Agraria

AGRARIA VOL. 23, NÚM. 3, E750 (2026)

Artículo de divulgación

El árbol como aliado del ganadero: microclimas, bienestar animal y biodiversidad en los sistemas silvopastoriles

The tree as an ally of the livestock farmer: microclimates, animal welfare, and biodiversity in silvopastoral systems

Luis Enrique Castillo Sánchez [1,*], Jorge Rodolfo Canul Solis [1], María José Campos Navarrete [1], Ermilo Humberto López Cobá [1], Candita Mariana Euán Canul [2]

[1] Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tizimín, Final Aeropuerto Cupul S/N, CP: 97700. Tizimín, Yucatán, México.
[2] Universidad Autónoma de Yucatán, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Laboratorio de Recursos Florísticos de Mesoamérica; Km 15.5 Carretera Mérida-Xmatkuil, CP: 97315. Mérida, Yucatán. México.
* Autor para correspondencia: luis.castillo@ittizimin.edu.mx

Recibido:
30/04/2026
Aceptado:
3/11/2026
Publicado:
9/11/2026

RESUMEN

En las regiones tropicales de México, el ganado bovino enfrenta estrés por calor durante gran parte del año, lo que reduce su consumo de alimento y su productividad, altera su comportamiento y compromete su bienestar. Los sistemas silvopastoriles (SSP) atenúan estos efectos al incorporar árboles en los potreros, cuya sombra reduce la radiación que recibe el animal y disminuye la temperatura del aire bajo la copa entre 2 y 10 °C respecto al potrero abierto, según el arreglo, la especie y el sitio. El objetivo del presente artículo es divulgar los beneficios microclimáticos, productivos y ecológicos de los SSP en la ganadería tropical, con énfasis en la Península de Yucatán y el sureste mexicano. La sombra no siempre mantiene al ganado en su zona de termoneutralidad, pero reduce la carga de calor y favorece el pastoreo y la rumia en las horas más calurosas. Algunos estudios documentan mayor producción de leche y ganancia de peso en potreros arbolados, resultados que dependen también de la mayor oferta de forraje; los efectos sobre la reproducción aún requieren evaluación directa. Los árboles ofrecen además hábitat para aves, murciélagos y fauna del suelo. Se incluyen orientaciones para seleccionar, establecer y proteger los árboles. La adopción de los SSP enfrenta barreras técnicas, económicas y de difusión del conocimiento. Se concluye que los SSP son una alternativa viable para mejorar el bienestar animal y la sostenibilidad de la ganadería tropical, con asesoría técnica, financiamiento y políticas públicas adecuadas.

Palabras clave: conectividad estructural; estrés por calor; fauna silvestre; ganadería tropical; potreros arbolados.

ABSTRACT

In the tropical regions of Mexico, cattle face heat stress for much of the year, which reduces feed intake and productivity, alters behavior, and compromises animal welfare. Silvopastoral systems (SPS) mitigate these effects by integrating trees into pastures; tree shade reduces the radiation received by the animal and lowers air temperature under the canopy by 2 to 10 °C compared with open pasture, depending on the arrangement, tree

CC BY SA

species, and site. The purpose of this article is to disseminate the microclimatic, productive, and ecological benefits of SPS in tropical livestock farming, with emphasis on the Yucatan Peninsula and southeastern Mexico. Shade does not always keep cattle within their thermoneutral zone, but it reduces heat load and supports grazing and rumination during the hottest hours. Some studies report higher milk yield and weight gain in wooded pastures, results that also depend on greater forage supply; effects on reproduction still require direct evaluation. Trees also provide habitat for birds, bats, and soil fauna. Guidance on selecting, establishing, and protecting trees is included. The adoption of SPS faces technical, economic, and knowledge-transfer barriers. It is concluded that SPS are a viable alternative to improve animal welfare and the sustainability of tropical livestock farming, provided that adequate technical support, financing, and public policies are in place.

Keywords: structural connectivity; heat stress; tropical livestock; wildlife; wooded pastures.

