

Yean M. González-González¹

E-mail: gonzalezgonzalezyeannmichel@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-2705-0603>

Enrique Casanovas-Cosío²

E-mail: ecasanovas@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5884-3922>

Yoandris Socarrás-Armenteros²

E-mail: ysocarras1984@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8374-0685>

¹ Empresa Labiofam. Cienfuegos. Cuba.

² Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez". Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

González-González, Y. M., Casanovas-Cosío, E., & Socarrás-Armenteros, Y. (2026). Evaluación del suelo y su macrofauna en un sistema silvopastoril degradado de animales en desarrollo. *Revista UGC*, 4(S1), 101-110.

Fecha de presentación: 18/11/2025

Fecha de aceptación: 18/01/2026

Fecha de publicación: 01/02/2026

RESUMEN

En la Unidad de desarrollo de novillas "La Micaela" en el municipio de Rodas de la provincia de Cienfuegos se estableció en el año 2002 un sistema silvopastoril con *Leucaena*, que fue evaluado en el año 2005. Este se degradó por mal manejo y no se conocen los indicadores del suelo y su macrofauna 19 años después, que se planteó como objetivo su comparación. Para ello en un cuartón evaluado antes se tomaron los siguientes indicadores químicos del suelo en tres calicatas de 0-10, 10-20, 20-30: pH, P₂O₅, K₂O mg 100g⁻¹ y materia orgánica (%). Además, se evaluó composición botánica del área y su disponibilidad. En las mismas calicatas se evaluó la macrofauna edáfica. Así mismo se tomaron los datos para el mismo período anterior de temperatura (°C), humedad relativa (%) y precipitaciones (mm). Los indicadores químicos del suelo del sistema silvopastoril con *Leucaena* degradado de animales en desarrollo después de 19 años presentaron una variación favorable del pH que se alcalinizó (7,45), con valores promedios mayores en mg 100g⁻¹ para el P₂O₅ de 4,95 y K₂O 63,31, respectivamente. A su vez, la materia orgánica solo presentó valor mayor en la profundidad de 10 a 20 cm con 4,92 %. La macrofauna edáfica presentó mayor diversidad de especies, aunque en los individuos similares la cantidad encontrada fueron menores. Los variables meteorológicas evaluadas describen las características para el período poco lluvioso con pocas precipitaciones, y mayores temperaturas.

Palabras clave:

Sistemas ganaderos, pastos, período seco.

ABSTRACT

At the heifer development unit "La Micaela," located in the municipality of Rodas, province of Cienfuegos, a silvopastoral system with *Leucaena* was established in 2002 and evaluated in 2005. This system later degraded due to poor management, and the soil indicators and its macrofauna are currently unknown 19 years after its establishment; therefore, a comparative assessment was proposed as the objective. To achieve this, the following soil chemical indicators were measured in one paddock previously evaluated, using three soil pits at depths of 0–10, 10–20, and 20–30 cm: pH, P₂O₅, K₂O (mg 100 g⁻¹), and organic matter (%). In addition, the botanical composition of the area and its availability were assessed. Soil macrofauna was also evaluated in the same soil pits. Likewise, meteorological data for the same period were collected, including temperature (°C), relative humidity (%), and rainfall (mm). The soil chemical indicators of the degraded silvopastoral system with *Leucaena* for developing animals, after 19 years, showed a favorable variation in pH, which became more alkaline (7.45), with higher average values (mg 100 g⁻¹) for P₂O₅ (4.95) and K₂O (63.31), respectively. In turn, organic matter showed a higher value only at the 10–20 cm depth (4.92%). The soil macrofauna exhibited greater species diversity, although the number of individuals within

similar groups was lower. The evaluated meteorological variables described the characteristics of the dry season, with low rainfall and higher temperatures.

Keywords:

Livestock systems, pastures, dry season.

