



RESPUESTA PRODUCTIVA Y AMBIENTAL DE *GLIRICIDIA SEPIUM* EN CERCAS VIVAS EN ECOSISTEMAS GANADEROS DE JIMAGUAYÚ

PRODUCTIVE AND ENVIRONMENTAL RESPONSE OF *GLIRICIDIA SEPIUM* IN LIVE FENCES IN LIVESTOCK ECOSYSTEMS OF JIMAGUAYÚ

OSCAR LOYOLA HERNÁNDEZ^{1*}, ISABEL PÉREZ CABRERA²,
DELMY TRIANA GONZÁLEZ³, VIRGEN SÁNCHEZ JEREZ²

¹Centro de Estudios de Producción Animal (CEDEPA), Universidad de Camagüey "Ignacio Agramonte Loynaz",
Ministerio de Educación Superior, Circunvalación Norte km 5½, Camagüey, Cuba.

²Unidad Científico Tecnológica de Base Estación Experimental Agro-Forestal Camagüey,
Avenida Ignacio Agramonte No 178, Camagüey, Cuba. E mail: isabel.perez@inaf.cmg.minag.cu

³Departamento de Agronomía, Facultad de Ciencias Agropecuarias,
Universidad de Camagüey, Cuba. E-mail: delmy.triana@reduc.edu.cu

*Autor para correspondencia: oscar.loyola@reduc.edu.cu

RESUMEN

La integración de árboles en sistemas ganaderos es clave para mejorar la productividad y sostenibilidad en regiones tropicales con suelos degradados. Este estudio evaluó la respuesta productiva y ambiental de *Gliricidia sepium* en cercas vivas en Jimaguayú, Camagüey, Cuba. Se midió el rendimiento de follaje a los 90 y 180 días post-corte, la deposición de hojarasca mensual y la abundancia de macrofauna edáfica bajo árboles y en pastizales sin árboles. Los resultados mostraron que el rendimiento de materia seca aumentó significativamente ($p^* < 0,001$) a los 180 días (1,25 kg/árbol/corte) frente a los 90 días (0,54 kg/árbol/corte). La deposición de hojarasca alcanzó 335 kg/ha/mes (4,02 t/ha/año), superando estudios previos con otras especies. Además, la macrofauna edáfica (anélidos y coleópteros) fue más abundante bajo los árboles (499 ind/m²) que en pastizales sin árboles (330 ind/m²). Se concluyó que *G. sepium* mejora la productividad forrajera, enriquece el suelo mediante hojarasca y favorece la biodiversidad edáfica, por lo que constituye una alternativa sostenible para sistemas ganaderos en condiciones tropicales.

Palabras clave: forraje, biodiversidad, sostenibilidad, materia orgánica, agroforestería

ABSTRACT

The integration of trees into livestock systems is key to improving productivity and sustainability in tropical regions with degraded soils. This study evaluated the productive and environmental responses of *Gliricidia sepium* in live fences in Jimaguayú, Camagüey, Cuba. Foliage yield was measured at 90 and 180 days post-cutting, along with monthly litter deposition and soil macrofauna abundance under trees and in treeless pastures. Results showed that dry matter yield increased significantly ($p^* < 0.001$) at 180 days (1.25 kg/tree/cutting) compared to 90 days (0.54 kg/tree/cutting). Litter deposition reached 335 kg/ha/month (4.02 t/ha/year), surpassing previous studies with other species. Furthermore, soil macrofauna (annelids and beetles) were more abundant under trees (499 individuals/m²) than in treeless grasslands (330 individuals/m²). It was concluded that *G. sepium* improves forage productivity, enriches the soil with leaf litter, and promotes soil biodiversity, making it a sustainable alternative for livestock systems in tropical conditions.

Keywords: forage, biodiversity, sustainability, organic matter, agroforestry

Recibido: 10/1/2025

Aceptado: 22/2/2025

Conflictos de interés: Los autores declaran no existir conflictos de intereses.

Contribución de los autores: Concepción y diseño de la investigación, análisis e interpretación de los datos y redacción del artículo: Oscar Loyola Hernández. Concepción y diseño de la investigación, análisis e interpretación de los datos y redacción del artículo: Isabel Pérez Cabrera. Concepción y diseño de la investigación, análisis e interpretación de los datos y redacción del artículo: Delmy Triana González. Análisis e interpretación de los datos y redacción del artículo: Virgen Sánchez Jerez.