Introducción

La ganadería bovina en el trópico mexicano enfrenta varios retos poco visibles para el productor, como la sequía estacional, la baja calidad del forraje en la época seca y los parásitos; uno de los más importantes es el estrés por calor. El ganado bovino es homeotermo, es decir, procura mantener estable su temperatura corporal interna, que generalmente oscila entre 38.0 y 38.5 °C (Correa-Calderón et al., 2022). El intervalo de temperatura ambiental en el que el animal produce con mayor eficiencia, llamado zona de termoneutralidad o de confort, varía según la raza, el propósito productivo y el estado fisiológico (Blanco-Penedo et al., 2020; Navas Panadero, 2010). Cuando las condiciones ambientales superan ese intervalo, el animal no logra disipar todo el calor que recibe y produce, su temperatura corporal aumenta y se presenta el estrés por calor (Navas Panadero, 2010).

Cuando la temperatura corporal se eleva, las consecuencias son múltiples y afectan directamente la rentabilidad del sistema ganadero: las vacas reducen su consumo de alimento, disminuyen la producción de leche (Min et al., 2019), ven comprometida su fertilidad (Lang et al., 2024) y alteran sus patrones de comportamiento (Zazueta et al., 2023). En la Ciénega de Jalisco, de 100 vacas Holstein criollas, 35 mostraron estrés por calor alto (61 a 90 respiraciones por minuto) y 29 estrés suave a moderado, lo que indica que la respuesta al calor varía incluso entre animales del mismo hato (Aguilar-Aldrete et al., 2014). En bovinos de engorda del trópico seco de Sinaloa, al mediodía los animales estuvieron en peligro térmico según el índice de temperatura y humedad, incluso bajo sombra artificial, y el acceso al comedero se redujo en las horas de mayor carga de calor (Zazueta et al., 2023).

Ante este panorama, los sistemas silvopastoriles (SSP), sistemas productivos que integran árboles, pasturas y ganado en un mismo espacio, son una estrategia de manejo capaz de atenuar el estrés por calor. La sombra de los árboles reduce la carga de calor que recibe el ganado y le permite acercarse a su zona de termoneutralidad, lo que puede favorecer su bienestar y su productividad y, al mismo tiempo, contribuir a conservar la biodiversidad del entorno (Navas Panadero, 2010; Angel-Hernández et al., 2024). En el sureste de México y la Península de Yucatán existe una rica diversidad de especies arbóreas forrajeras, como *Leucaena leucocephala*, *Guazuma ulmifolia* y *Brosimum alicastrum*, entre otras, que ya se han evaluado en estos sistemas (Navas Panadero, 2010; Rojas-Schroeder et al., 2017; Alvarado-Canché et al., 2022; Loyola-Hernández et al., 2025).

El presente artículo tiene como objetivo divulgar los beneficios microclimáticos, productivos y ecológicos de los SSP en la ganadería tropical mexicana, con el propósito de acercar esta información a productores, estudiantes y técnicos del sector agropecuario. Se revisa la evidencia científica disponible sobre la reducción del estrés por calor en bovinos, la influencia de los árboles

en el comportamiento y la productividad del ganado, y el papel de los SSP como hábitat para la fauna silvestre. Finalmente, se ofrecen orientaciones prácticas para su establecimiento y se abordan los principales desafíos para su adopción en México.

El estrés por calor en bovinos y sus consecuencias productivas

El ganado bovino no es inmune al calor extremo (Blanco-Penedo et al., 2020). Su zona de termoneutralidad varía según el tipo de ganado: los bovinos de origen europeo (*Bos taurus*; por ejemplo, Holstein, Angus o Hereford), que incluyen las principales razas lecheras especializadas, se encuentran cómodos entre 5 y 20 °C, mientras que los cebuinos (*Bos indicus*; por ejemplo, Brahman, Nelore o Gyr), mejor adaptados al trópico, toleran entre 10 y 27 °C (Navas Panadero, 2010). La temperatura del aire no es el único factor: la humedad relativa alta dificulta que el animal pierda calor mediante el sudor y la respiración, la radiación solar directa añade calor a su cuerpo y el viento moderado ayuda a disiparlo. Por ello, una misma temperatura resulta más estresante en un ambiente húmedo que en uno seco, y se utilizan indicadores que combinan temperatura y humedad, como el índice de temperatura y humedad (ITH), para estimar el riesgo de estrés por calor (Correa-Calderón et al., 2022).