INTRODUCCIÓN

La ganadería tropical enfrenta actualmente importantes desafíos asociados a la degradación de los suelos, la disminución de la biodiversidad edáfica y la pérdida de productividad de los sistemas tradicionales de explotación pecuaria. El uso intensivo de pastizales, la escasa reposición de nutrientes y la simplificación estructural de los agroecosistemas han provocado un deterioro progresivo de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, comprometiendo la sostenibilidad de la producción ganadera, especialmente en sistemas con animales en desarrollo.

En este contexto, los sistemas silvopastoriles se reconocen como una alternativa viable para la recuperación funcional de áreas degradadas, al integrar árboles, arbustos forrajeros y pastos en un mismo espacio productivo. Esta integración favorece la mejora de la estructura del suelo, el reciclaje de nutrientes, la regulación microclimática y el incremento de la biodiversidad, contribuyendo a una mayor resiliencia del sistema frente a factores climáticos y antrópicos adversos. Asimismo, la presencia de componentes leñosos incide positivamente en el bienestar animal y en la eficiencia productiva, aspectos claves para una ganadería sostenible.

La macrofauna edáfica desempeña un papel fundamental en estos procesos, al intervenir directamente en la descomposición de la materia orgánica, la formación de agregados, la porosidad y la dinámica de nutrientes del suelo. Grupos como lombrices, coleópteros, miriápodos e himenópteros son considerados bioindicadores sensibles del estado de conservación o perturbación del suelo, por lo que su evaluación permite inferir el nivel de degradación y la funcionalidad ecológica de los sistemas productivos.

La incorporación de prácticas de manejo sostenible en la ganadería, que consideren tanto la salud del suelo como la sanidad y el desarrollo de los animales, resulta esencial para garantizar la viabilidad a largo plazo de estos sistemas. En este sentido, Mojica-Zárte et al. (2025) destacan que la sostenibilidad ganadera requiere un enfoque integral que articule el manejo del recurso suelo, la biodiversidad asociada y el control sanitario de los bovinos, especialmente en sistemas en proceso de recuperación o transición productiva.

La ganadería cubana estuvo basada en la producción extensiva de carne hasta 1959; entre 1960 y 1989, la producción de leche se desarrolló a un ritmo medio anual

superior al 10 por ciento. Al inicio de la década de los noventa, la desaparición de los sistemas socialistas en los países del este de Europa causó graves dificultades que redujeron la capacidad del comercio exterior de Cuba. Esta situación determinó en el país la crisis de un componente fundamental en función del cual se había desarrollado la ganadería, a saber, la importación de grandes cantidades de combustibles, piensos, fertilizantes agroquímicos y otros productos necesarios para mantener unos sistemas de explotación intensiva e industrial con alto consumo de insumos. Se produjo una brusca disminución de la fertilidad de los rebaños y los niveles de producción de leche y carne se redujeron hasta en un 50 por ciento (Pérez, 1992).

Un análisis sobre la distribución de la tierra en Cuba y su utilización según formas de tenencia al cierre del año 2019, evidencia que la mayoría (68,51%) la ocupa el sector no estatal (Cuba. Oficina Nacional de Estadística e Información, 2019) con la consiguiente disminución de la masa ganadera vacuna que ya en 2024 contaba con 200 000 tenentes (Díaz, 2024), por la menor área de estos tenentes.

Desde 1974, el científico colombiano Silvio Yepes, basado en sus estudios realizados en “Indio Hatuey”, Cuba, se adelantaba y describía las bondades para la ganadería cubana de lo que él llamaba “una vegetación clímax de los bosques semicaducifolios que botan la hoja en el primer trimestre de invierno y los renuevan en el segundo trimestre (marzo, abril y mayo), cuando aumenta el calor y la duración del día, aunque las lluvias no han llegado. Las plantas herbáceas mientras tanto se han secado. Por lo que propuso la introducción de arbustos en los sistemas ganaderos y planteó que un ecosistema de sabana con arbustos es más propio y productivo que una pradera limpia de tipo no tropical (Hernández, 1993).

La combinación de gramíneas, leguminosas herbáceas, árboles y arbustos en las áreas de pastoreo permite aumentar la oferta de forraje, en particular en la seca, y mejorar la calidad de la dieta a lo largo de todo el año (Clavero, 1996).