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



INTRODUCCIÓN

En los trópicos, la actividad ganadera enfrenta limitaciones debido a la baja disponibilidad y la escasa calidad de los pastos y forrajes. La producción ganadera basada en pastos nativos se ve afectada principalmente por los bajos niveles de proteína cruda. Según Lok (2016), algunos sistemas ganaderos han adoptado estrategias para mejorar la ingesta de proteína cruda, lo que permite el acceso temporal o permanente a áreas con especies arbóreas tropicales de valor forrajero. Los sistemas silvopastoriles representan una solución efectiva para mitigar esta problemática, como lo demostraron Martínez Pastur et al. (2017).

En Cuba y otras regiones de América, la integración de árboles y arbustos en pastizales mediante sistemas silvopastoriles ha demostrado ser clave para recuperar la fertilidad del suelo (Jiménez Ruíz et al., 2019). Investigaciones como las de Velasquez & Lavelle (2019), Muchane et al. (2020) y Hernández-Chávez et al. (2020) resaltan el papel de los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del suelo, dada su sensibilidad a las condiciones edáficas. Estos organismos contribuyen a la descomposición de la hojarasca, un proceso que, según Doll et al. (2018), es fundamental para la liberación de energía y nutrientes al suelo en formas fácilmente asimilables.

Loyola Hernández et al. (2021) señalaron que *Gliricidia sepium* es una especie ampliamente cultivada en Cuba desde el siglo XVIII, principalmente como cerca viva para delimitar y proteger fincas. Además de su bajo costo de establecimiento, esta planta proporciona múltiples beneficios, como forraje para el ganado, leña, frutos y soporte para la apicultura. También actúa como sumidero de carbono, cortina rompevientos, barrera antierosiva y refugio para fauna silvestre, lo que la convierte en un indicador de sostenibilidad. Sin embargo, su potencial no ha sido suficientemente estudiado ni valorado en distintas condiciones edafoclimáticas (Pedraza et al., 2005; Pedraza & Galvez, 2000; Loyola et al., 2013).

En la región de estudio, las unidades productivas ganaderas (como fincas, CCS pecuarias y UBPC) enfrentan graves problemas, como bajos rendimientos en leche y carne. Estas dificultades se atribuyen a la presencia de especies invasoras, la escasa diversificación productiva, el sobrepastoreo por falta de acuartonamiento y el manejo inadecuado de pastos. A esto se suman la desnutrición animal, la falta de reservas alimentarias, los bajos ingresos económicos y la inestabilidad laboral, factores que amenazan la viabilidad de estas unidades (Loyola Hernández et al., 2021). En este contexto, las cercas vivas de *G. sepium* emergen como una alternativa viable para complementar los pastos nativos y mejorar la calidad de los suelos ganaderos. El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta productiva y ambiental de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp en cercas vivas bajo las condiciones edafoclimáticas del municipio Jimaguayú, en Camagüey.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y condiciones experimentales

El estudio se desarrolló entre febrero de 2023 y octubre de 2024 en la Finca Taburete, perteneciente a la CCS Camilo Cienfuegos, ubicada en el municipio Jimaguayú, provincia de Camagüey, Cuba. Se emplearon árboles de *Gliricidia sepium* (Piñón florido) previamente establecidos en cercas vivas, con una distancia de plantación de 1,5 m y una edad de dos años al inicio del experimento.

El suelo del área experimental se clasificó como Pardo sin Carbonatos, según las hojas cartográficas del sitio y la validación de Hernández et al. (2015). La vegetación herbácea predominante incluyó *Dichanthium annulatum* (Pitilla) y *Senna obtusifolia*. El clima corresponde a un bosque tropical estacionalmente húmedo (Riabchikov) y a un clima Aw (Köppen), caracterizado por veranos húmedos con tendencia continental. Las condiciones climáticas registraron una temperatura media de 24,9 °C, una humedad relativa del 77 % y una precipitación anual promedio de 1400 mm (INSMET, 2018).