Durante el estrés por calor, los bovinos aumentan su frecuencia respiratoria (jadeo), incrementan el consumo de agua, reducen el pastoreo y permanecen más tiempo de pie que echados (Blanco-Penedo et al., 2020; Correa-Calderón et al., 2022). Los efectos se manifiestan en varios ámbitos: en la alimentación, disminuye el consumo voluntario de materia seca (Navas Panadero, 2010); en la producción, el ganado de carne reduce su desempeño (Edwards-Callaway et al., 2021) y las vacas producen menos leche (Min et al., 2019); en la reproducción, el calor reduce la duración e intensidad del celo y afecta el desarrollo del óvulo y del embrión (Navas Panadero, 2010; Lang et al., 2024), y en el comportamiento, se alteran las pautas de alimentación, descanso y conducta social a lo largo del día (Zazueta et al., 2023). En los potreros sin árboles, el ganado queda expuesto a la radiación solar directa durante las horas más calurosas del día (Figura 1).



Figura 1. Potrero abierto con escasa cobertura arbórea en una unidad de producción bovina del oriente de Yucatán, México. Fotografía: Luis Enrique Castillo Sánchez.

Microclimas arbóreos: el árbol como regulador térmico natural

La presencia de árboles en los potreros modifica las condiciones microclimáticas del sistema (Angel-Hernández et al., 2024). Bajo la copa de los árboles, la temperatura del aire puede ser entre 2 y 9 °C menor que en el potrero abierto (Navas Panadero, 2010); en potreros de Camagüey, Cuba, con 12 a 20 % de su superficie cubierta por copas, se registraron 38 °C a pleno sol y 28 °C en la base de los árboles (Loyola-Hernández et al., 2024). La magnitud depende del arreglo y de la especie. En Cañas, Costa Rica, a las 11:00 h, cuando el potrero abierto alcanzó 41.5 °C, la temperatura fue 3.6 °C menor bajo grupos de árboles, 2.9 °C menor bajo árboles individuales y 1.7 °C menor en cercas vivas; además, las especies de copa más densa ofrecieron mayor enfriamiento (Navas, 2003, citado en Navas Panadero, 2010). En la época seca de Guanacaste, Costa Rica, la diferencia promedio fue menor: 32.0 °C en sistemas con árboles frente a 33.6 °C en potreros abiertos (Navas et al., 2008). En otra finca de Camagüey, la temperatura bajo los árboles (31 °C) fue 4 °C menor que a pleno sol (35 °C), pero el índice de temperatura y humedad superó las 78 unidades en ambos sitios (Loyola-Hernández et al., 2025). Estos datos indican que la sombra no siempre lleva al ganado a su zona de termoneutralidad, pero sí reduce la carga

de calor que recibe, con implicaciones directas en su bienestar y desempeño productivo.

El mecanismo es sencillo: los árboles funcionan como sombrillas naturales que interceptan parte de la radiación solar directa y reducen la carga de calor radiante que recibe el animal (Navas Panadero, 2010; Loyola-Hernández et al., 2024). Además, mediante la evapotranspiración (la liberación de vapor de agua a través de las hojas), los árboles contribuyen a enfriar el aire circundante, aunque también aumentan la humedad cerca de la copa (Loyola-Hernández et al., 2024).

Los bovinos buscan activamente estos microclimas. En Cañas, Costa Rica, la mayoría de los animales (65 %) se concentró bajo la copa de los árboles a las 11:00 h, la hora de mayor temperatura, mientras que a las 8:00 y a las 16:00 h se ubicaron principalmente en las áreas de potrero abierto para pastorear (Navas, 2003, citado en Navas Panadero, 2010) (Figura 2). En Uruguay, durante el verano, los bovinos de potreros abiertos se concentraron al mediodía en los montes de abrigo, donde predominó el descanso, mientras que los animales en SSP con eucalipto alternaron la sombra y el sol sin interrumpir el pastoreo (Bobadilla et al., 2020).



