima urbano en Viçosa-MG, Brasil. *Kurú.* 18 (43):53-61. DOI: <https://doi.org/10.18845/rfmk.v19i43.5809>.
- Rodríguez-Silva, Julieth K. & Regino-Arroyo, L. F. 2019. *Indicadores fisiológicos y medioambientales como predictores del estrés térmico en el ganado blanco orejinegro (BON) de la Universidad de Cundinamarca*. Tesis de grado como requisito para optar el título de Zootecnista. Fusagasuga, Colombia: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cundinamarca. <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/items/9c2cb767-8c54-4fc1-a01b-3dd5f57b2a23>.
- Schüller, L. K.; Burfeind, O. & Heuwieser, W. 2014. Impact of heat stress on conception rate of dairy cows in the moderate climate considering different temperature-humidity index thresholds, periods relative to breeding, and heat load indices. *Theriogenology.* 81 (8):1050-1057. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.01.029>.
- Valdivia-Cruz, J. C.; Reyes-González, J. J. & Valdés-Paneque, G. R. 2021. Effect of temperature and humidity index (THI) on the physiological responses of grazing dairy cows. *Cuban J. Agric. Sci.* 55 (1):21-29. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2079-34802021000100003&lng=es&tlng=en.