Dentro de los árboles más empleados en la asociación en los sistemas silvopastoriles esta la *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, por su amplio espectro de utilización, que es un árbol leguminoso tropical originario de México y Centroamérica (Funes, 1994; Shelton & Brewbaker, 1990).

En los años 90 del pasado siglo, en Cuba se incentivó la introducción de sistemas silvopastoriles, fundamentalmente con la asociación de *Leucaena* con gramíneas presentes en la localidad. Dentro del proyecto RENASS (Red Nacional de Sistemas Silvopastoriles), liderado por la EEPF (Estación Experimental de Pastos y Forrajes) “Indio Hatuey”, se estableció en el año 2002 un sistema silvopastoril en parte de una Unidad de desarrollo de novillas en el municipio de Rodas de la provincia de Cienfuegos.

Los resultados de los componentes planta y animal fueron evaluados dos años posteriores a su establecimiento por Casanovas et al. (2006ab) que evidenciaron una mejor relación de la macrofauna edáfica y disponibilidad de pastos en el período poco lluvioso evaluado a favor de la asociación de la Leucaena contra los cuarterones con monocultivos de pastos y superior incremento de peso de los animales para ese período.

Respecto a los indicadores de la macrofauna propuestos mundialmente hasta el momento, se concluyó que son ventajosos al no demandar un trabajo taxonómico complejo, son económicos, además, de fácil y rápida aplicación en cualquier región y ecosistema, que precisen una evaluación comparativa (Cabrera, 2012).

En la literatura indagada no se han encontrado estudios de la influencia de un sistema silvopastoril degradado en la macrofauna edáfica e indicadores químicos del suelo con el mismo uso. Por tanto, para enriquecer la información sobre el tema, teniendo en cuenta que se disponen de los datos mencionados del año 2005, y el sistema silvopastoril eliminado en el año 2018 en la Unidad La Micaela con el mismo propósito de animales en desarrollo se propone comparar los indicadores de la macrofauna edáfica y composición del suelo de un sistema silvopastoril degradado con animales en desarrollo después de 19 años.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de la presente investigación fue seleccionada el área de la unidad ganadera “La Micaela”, que tiene como propósito el desarrollo de novillas para el reemplazo. La misma pertenece a la UBPC “Aguadita” de la Empresa Pecuaria Rodas, de la provincia de Cienfuegos. En la misma en el año 2004, se realizó una investigación sobre el impacto de un sistema silvopastoril establecido con Leucaena en los componentes suelo, planta y animales con relación a otro de acuartonamiento con pastos solamente (Casanovas et al., 2006ab).

La investigación se realizó mediante un diseño observacional. Para las observaciones se tomó en cuenta el área correspondiente a la evaluada anteriormente en el año 2005, que se identifican como:

- i. Área donde estaba un sistema silvopastoril con Lecucaena (año 2005)
- ii. Área donde existió un sistema silvopastoril con Leucaena (año 2024)

La clasificación del suelo en el área escogida es: pardo sin carbonato, textura arcilla ligera, con topografía ligeramente ondulada (4%) y poca profundidad efectiva (30-40) cm, según la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (Hernández et al., 2019).

En el mes de abril, al final del periodo poco lluvioso (PPLL) se determinó en el cuartón que coincidía con el que se diagnosticó en el año 2005: en tres calicatas 0-10, 10-20, 20-30 cm con tres repeticiones, las muestras de suelo para su envío al Laboratorio del CEAC/ Centro de Estudios ambientales de Cienfuegos, e identificación de los siguientes metabolitos (Tabla 1):

Tabla 1. Ensayos y métodos para el análisis de los sustratos.