Figura 2. Bovinos bajo la sombra de árboles dispersos en un potrero del oriente de Yucatán. Fotografía: Luis Enrique Castillo Sánchez.

Productividad y bienestar animal en los SSP

El bienestar animal no es únicamente un principio ético; también es una herramienta de manejo: un animal en condiciones de confort puede destinar más energía a la producción y menos a mecanismos de termorregulación (Blanco-Penedo et al., 2020; Correa-Calderón et al., 2022). La sombra de los árboles contribuye a ello porque permite que el ganado mantenga sus pautas de pastoreo y rumia en las horas de mayor calor, actividades que se reducen a pleno sol (Navas Panadero, 2010). Betancourt et al. (2003) registraron un incremento de 4.7 % en el tiempo de pastoreo en potreros con alta cobertura arbórea respecto a los de baja cobertura (citado en Navas Panadero, 2010). En la región Caribe de Colombia, las vacas manejadas en SSP con 39 árboles por hectárea tuvieron menor frecuencia respiratoria y menor temperatura de la piel que las de una pradera sin árboles; a las 13:00 h, su temperatura rectal no rebasó 39.1 °C, límite asociado con la pérdida del equilibrio térmico, mientras que la de las vacas sin árboles sí lo superó (Barragán-Hernández et al., 2015).

La evidencia sobre la productividad es alentadora, aunque debe interpretarse con cautela. En la época seca, Restrepo (2001) encontró ganancias de peso entre 2 y 5 % mayores en animales que pastoreaban potreros con alta densidad de árboles que en los de baja cobertura. En producción de leche, Betancourt et al. (2003) registraron un incremento de 29 % en vacas que pastoreaban potreros con alta densidad de árboles, y Souza et al. (2000), incrementos superiores a 15 % en animales en SSP respecto a animales a pleno sol (todos citados en Navas Panadero, 2010). En corrales de engorda, donde la sombra suele ser artificial, el análisis conjunto de varios estudios mostró que el ganado con sombra ganó 0.07 kg/d más de peso y mejoró 3.4 % su eficiencia alimenticia (Edwards-Callaway et al., 2021). En los estudios con árboles, la mejora no puede atribuirse solo al microclima, ya que los potreros arbolados también ofrecen follaje y frutos que aumentan la cantidad y la calidad del alimento disponible (Navas Panadero, 2010). En cuanto a la reproducción, el calor afecta la fertilidad (Lang et al., 2024) y la sombra podría atenuar ese efecto, pero hacen falta estudios que midan directamente indicadores reproductivos en hatos manejados en SSP del trópico mexicano.

ISSN: 3061-8754 https://doi.org/10.59741/agraria.v23i3.750

Biodiversidad asociada: aves, murciélagos y fauna edáfica

Los árboles que benefician al ganado también ofrecen hábitat a la fauna silvestre (Ayllón-Cordero et al., 2025). Las aves son especialmente sensibles a la estructura de la vegetación y, en los SSP, los árboles proporcionan sitios de percha, alimentación y refugio en paisajes fragmentados por la ganadería (Ayllón-Cordero et al., 2025) (Figura 3).

En el norte de Veracruz, Cipriano-Anastasio et al. (2025) observaron una mayor diversidad de aves en las cercas vivas que en los potreros abiertos, aunque en estos últimos dominaron las aves insectívoras. Los autores proponen incrementar la cobertura arbórea para favorecer a las aves que se alimentan de insectos; si este control de insectos se traduce en una menor carga de parásitos y vectores para el ganado es una hipótesis que aún debe medirse en campo. Al respecto, en Guanacaste, Costa Rica, no se encontraron diferencias en el número de larvas de garrapatas en el suelo entre SSP y potreros abiertos, aunque las larvas aumentaron con la cobertura de los árboles dispersos (Navas et al., 2008); por ello, los árboles no sustituyen el control sanitario del hato.