Rendimiento de follaje

Se siguió un diseño completamente aleatorizado para evaluar el rendimiento de follaje de *G. sepium*. Se tomaron muestras de 15 árboles a los 90 días y otros 15 a los 180 días después de un corte de establecimiento, en el que se eliminó todo el follaje existente. El rendimiento de materia seca (MS) se calculó con base en estudios previos de Loyola et al. (2013), quienes determinaron que *G. sepium* presenta un 36,2 % de MS en condiciones edafoclimáticas similares.

Deposición de hojarasca

Para evaluar la deposición de hojarasca, se establecieron 20 parcelas de muestreo (0,50 × 0,50 m) distribuidas aleatoriamente bajo los árboles. Estas parcelas se limpiaron de malezas y material orgánico antes del inicio del estudio. Desde mayo de 2023 hasta abril de 2024, se recolectó y pesó el material depositado por defoliación natural cada 15 días, según la metodología de Fuentes Molina et al. (2018).

Macrofauna edáfica

Con el objetivo de evaluar el impacto de *G. sepium* en la fauna del suelo, se compararon dos condiciones: áreas bajo los árboles de las cercas vivas y áreas de pastizales sin árboles. Para cada variante, se establecieron 20 parcelas de muestreo (0,5 × 0,5 m), en las que se retiró la vegetación superficial y se excavó hasta una profundidad de 10 cm para contar los individuos de macrofauna presentes (Barreto-García et al., 2018). Los muestreos se realizaron entre las 7:00 y 9:00 a.m., y en el caso de las parcelas bajo árboles, se ubicaron a una distancia de 0,5 a 1,5 m del tronco.

Análisis estadísticos

Se calcularon estadísticos descriptivos (media y error estándar) previa verificación de la normalidad de los datos (mediante sesgo y curtosis estandarizados) y la homogeneidad de varianzas (prueba F). Para comparar la abundancia de macrofauna edáfica entre tratamientos, se aplicó un ANOVA de una vía seguido de una prueba de Tukey. Todos los análisis se realizaron con el software StatGraphics Centurion XV (versión 15.2.06, 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de follaje

La **Tabla 1** presenta el rendimiento de follaje de *G. sepium* a los 90 y 180 días después del rebrote. Los niveles de materia verde y seca aumentaron significativamente ($p^* < 0,001$) a los 180 días en comparación con los 90 días. Esta variable es un indicador clave para evaluar el potencial de *G. sepium* como productora de biomasa.

Pedraza (1994), citado por Loyola Hernández et al. (2021), informó para esta especie contenidos de materia seca que variaron desde 19,56 % a los 60 días de rebrote hasta 37,66 % a los 180 días. Los niveles de proteína oscilaron entre 14,7 % y 20,4 %. Estos resultados se consideraron en el presente estudio para cuantificar los rendimientos de materia seca en cada corte.

Los cortes realizados cada 90 días mostraron un aporte promedio de 2,08 kg de materia verde por árbol por corte (kg/a/corte) y $0,54 \pm 0,004$ kg de materia seca por árbol por corte (kg MS/a/corte). Con una densidad de plantación de 666 árboles por kilómetro (marco de 1,5 m entre árboles), estos valores equivalen a $359,6 \pm 0,003$ kg de materia seca por kilómetro por corte (kg MS/km/corte). Para cortes cada 180 días, los rendimientos aumentaron a 3,32 kg de materia verde por árbol, 1,25 kg de materia seca por árbol y 832,5 kg de materia seca por kilómetro.

Al extrapolar estos datos a un año, los cortes cada 90 días generarían aproximadamente 1 438,4 kg de materia seca por kilómetro anual (kg MS/km/año). En el caso de cortes

cada 180 días, la producción anual alcanzaría alrededor de 1 665 kg MS/km/año. Estos resultados destacan el potencial de *G. sepium* en sistemas de cercas vivas para estos agroecosistemas.

Los valores obtenidos son ligeramente inferiores a los informados por Pedraza & Galvez (2000) en Camagüey, donde se estimó una producción de 2,5 kg de materia verde por árbol por corte y 10 kg de materia verde por árbol al año con cuatro cortes anuales.

Pedraza et al. (2003) documentaron producciones de 4,4 kg de materia seca por árbol a los 120 días después del rebrote, con una digestibilidad del 58 % al 69 %. Según los autores, esta cantidad podría alimentar a tres animales por árbol por día cuando se ofrece como forraje cortado. El uso del follaje de *G. sepium* no solo mejora la alimentación animal, sino que también beneficia al ecosistema al servir como fuente de néctar para abejas, refugio para fauna, aporte de leña y captura de carbono.