Nombre completo del ensayo	Nombre corto del ensayo	Método
Determinación del pH en suelos	Ph	Potenciométrico L-SA-158
Determinación de la materia orgánica	MO	(Davies, 1974)
Determinación de K	K	Determinación de elementos por Espectrometría Fluorescencia de Rayos X L-SA-419
Determinación de P	P	

Fuente: Laboratorio de ensayos Ambientales, CEAC/ Centro de Estudios ambientales de Cienfuegos

De cada muestra obtenida para los análisis químicos en cada calicata 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm de 25 x 25 x 10 cm se recolectó la macrofauna y se separó la hojarasca según Anderson & Ingram (1993); y Lavelle et al. (2003). Estos se recogieron e identificaron por calicatas para su posterior identificación a nivel de orden en el laboratorio de Sanidad Vegetal de Cienfuegos.

La composición botánica de los pastos y su disponibilidad se realizó en el cuartón mencionado, con un tiempo de reposo de 21 días, por el método de los pasos (Martínez et al., 1990).

En el caso de la Leucaena, solo se contaron las plantas que existían aún en el sistema II

Componente meteorológico

Se tomaron con un equipo de la Facultad de Ciencias Agrarias del Departamento de Geografía los valores para cada mes del período evaluado, enero, febrero, marzo y abril: precipitaciones (mm), temperatura (°C), humedad relativa (%)

Todos los datos obtenidos fueron editados en el tabulador Excel, y con ellos se realizaron los análisis estadísticos correspondientes en el paquete IBM.SPSS v 23. El diseño o método estadístico corresponde a una prueba para dos medias, previa comparación de la normalidad por la prueba de Shapiro Wilks. Las variables materia orgánica y composición botánica del área expresada en porcentaje se comparó mediante la prueba para dos proporciones. Todas las pruebas se realizaron para una P<0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Unidad La Micaela poseía 13 cuartones en asociación de gramínea con la leguminosa *Leucaena* con 21,3 ha con dos años de establecimiento y 22,2 ha de pastos naturales. Además, contaba con 2,7 ha de sombra con árboles de mango (*Mangifera indica* Lam). El croquis del año 2005 se observa en la Figura 1.