Los murciélagos también cumplen funciones relevantes en los paisajes ganaderos: muchas especies se alimentan de insectos y otras polinizan plantas o dispersan semillas de especies que sirven de alimento a la fauna (Osorio-Rodríguez y Saldaña-Vázquez, 2022). En paisajes ganaderos de Jalisco con pocos árboles dispersos, la especie dominante fue el vampiro común (*Desmodus rotundus*), murciélago hematófago (que se alimenta de sangre), mientras que, en Oaxaca, con alta densidad de árboles dispersos, dominó un murciélago frugívoro (García-Méndez et al., 2023). Con base en esta comparación de dos paisajes, los autores proponen conservar e incrementar los árboles en los potreros para conservar la diversidad de murciélagos y como estrategia para el control poblacional del vampiro, un efecto que aún debe confirmarse en más sitios. Mientras tanto, el manejo de este riesgo sanitario requiere la vacunación del ganado contra la rabia paralítica bovina (Castillo Sánchez et al., 2026).



Figura 3. Garrapatero pijuy (*Crotophaga sulcirostris*), ave insectívora común en paisajes ganaderos. Fotografía: Ermilo Humberto López Cobá.

Asimismo, los árboles en los potreros pueden funcionar como corredores biológicos que conectan fragmentos de vegetación. En sistemas agrosilvopastoriles de la sierra norte de Puebla se registraron 117 especies de aves, que usan los árboles como refugio, fuente de alimento y percha, y 10 especies de mamíferos, entre ellas el venado temazate (*Mazama temama*) y el viejo de monte (*Eira barbara*) (Sanvicente-López et al., 2025); sin embargo, el efecto de estos sistemas sobre la permanencia de las poblaciones de mamíferos a largo plazo aún no ha sido evaluado. Por debajo del suelo, en potreros arbolados de Camagüey, Cuba, se registraron comunidades de organismos del suelo como escarabajos, lombrices, cochinillas y ciempiés, que participan en la descomposición de la materia orgánica y el reciclaje de nutrientes (Loyola-Hernández et al., 2024). Entre ellos, los escarabajos coprófagos pueden incorporar al suelo el estiércol del ganado en unas 24 horas, lo que reduce la acumulación de excremento en el pastizal (Rodríguez et al., 2008, citado en Loyola-Hernández et al., 2024) (Figura 4).

ISSN: 3061-8754 https://doi.org/10.59741/agraria.v23i3.750



Figura 4. Escarabajo coprófago (que se alimenta de estiércol), *Canthon indigaceus chevrolati*, en un potrero del oriente de Yucatán. Fotografía: Ermilo Humberto López Cobá.

Orientaciones para el productor y desafíos para la adopción de los SSP en México

Elegir especies adaptadas a la región. En la Península de Yucatán conviene priorizar especies nativas o adaptadas al clima cálido y al período de secas que, además de sombra, aporten forraje, como el huaxín (*Leucaena leucocephala*), el pixoy (*Guazuma ulmifolia*) y el ramón (*Brosimum alicastrum*) (Rojas-Schroeder et al., 2017; Alvarado-Canché et al., 2022). Angel-Hernández et al. (2024) recomiendan elegir especies nativas o introducidas adaptadas a las condiciones de suelo y clima de cada sitio, que cumplan varias funciones (sombra, forraje, madera, leña o frutos) y produzcan biomasa en la época seca.

Combinar arreglos y equilibrar la sombra. Los grupos de árboles y las especies de copa densa reducen más la temperatura que los árboles aislados o las cercas vivas; sin embargo, una sombra excesiva limita el crecimiento del pasto, y una cobertura muy baja concentra a los animales bajo pocos árboles, lo que compacta el suelo y acumula estiércol en esos sitios (Navas Panadero, 2010). Los árboles dispersos en el potrero permiten que el ganado acceda a la sombra sin alejarse de las áreas de pastoreo (Figura 5). Por su menor costo y mayor durabilidad, la sombra natural de los árboles es preferible a la sombra artificial (Aguilar-Aldrete et al., 2014).