Pedraza et al. (2005) calcularon que un kilómetro de cerca viva de *G. sepium* (con 666 árboles) puede suministrar nutrientes suficientes para aumentar la producción de leche en 20 vacas en 1 kg/día durante 240 días de lactancia. Este efecto se logra siempre que la disponibilidad de pastos y agua no sea limitante.

Deposición de hojarasca

La **Tabla 2** muestra la deposición mensual de hojarasca por *G. sepium*, que alcanzó un promedio de 335,0 kg por hectárea por mes (kg/ha⁻¹). Anualmente, este valor equivale a 4,020 toneladas por hectárea (t/ha⁻¹). Estos resultados superan en 38 kg/ha⁻¹ los registrados por Toscano (2012), citado por Loyola Hernández et al. (2021), para *Bursera simaruba* en condiciones similares en la misma provincia.

La disponibilidad de biomasa que se produce en este sistema favorece el desprendimiento natural de material senescente. Esta biomasa de hojarasca se acumula de manera continua sobre la superficie del suelo y posteriormente se incorpora como materia orgánica. El material vegetal depositado contribuye a la retención de la humedad edáfica y funciona como una barrera efectiva contra la erosión.

Tabla 1. Rendimiento de follaje en *G. sepium* a los 90 y 180 días de rebrote (Media+ES)

días de rebrote	Materia verde /árbol (kg MV /a/corte)	MS/árbol (kg MS/a/corte)	kg MS/km/corte
90	2,08+0,003	0,54+0,004	359,6+0,003
180	3,32+0,003	1,25+0,003	832,5+0,003

Tabla 2. Deposición de hojarasca (Media+ES)

Especie	g/m ²	kg/ha
<i>G. sepium</i>	33,5±0,005	335,0±0,005

Tabla 3. Comportamiento de la fauna edáfica en el sistema en estudio (individuos por metro cuadrado)

Especie fauna	PPLL		
	Con Piñón	Sin Piñón	ES+
Milpiés	79	112	0,31
Anélidos	150	70	0,48
Coleópteros (larvas)	255	143	0,63
Arañas	5	1	0,52
Ciempiés	10	4	0,74
Total (individuos /m²)	499 ^a	330 ^b	

PPLL: Periodo poco lluvioso

a,b Valores con superíndices diferentes difieren a ($P < 0,05$)

Loyola Hernández et al. (2019) encontraron mayor deposición de hojarasca en *G. sepium* en comparación con *B. simaruba* y *Moringa oleifera* Lam. durante sus estudios. Los autores atribuyen este resultado a las características foliares de cada especie, específicamente al tamaño del limbo y al número de foliolos. Mientras que *G. sepium* presenta hojas compuestas con 7-17 foliolos de limbo grande, *B. simaruba* tiene solo 5-7 foliolos por hoja.

Estos hallazgos coinciden con los de Loyola Hernández et al. (2021), quienes registraron 4,23 t ha⁻¹ de hojarasca para *G. sepium* en ecosistemas ganaderos de Camagüey. Los valores superan los 332,0 kg ha⁻¹ mensuales informados por Triana et al. (2014) en cercas vivas sobre suelos fersialíticos. También exceden los 0,47 t ha⁻¹ anuales del periodo poco lluvioso y 0,10 t ha⁻¹ del lluvioso documentados por Fuentes Molina et al. (2018) en bosques naturales.

La hojarasca cumple funciones críticas en los suelos de agroecosistemas ganaderos. Su estructura esponjosa mantiene condiciones óptimas de humedad que favorecen la actividad microbiana regulada. Este proceso establece un equilibrio dinámico entre el dosel, la hojarasca, los descomponedores y los nutrientes, lo que constituye la base para la sostenibilidad de los ecosistemas boscosos (Hernández & Hernández, 2005).

Gaspar-Santos et al. (2015) destacaron que la producción y descomposición de hojarasca son procesos clave para la conservación vegetal. Estos mecanismos facilitan la circulación de nutrientes y el mantenimiento de las comunidades biológicas. Por ello, resulta fundamental cuantificar los aportes de materia orgánica de las especies vegetales para asegurar el reciclaje nutricional.