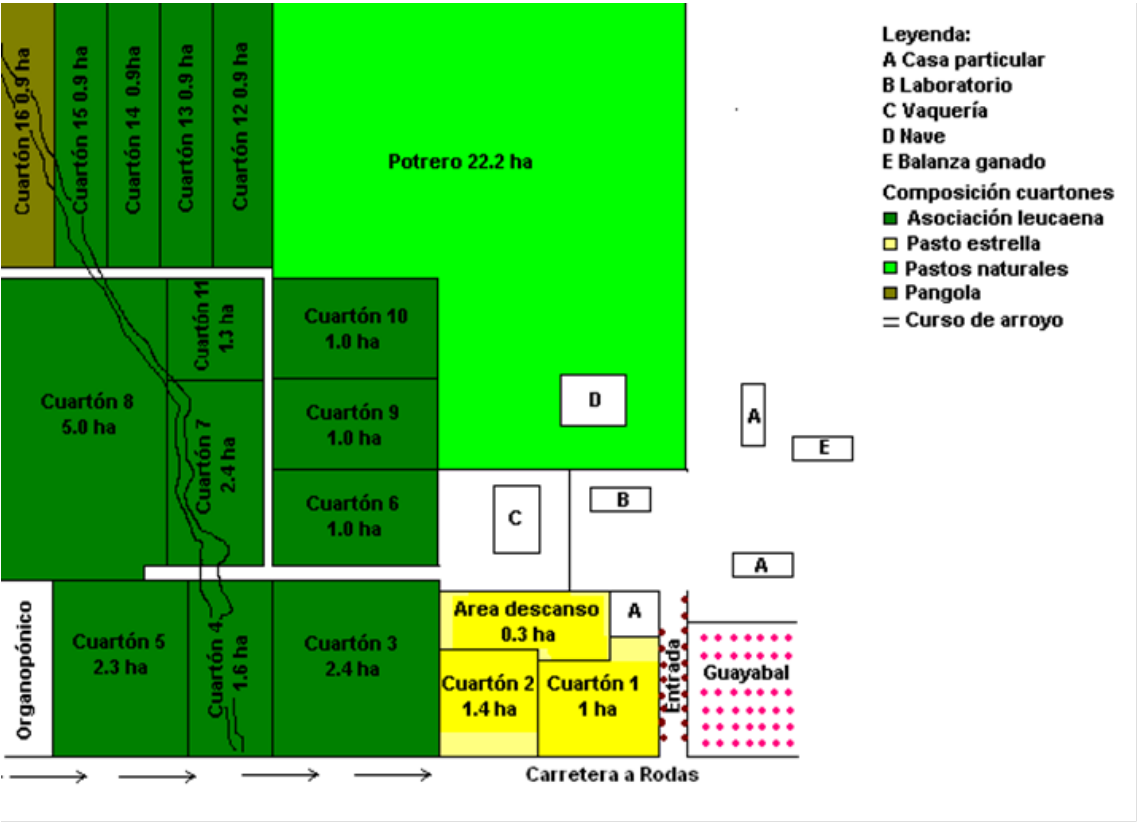


Figura 1. Croquis unidad La Micaela, UBPC Aguadita, año 2005.

Fuente: Casanovas et al. (2006a).

Actualmente, el estado de las cercas internas es deplorable, y el cuartón seleccionado (número 6) coincidió con uno de los muestreados anteriormente, que está debidamente cercado. No obstante, posee pocos árboles de *Leucaena*. La comparación de los indicadores del suelo realizado en tres calicatas, para coincidir con las profundidades realizadas anteriormente, se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Comparación de los indicadores químicos del suelo por calicatas entre años 2005 y 2024, (.

Calicatas, cm	I SSP 2005	II SSP 2024	P
pH, 0-10	5,72± 0,005	7,54±0,020	<0,001***
pH, 10-20	5,66±0,012	7,44±0,014	<0,001***
pH, 20-30	5,73±0,001	7,36±0,002	<0,001***
P2O5, 0-10, mg 100 g-1	6,09± 0,051	5,77±0,176	0,154NS
P2O5, 10-20	3,42±0,060	4,86±0,145	0,001***
P2O5, 20-30	3,43±0,040	4,23±0,145	0,006**
K2O, 0-10	60,40±0,057	63,17±0,491	0,005**
K2O, 10-20	46,01±0,037	66,37±0,033	<0,001***
K2O, 20-30	43,41±0,115	60,40±0,115	<0,001***

Leyenda: Valores en filas difieren para ** $P<0.05$; *** $P<0.001$, NS-no significativo

Los valores del pH fueron siempre superiores en el año 2024, representado desde 7,36 a 7,54, que se puede clasificar como moderadamente básico. Como promedio en todas las profundidades evaluadas el valor en 2024 fue de 7,45 o superior en 1,5 unidades.

A su vez, hay un aumento de los contenidos de P_2O_5 , K_2O en todas las calicatas, excepto en el contenido P_2O_5 a la profundidad de 0 a 10 cm. Es interesante, que los indicadores de K_2O , prácticamente presentaron los mismos valores a todas las profundidades evaluadas, cuando anteriormente se notó una disminución con el mayor valor en la calicata 0 a 10 cm con 60,40 mg 100 g⁻¹.

Se puede agregar que, como promedio en las calicatas evaluadas se encontraron mayores valores en el año 2024 de P_2O_5 (4,95) y K_2O (63,31) en mg 100 g⁻¹ de 0,65 y 13,37, respectivamente.

Los aportes de la materia orgánica correspondientes a excretas, hojarasca y residuos de pastoreo solo presentaron diferencias en la profundidad de 10 a 20 cm con 4,92 % en el sistema silvopastoril degradado en el año 2024 (Figura 2).