Figura 5. Árboles dispersos en un potrero del oriente de Yucatán. Fotografía: Luis Enrique Castillo Sánchez.

Proteger los árboles jóvenes y conservar los existentes. Durante el establecimiento, los árboles requieren protección contra el ramoneo (consumo de hojas y brotes por el ganado) y el pisoteo, así como podas y manejo silvícola, y transcurren varios meses antes del primer pastoreo, por lo que conviene planificar la exclusión temporal del ganado en las áreas en establecimiento (Romero-Mena et al., 2025). Por otra parte, eliminar los árboles del potrero para controlar las garrapatas no tiene respaldo: en fincas del trópico seco no hubo diferencias en las larvas de garrapatas del suelo entre SSP y potreros abiertos (Navas et al., 2008).

No obstante, la adopción de los SSP enfrenta obstáculos significativos. Entre los factores limitantes destacan el período de establecimiento de los árboles, los costos de inversión inicial, la escasez de créditos y apoyos institucionales y la incertidumbre del productor sobre los beneficios de cambiar su modelo de producción (Romero-Mena et al., 2024). En Yucatán, los productores con experiencia en SSP señalaron las barreras económicas como las principales, mientras que quienes no los habían adoptado mencionaron sobre todo la falta de información técnica; además, 22 % de los productores que establecieron un SSP lo había abandonado (Romero-Mena et al., 2025).

De la Peña-Domene et al. (2022) señalan que los SSP representan una alternativa sustentable y resiliente

frente al cambio climático, capaz de mejorar los ingresos de los productores, restaurar la conectividad del paisaje y conservar las especies de la selva tropical. Sin embargo, subrayan la importancia de contar con políticas públicas, asesoría técnica especializada y financiamiento accesible para facilitar la adopción de estos sistemas por parte de las comunidades rurales. La transferencia de tecnología y la capacitación a productores resultan, por tanto, componentes indispensables de cualquier estrategia de escalamiento de los SSP en México.

Conclusiones

Los SSP son una opción técnicamente sustentada para atenuar el estrés por calor en la ganadería tropical mexicana. La sombra de los árboles reduce la radiación que recibe el animal y la temperatura del aire bajo la copa (entre 2 y 10 °C, según el arreglo, la especie y las condiciones del sitio), lo que favorece que el ganado mantenga el pastoreo y la rumia en las horas de mayor calor. Los incrementos documentados en producción de leche y ganancia de peso son alentadores, pero resultan de la combinación de sombra y mayor oferta de forraje; los posibles beneficios reproductivos aún requieren evaluación directa en SSP.

Los árboles en los potreros ofrecen, además, hábitat para aves, murciélagos y fauna del suelo, y contribuyen a la conectividad del paisaje rural. Los servicios que esta fauna podría prestar al productor, como el control de insectos, deben medirse en campo antes de considerarse beneficios garantizados.

En la Península de Yucatán, especies forrajeras como el huaxín, el pixoy y el ramón son un punto de partida para diseñar SSP regionales. Su adopción requiere proteger los árboles durante su establecimiento, equilibrar la sombra con la producción de forraje y contar con asesoría técnica, financiamiento y políticas públicas que fortalezcan el vínculo entre la investigación y el sector productivo.

Agradecimientos

Se agradece al Tecnológico Nacional de México el financiamiento del proyecto "Bioindicadores de sustentabilidad en los sistemas agroforestales del oriente de Yucatán", a través de la convocatoria de Fortalecimiento de Cuerpos Académicos.

Literatura citada

Aguilar-Aldrete A., Bañuelos-Pineda J., Pimienta-Barrios E., Aguilar-Flores G. (2014). Respuesta al estrés por calor en la vaca lechera criolla Holstein en la región Ciénega del estado de Jalisco, México. *Abanico Veterinario*, *4(3)*, 31-42.