El follaje arbóreo, a través de la hojarasca, no solo provee materia orgánica al suelo. También regula la temperatura edáfica y permite una liberación gradual de nutrientes durante la descomposición. Este proceso mitiga problemas como erosión, degradación de tierras y desertificación, que comprometen la capacidad productiva de los ecosistemas (FAO, 2017).

Macrofauna edáfica

La Tabla 3 muestra la distribución de la fauna edáfica en el sistema estudiado. Los grupos predominantes fueron anélidos (lombrices) y coleópteros (escarabajos), patrón similar al observado por Rodríguez et al. (2003) y Rodríguez et al. (2008) en pastizales monoespecíficos y asociados. Los anélidos presentaron abundancias significativamente mayores en áreas arboladas respecto a las sin árboles.

La mayoría de los organismos mostraron mayor densidad en sistemas con cobertura arbórea. La excepción fueron los quilópodos (milpiés), que predominaron numéricamente en zonas desprovistas de árboles. Estos resultados evidencian la influencia de la vegetación leñosa en la composición de la macrofauna del suelo.

De acuerdo con Rodríguez et al. (2008), algunos de estos organismos, en especial los coleópteros coprófagos, pueden incorporar las heces fecales al suelo en un lapso de 24 horas. Esta acción enterradora reduce significativamente la contaminación causada por la acumulación de excremento en los pastizales. Como resultado, se optimiza el aprovechamiento del pasto disponible, se incrementa la retención de agua en el suelo y se favorece la remoción de los horizontes edáficos.

Rodríguez et al. (2003) documentaron aumentos considerables en los componentes bióticos del suelo al incrementarse la densidad de árboles en zonas de pastoreo. Este efecto se atribuye a la influencia positiva de los árboles en el microclima del suelo y a la mayor deposición de hojarasca. Por lo tanto, el aumento de la fauna edáfica y de la cantidad de coprolitos en el suelo mejora cuando se eleva la cobertura vegetal y el aporte de materia orgánica, lo que beneficia la estabilidad de este ecosistema.

Estos hallazgos coinciden con los de Cabrera-Dávila et al. (2017), quienes observaron una mayor abundancia de macrofauna en sistemas silvopastoriles. Los autores sugieren que este fenómeno se debe a la mayor cobertura del suelo, la cual genera condiciones óptimas de temperatura y humedad para el desarrollo de la fauna edáfica. Estos resultados

refuerzan la importancia de la vegetación en la creación de microhábitats favorables para estos organismos.

La evidencia presentada demuestra los beneficios de utilizar *G. sepium* como cerca viva. Esta especie contribuye con volúmenes significativos de hojarasca y regula la temperatura del suelo mediante el sombreado que proporciona. Estas condiciones promueven el desarrollo de la fauna edáfica, lo que a su vez mejora las propiedades del suelo, ya que estos organismos facilitan la descomposición de la materia orgánica, que incluye la hojarasca y los residuos fecales (Crespo, 2008).

Estos resultados coinciden con estudios recientes de Wu & Wang (2019), quienes confirmaron que la macrofauna depende de las condiciones específicas de los microhábitats del suelo, las cuales son influenciadas por la vegetación. Esta relación resalta la importancia de mantener sistemas agroforestales que promuevan dichas interacciones biológicas.

Rodríguez et al. (2003) registraron incrementos notables en los componentes bióticos del suelo al aumentar la cobertura arbórea en zonas de pastoreo. Este efecto se atribuye a la mejora del microclima del suelo y a la mayor deposición de hojarasca. Además, el aumento de la fauna edáfica y de la cantidad de coprolitos en el suelo refleja una mayor actividad biológica, lo que resulta favorable para la sostenibilidad de estos agroecosistemas ganaderos.

En conclusión, el uso de *G. sepium* como cerca viva destaca entre las técnicas agroforestales por su eficiencia. Su establecimiento requiere bajos costos en comparación con otros tipos de cercas, mientras que genera altos beneficios económicos y ecológicos. Por estas razones, se considera una alternativa viable para sistemas productivos sostenibles.