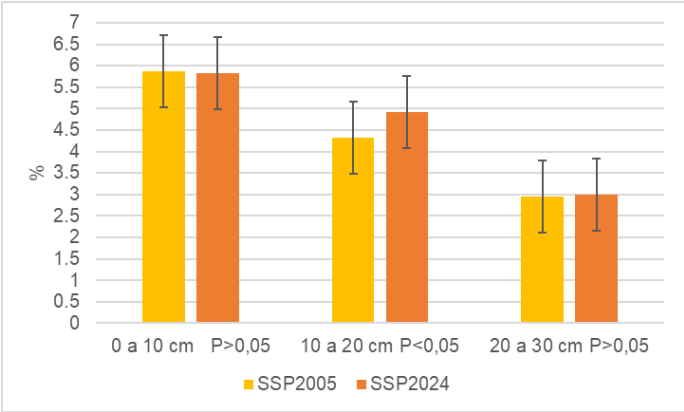


Figura 2. Comparación del contenido de materia orgánica del suelo por calicatas entre años 2005 y 2024.

La composición botánica del área en estudio se muestra en la Tabla 3. Se encontró una disminución de la Pitilla villareña, que decrece un 57,22 % del área total; esto se debe al incremento del Pasto estrella sembrado que no existía anteriormente y en el año 2024 ocupaba un 55,56 % del área del cuartón.

El denominado Saca sebo mantiene prácticamente la misma área, al igual que los sitios despoblados con valores desde 5,00 % a 4,44 % del área.

Tabla 3. Comparación de la composición botánica del área, %.

Pastos	I SSP 2005	II SSP 2024	P
Pitilla villareña (<i>Dichanthium annulatum</i> Stapf)	75,00	17,78	< 0,0001
Saca Sebo (<i>Paspalum notatum</i> Flugge)	20,00	22,22	0,732
Pasto estrella (<i>Cynodon dactylon</i> L. Vanderyst)	0,00	55,56	< 0,0001
Despoblación	5,00	4,44	0,570
Leucaena (<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit), u	1830	38	-

La cantidad de árboles de Leucaena en el año 2005 era de 1830, sembradas en hileras a 1,5 m y entre calles de 3,5 m. Ya en este año 2024 solo quedaban 38 plantas de Leucaena, las cuales tenían una altura promedio de 30 cm.

Una mejor comprensión de las disponibilidades reales lo ofrece la figura 3 donde el indicador kg por ha equipara cada sistema. Este indicador fue menor en el año 2024 en 220 kilogramos por hectárea (P<0,05).

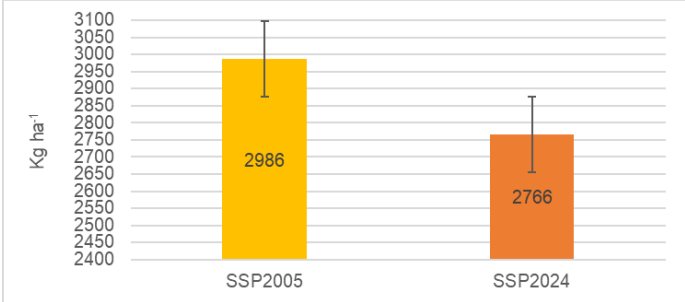


Figura 3. Comparación de la disponibilidad de pastos por hectárea, kg ha⁻¹.

Leyenda: Diferencias para P<0,05

La descripción de macrofauna edáfica encontrada para las tres calicatas y su total se observa en la tabla 4. Las siete clases fueron Insecta (6), Arachnida (2), Malacostraca (1), Chilopoda (1), Gastropoda (1), Diplopoda (1), Oligochaeta (1).

El 20,14 % de los individuos estuvieron en la hojarasca, común para su hábitat según la clase. Por otra parte, en la profundidad de 20 a 30 cm no se encontraron individuos, que puede estar dado por las condiciones físicas del suelo (Tabla 4).

Tabla 4. Descripción de macrofauna encontrada por calicatas en sistema de La Micaela en año 2024, individuos m⁻².