Alvarado-Canché A.R., Canul-Solis J.R., Castillo-Sánchez L.E., Campos-Navarrete M.J., López-Cobá E.H., Luna-Mendicuti A.A., Ruz-Febles N.M., Alayón-Gamboa J.A., Casanova-Lugo F., Piñeiro-Vázquez A.T., Chay-Canul A.J. (2022). Producción y calidad forrajera de *Cynodon plectostachyus* bajo sistema silvopastoril con *Leucaena leucocephala*. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, *25*, 007.

Angel-Hernández A., García-Munguía C.A., Aguilar-Urquizo E., García-Munguía A.M., Lemus-Flores C., Morales-Flores S. (2024). Sistemas silvopastoriles y las condiciones para su establecimiento. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, *11(2)*, 158-171. https://doi.org/10.60158/rma.v11i2.425

Ayllón-Cordero M., Albarrán-Portillo B., Zarco-González M.M., García-Martínez A. (2025). Sistemas silvopastoriles y su aporte en la conservación de la avifauna. Análisis bibliométrico (1985-2020). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, *28*, 045. https://doi.org/10.56369/tsaes.5586

Barragán-Hernández W.A., Mahecha-Ledesma L., Cajas-Girón Y.S. (2015). Variables fisiológicas-metabólicas de estrés calórico en vacas bajo silvopastoreo y pradera sin árboles. *Agronomía Mesoamericana*, *26(2)*, 211-223. https://doi.org/10.15517/am.v26i2.19277

Blanco-Penedo I., Cantalapiedra J., Llonch P. (2020). Impacto del cambio climático sobre el bienestar animal en los sistemas ganaderos. *Información Técnica Económica Agraria*, *116(5)*, 424-443. https://doi.org/10.12706/itea.2020.028

Bobadilla P.E., Akkermans E., Bueno H.J., Huertas S.M. (2020). Comportamiento de los bovinos en un sistema silvopastoril. En Huertas Canén S.M. (Ed.), Evaluación de la sustentabilidad de los sistemas productivos silvopastoriles y sistemas forestales existentes en el país y su relación con la producción de bovinos de carne. Uruguay: Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, pp. 47-55. https://www.inia.uy/sites/default/files/publications/2024-10/Inia-Fpta-87-proyecto-311-2020.pdf#page=48

Castillo Sánchez L.E., López Cobá E.H., Canul Solis J.R. (2026). El vampiro que el ganadero no puede matar. *Therya ixmana*, *5(3)*, 139-141. https://doi.org/10.12933/therya_ixmana-26-834

Cipriano-Anastasio J., Sáenz-Lorenzo C., Balderas-Mancilla U.J., Argüelles-Jiménez J. (2025). Influencia de las áreas ganaderas sobre las comunidades de aves en el norte de Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, *28*, 030. https://doi.org/10.56369/tsaes.5788

Correa-Calderón A., Avendaño-Reyes L., López-Baca M., Macías-Cruz U. (2022). Estrés por calor en ganado lechero con énfasis en la producción de leche y los hábitos de consumo de alimento y agua. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, *13(2)*, 488-509. https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i2.5832

Edwards-Callaway L.N., Cramer M.C., Cadaret C.N., Bigler E.J., Engle T.E., Wagner J.J., Clark D.L. (2021). Impacts of shade on cattle well-being in the beef supply chain. *Journal of Animal Science*, *99(2)*, 1-21. https://doi.org/10.1093/jas/skaa375

García-Méndez A., Zuloaga-Aguilar M.S., Íñiguez-Dávalos L.I. (2023). Murciélagos: elementos clave en los ecosistemas naturales y paisajes ganaderos. *Avances en Investigación Agropecuaria*, *27(Suplemento II)*, 7-8. https://doi.org/10.53897/RevAIA.23.27.34

Lang L., Wang Z.Z., Liu B., Shen C.Q., Tu J.Y., Wang S.C., Lei R.L., Peng S.Q., Xiao X., Zhao Y.J., Qiu X.Y. (2024). The effects and mechanisms of heat stress on mammalian oocyte and embryo development. *Journal of Thermal Biology*, *124*, 103927. https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2024.103927

Loyola-Hernández O., Triana-González D., Pérez-Cabrera I., Sánchez-Jerez V. (2024). Microclima y fauna edáfica asociada a tres densidades de arborización en finca ganadera del municipio Jimaguayú. Camagüey. *Revista de Producción Animal*, *36(3)*, e160. https://apm.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e160

Loyola-Hernández O., Pérez-Cabrera I., Triana-González D., Díaz-Hernández E. (2025). Potencialidades de las especies arbóreas para el diseño de tecnologías silvopastoriles en áreas ganaderas. *Pastos y Forrajes*, *48*, e06.