CONCLUSIONES

1. *Gliricidia sepium* muestra un aumento significativo en la producción de materia verde y seca a los 180 días de rebrote, alcanzando 1.665 kg MS/km/año. Su follaje, con alto contenido proteico (14,7-20,4 %), mejora la alimentación animal y contribuye a servicios ecosistémicos como la captura de carbono y el aporte de leña.
2. La especie deposita aproximadamente 4,02 t/ha/año de hojarasca, lo que supera otras arbóreas. Este material regula la humedad, reduce la erosión y enriquece el suelo mediante la liberación gradual de nutrientes, lo que favorece la actividad microbiana y la sostenibilidad de agroecosistemas ganaderos.
3. Los sistemas con *G. sepium* albergan mayor abundancia de anélidos y coleópteros, organismos clave en la descomposición de materia orgánica y reciclaje de nutrientes. La cobertura arbórea crea microhábitats óptimos, por lo que refuerza la estabilidad del suelo y mitiga la degradación.

BIBLIOGRAFÍA

- Barreto-García, O. A., Guevara Gutiérrez, R. D., Olguín López, J. L., Mancilla Villa, O. R., Medina Valdovinos, E. K., & Murillo Hernández, J. E. (2018). Macroinvertebrados de hojarasca y suelo en selva baja caducifolia y zonas perturbadas. *Idesia (Arica)*, 36(1), 105-113.
- Cabrera-Dávila, G. de la C., Socarrás-Rivero, A. A., Hernández-Vígoa, G., Ponce de León-Lima, D., Menéndez-Rivero, Y. I., & Sánchez-Rendón, J. A. (2017). Evaluación de la macrofauna como indicador del estado de salud en siete sistemas de uso de la tierra, en Cuba. *Pastos y Forrajes*, 40(2), 118-126.
- Crespo, G. (2008). Importancia de los sistemas silvopastoriles para mantener y restaurar la fertilidad del suelo en las regiones tropicales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42(4), 329-335.
- Doll, U., Araya, P., Soto-Cerda, L., Aedo, D., & Vizcarra, G. (2018). Producción y composición de la hojarasca en un renoval pre andino de *Nothofagus glauca* de la región del Maule. *Bosque (Valdivia)*, 39(1), 151-156. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002018000100151>
- FAO. (2017). *Conservación de los recursos naturales para una Agricultura sostenible*. <http://www.fao.org/3/a-i5754s.pdf>
- Fuentes Molina, N., Rodríguez Barrios, J., & Isenia Leon, S. (2018). Caída y descomposición de hojarasca en los bosques ribereños del manantial de Cañaverales, Guajira, Colombia. *Acta biológica colombiana*, 23(1), 115-123. <https://doi.org/10.15446/abc.v23n1.62342>
- Gaspar-Santos, E. S., González-Espinosa, M., Ramírez-Marcial, N., & Álvarez-Solís, J. D. (2015). Acumulación y descomposición de hojarasca en bosques secundarios del sur de la Sierra Madre de Chiapas, México. *Bosque (Valdivia)*, 36(3), 467-480.
- Hernández, A., Pérez, J. M., Bosch, D., & Castro, N. (2015). *Clasificación de los Suelos de Cuba*. INCA.
- Hernández, M., & Hernández, I. (2005). Utilización de arbóreas como abono verde y manejo de la defoliación en sistemas de corte y acarreo. *El silvopastoreo un nuevo concepto de pastizal*. Editorial Universitaria. Guatemala, 109-130.
- Hernández-Chávez, M. B., Ramírez-Suárez, W. M., Zurita-Rodríguez, A. A., & Boulandier, M. N. (2020). Biodiversidad y abundancia de la macrofauna edáfica en dos sistemas ganaderos en Sancti Spiritus, Cuba. *Pastos y Forrajes*, 43(1), 18-25.
- INSMET. (2018). *Valores Medios Provinciales* (No. 37 (21); Boletín agrometeorológico nacional, p. 12). Instituto de Meteorología. <http://www.insmet.cu/agroboletin/pdf/3721-2018.pdf>
- Jiménez Ruiz, E. R., Fonseca González, W., & Pazmiño Pesantez, L. (2019). Sistemas silvopastoriles y cambio climático: Estimación y predicción de biomasa arbórea. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 29(1), 45-55.