Nombre	Phylum	Clase	Orden	Familia	Calicata	n
Cochinilla Porcellio scaber (Latreille, 1804)	Arthropoda	Malacostraca	Isopoda	Porcellionidae	Hojarasca	2
					0-10	0
					10-20	0
					20-30	0
					Total	2
Ciempiés marrón Lithobius forficatus (Linnaeus, 1758)	Arthropoda	Chilopoda	Lithobiomorpha	Lithobiidae	Hojarasca	2
					0-10	0
					10-20	0
					20-30	0
					Total	2
Cucaracha gigante Blaberus giganteus (Linnaeus, 1758)	Arthropoda	Insecta	Blattodea	Blaberidae	Hojarasca	2
					0-10	0
					10-20	0
					20-30	0
					Total	2
Caracol Comu aspersum (Muller, 1774)	Mollusca	Gastropoda	Stylommatophora	Helicidae	Hojarasca	5
					0-10	0
					10-20	0
					20-30	0
					Total	5
Tijereta Forficula auricularia (Linnaeus, 1829)	Arthropoda	Insecta	Dermaptera	Forficulidae	Hojarasca	0
					0-10	2
					10-20	0
					20-30	0
					Total	2
Saltamonte S. Couloniana (Saussure, 1861)	Arthropoda	Insecta	Orthoptera	Tettigoniidae	Hojarasca	2
					0-10	0
					10-20	0
					20-30	0
					Total	2
Araña patona Paecilaemula smaragdula (Koch, 1839)	Arthropoda	Arachnida	Araneae	Cosmetidae	Hojarasca	0
					0-10	5
					10-20	0
					20-30	0
					Total	5
Hormiga santanilla Wasmannia auropunctata (Roger, 1863)	Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	Hojarasca	5
					0-10	0
					10-20	0
					20-30	0
					Total	5
Milpiés Leptogoniulus sorormus Butter (Gervais, 1844)	Arthropoda	Diplopoda	Spirobolida	Trigoniulidae	Hojarasca	4
					0-10	0
					10-20	0
					20-30	0
					Total	4

Escarabajo chicharrón Phyllophaga (Harris, 1827)	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Scarabaeidae	Hojarasca	0
					0-10	12
					10-20	0
					20-30	0
					Total	12
Lombriz de tierra Haplotaxida (Brinkhurst, 1971)	Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	Megascolecidae	Hojarasca	0
					0-10	10
					10-20	14
					20-30	0
					Total	24
Araña saltarina Salticidae (Blackwall, 1841)	Arthropoda	Arachnida	Araneae	Salticidae	Hojarasca	1
					0-10	0
					10-20	0
					20-30	0
					Total	1
Hormiga brava Solenopsis geminata (Latreille, 1809)	Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	Hojarasca	6
					0-10	0
					10-20	0
					20-30	0
					Total	6

Se encontraron diferencias entre las especies de macrofauna encontradas como promedio a las tres calicatas evaluadas. Fueron mayores en el año 2024 con respecto al año 2005 para la Isopoda, Lithobiomorpha, Blattodea, Dermaptera, Hymenoptera y Stylommatophora. Las restantes fueron menores (Tabla 5).

Tabla 5. Comparación de la cantidad de individuos totales de macrofauna entre los sistemas (cuartón arborizado) años 2005 y 2024.

Clase	Orden	Grupo funcionales	I SSP 2005	II SSP 2024	P
Malacostraca	Isopoda	Detritívoros	0	2	0,026
Chilopoda	Lithobiomorpha	Depredadores	0	2	0,026
Insecta	Blattodea	Detritívoros	0	2	0,026
	Dermaptera	Depredadores y detritívoros	0	2	0,026
	Orthoptera	Herbívoros	21	2	0,001
	Hymenoptera	Ingenieros del Suelo	0	11	0,001
	Coleoptera	Herbívoros	256	12	0,001
	Isoptera	Detritívoros e ingenieros del suelo	192	0	0,001
Gastropoda	Stylommatophora	Detritívoros	0	5	0,004
Arachnida	Araneae	Depredadores	56	6	0,001
Diplopoda	Spirobolida	Detritívoros	128	4	0,001
Annelida	Oligochaeta	Ingenieros del suelo	373	24	0,001

Legenda: Valores en filas presentan diferencias significativas para P<0,001

Componente meteorológico

Las variables meteorológicas observadas para comparar con las anteriores, o sea del año 2005 se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Variables meteorológicas en los períodos de los años 2005 y 2024.