Min L., Li D., Tong X., Nan X., Ding D., Xu B., Wang G. (2019). Nutritional strategies for alleviating the detrimental effects of heat stress in dairy cows: a review. *International Journal of Biometeorology*, 63: 1283-1302. https://doi.org/10.1007/s00484-019-01744-8

Navas A., Ibrahim M., Alvarez V., Casanoves F., Mora J.R. (2008). Influencia de la cobertura arbórea de sistemas silvopastoriles en la distribución de garrapatas en fincas ganaderas en el bosque seco tropical. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, *1(1)*, 38-40.

Navas Panadero A. (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. https://doi.org/10.19052/mv.782

Osorio-Rodríguez A.N., Saldaña-Vázquez R.A. (2022). Murciélagos, centinelas nocturnos de los sistemas pecuarios. *Herreriana*, *4(1)*, 17-22. https://doi.org/10.29057/h.v4i1.8595

De la Peña-Domene M., Ayestarán-Hernández L.M., Márquez-Torres J.F., Martínez-Monroy F., Rivas-Alonso E., Carrasco-Carballido P.V., Pérez-Cruz M.N., Chang Landa F.A., Martínez-Garza C. (2022). Sistemas silvopastoriles enriquecidos: una propuesta para integrar la conservación en la producción ganadera en comunidades rurales de Los Tuxtlas, México. *Acta Botanica Mexicana*, *129*, e1925. https://doi.org/10.21829/abm129.2022.1925

Rojas-Schroeder J.Á., Sarmiento-Franco L.A., Sandoval-Castro C.A., Santos-Ricalde R.H. (2017). Utilización del follaje de ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz) en la alimentación animal. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, *20(3)*, 363-371. https://doi.org/10.56369/tsaes.2501

Romero-Mena A.G., Tzec-Gamboa M., Álvarez-Rivera O.O., Ramírez y Avilés L., Solorio-Sánchez F.J. (2024). Los sistemas silvopastoriles y las barreras socio-ecológicas que limitan su adopción. *Bioagrociencias*, *17(1)*, 52-58. https://doi.org/10.56369/BAC.5402

Romero-Mena A.G., Aguilar-Cordero W.J., Solorio-Sánchez J., Ramírez-Avilés L. (2025). Factores que intervienen en la adopción de los sistemas silvopastoriles en el estado de Yucatán, México. *Revista de Geografía Agrícola*, *74*, 2-18. https://doi.org/10.5154/r.rga.2024.74.5

Sanvicente-López M., Reyes-Márquez E., Ibarra-González N.O., Vázquez-López S. (2025). Sistemas agrosilvopastoriles como corredores biológicos para fauna silvestre en la sierra norte de Puebla. *Avances en Investigación Agropecuaria*, *29(Suplemento II)*, 13-14. https://doi.org/10.53897/RevAIA.25.29.56

Zazueta A.C., Portillo J.J., Castro B.I., Estrada-Angulo A., Urías J.D., Ríos F.G. (2023). Respuesta conductual diurna de bovinos productores de carne en finalización intensiva en el trópico seco. *Revista Colombiana de Ciencia Animal Recia*, *15(1)*, e973. https://doi.org/10.24188/recia.v15.n1.2023.973

Aviso legal/Nota del editor: Las declaraciones, opiniones y datos contenidos en todas las publicaciones son exclusivamente de los autores y colaboradores, y no de Agraria ni de sus editores. Agraria y sus editores no se responsabilizan de ningún daño a personas o bienes que resulte de las ideas, métodos, instrucciones o productos mencionados en el contenido.