- Lok, S. (2016). Soils dedicated to cattle rearing in Cuba: Characteristics, management, opportunities and challenges. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 50(2). <http://cjasience.com/index.php/CJAS/article/view/619>
- Loyola Hernández, O., Triana González, D., Batista Cruz, C. M., Díaz Hernández, E., & Pérez Lezcano, E. (2021). Follaje, hojarasca y fauna edáfica asociada a tres especies forestales en cercas vivas en ecosistemas ganaderos. *Revista de Producción Animal*, 33(1), 90-104.
- Loyola Hernández, O., Triana González, D., Tejas Sánchez, O., Malpica Mentor, L., & Lezcano Ortiz, C. M. (2019). Efecto de Samanea saman (Jacq.) Merr. Sobre la agroproduktividad del pasto en un sistema silvopastoril. *Revista de Producción Animal*, 31(2), 9-17.
- Loyola, O., Triana, D., Curbelo, L., & Guevara, R. (2013). Producción de follaje y composición bromatológica de cercas vivas sobre sabanas ultramáficas de Camagüey. *V Conferencia Internacional Ciencia y Tecnología por un Desarrollo Sostenible, Camagüey, Cuba*.
- Martínez Pastur, G., Peri, P. L., Huertas Herrera, A., Schindler, S., Díaz-Delgado, R., Lencinas, M. V., & Soler, R. (2017). Linking potential biodiversity and three ecosystem services in silvopastoral managed forest landscapes of Tierra del Fuego, Argentina. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 13(2), 1-11. <https://doi.org/10.1080/21513732.2016.1260056>
- Muchane, M. N., Sileshi, G. W., Gripenberg, S., Jonsson, M., Pumariño, L., & Barrios, E. (2020). Agroforestry boosts soil health in the humid and sub-humid tropics: A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 295, 106899.
- Pedraza, R., GÁLVEZ, M., GUEVARA, R., GUEVARA, G., MARTÍNEZ, S., & CURBELO, L. (2005). *Potencial de las cercas vivas de Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth ex Walp. Como fuente de forraje para la producción de leche*. https://www.researchgate.net/profile/Redimio-Pedraza-Olivera/publication/278028524_Potencial_de_las_cercas_vivas_de_Gliricidia_sepium_Jacq_Kunth_ex_Walp_como_fuente_de_forraje_para_la_produccion_de_leche/links/5579f35c08ae752158717bef/Potencial-de-las-cercas-vivas-de-Gliricidia-sepium-Jacq-Kunth-ex-Walp-como-fuente-de-forraje-para-la-produccion-de-leche.pdf
- Pedraza, R. M., & Galvez, M. (2000). Nota sobre el rendimiento, porcentaje de hojas y grosor del tallo del follaje de postes vivos de Gliricidia sepium podados cada 90 días. *Tomo 34-Año 2000*, 34, 81.
- Pedraza, R. M., La, O., Estévez, J., Guevara, G., & Martínez, S. (2003). Degradabilidad ruminal efectiva y digestibilidad intestinal in vitro del nitrógeno del follaje de leguminosas arbóreas tropicales. *Pastos y Forrajes*, 26(3).
- Rodríguez, I., Crespo, G., Fraga, S., Rodríguez, C., & Prieto, D. (2003). Actividad de la mesofauna y la macrofauna en las bostas durante su proceso de descomposición. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 37(3), 319-326.
- Rodríguez, I., Crespo, G., Torres, V., Calero, B., Morales, A., Otero, L., Hernández, L., Fraga, S., & Santillán, B. (2008). Evaluación integral del complejo suelo-planta en una unidad lechera, con silvopastoreo, en la provincia La Habana, Cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42(4), 403-410.
- Triana, D., Hernández, O. L., Hernández, Z. C., & Tomés, A. V. (2014). Valoración agroecológica de Ateleia cubensis (DC) Dietr. Var. Cubensis (Griseb.) Mohlenber en sistemas ganaderos de sabanas ultramáficas. *Revista de Producción Animal*, 26(2), NA-NA.
- Velasquez, E., & Lavelle, P. (2019). Soil macrofauna as an indicator for evaluating soil based ecosystem services in agricultural landscapes. *Acta Oecologica*, 100, 103446. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2019.103446>
- Wu, P., & Wang, C. (2019). Differences in spatiotemporal dynamics between soil macrofauna and mesofauna communities in forest ecosystems: The significance for soil fauna diversity monitoring. *Geoderma*, 337, 266-272.