Variables	Conceptos	SSP I				SSP II			
		ene	feb	mar	abr	ene	feb	mar	abr
Temperatura oC	Mínima	17,84	15,3	19,3	20,2	13,4	14,1	15,2	21,9
	Máxima	28,6	28,9	31,0	32,4	30,1	31,3	32,4	33,8
	Promedio	22,4	22,8	24,3	25,4	26,1	27,3	28,1	30,1
Humedad relativa, %	Mínima	56,8	53,5	50,2	44,9	n/d	n/d	n/d	n/d
	Máxima	95,6	95,3	94,5	91,1	n/d	n/d	n/d	n/d
	Promedio	80,3	75,3	76,3	71,7	79,0	77,0	72,1	73,2
Precipitaciones, mm	Acumulado	42,3	25,0	10,7	52,6	19,0	20,2	17,3	40,2

Leyenda: n/d- no datos

Las temperaturas promedio presentan poca variación, si bien se observa que, en el período evaluado del año 2024, estas siempre fueron mayores. A su vez, que el mes con menor humedad relativa promedio fue en ambos períodos en el mes de marzo, aunque para el año 2024 son menores. Esto puede estar dado por la menor cantidad de precipitaciones en el último período.

El sistema silvopastoril con *Leucaena* en la finca se fue dañando por mal manejo, influenciado por el deterioro del cercado. En el cuartón investigado que aún conserva 38 plantas de *Leucaena*, estas no son funcionales con apenas 20 a 30 cm de altura y esparcidas no uniformemente. Aún quedan tocones de antiguas plantas, ya no viables.

Un aspecto crítico destacado por León et al. (2018) es la necesidad de manejar densidades arbóreas entre 300-350 árboles ha⁻¹ para lograr el balance óptimo entre producción forrajera y beneficios microclimáticos.

Aunque anteriormente se mencionó diferencias en los contenidos de los indicadores químicos evaluados, parece ser, que los pocos árboles de *Leucaena* y el tiempo transcurrido no han influido positivamente en la calidad del suelo, a excepción del pH. Aunque la pérdida de la *Leucaena* fue por sobre pastoreo, según comenta el jefe de esa área, entre otras causas, antes el suelo era ligeramente ácido, que también pudo haber atentado para el deterioro de las mismas. Esto ya fue mencionado por Hutton & Gray (1959), que plantearon que la *Leucaena* solo presenta un desarrollo óptimo en suelos neutros o alcalinos y se desarrolla poco en los ácidos. Como era de esperar, hay una disminución de la materia orgánica a medida que se avanza en la profundidad del suelo.

Por otra parte, el pasto predominante asociado a la *Leucaena*, es actualmente el pasto estrella (55,56 %), que no es el óptimo. Wencomo, (2009) que señala al pasto *Megathyrsus maximus* (conocido como pasto Guinea)

como una mejor respuesta agronómica bajo estos sistemas en comparación con *Cynodon nlemfuensis* (pasto estrella). Esta diferencia se atribuye principalmente a la mayor tolerancia del pasto Guinea a condiciones de sombra parcial y a su superior eficiencia en el uso del agua, características fisiológicas que le permiten optimizar los recursos disponibles en este ambiente modificado.

Por otra parte, la disponibilidad encontrada de los pastos fue menor en el año 2024 (220 kg ha⁻¹), que demuestra la superioridad para el trópico de los sistemas silvopastoriles.

La macrofauna edáfica encontrada 19 años después, presentó mayor cantidad de especies, fundamentalmente en la hojarasca. No obstante, un ingeniero del suelo como los anélidos se encontró deprimido, con tan solo 24 individuos m⁻².

Asimismo, nuestros resultados en los análisis taxonómicos de la macrofauna del manejo conservado difieren a los encontrados por Vega et al., (2014) que solo determinaron siete órdenes en un sistema Silvopastoril, sobre un suelo Pardo con carbonatos, ubicado en el municipio Jiguaní, provincia Granma, Cuba.

Los valores meteorológicos encontrados son del periodo evaluado, denominado “Período poco lluvioso”, que para las temperaturas fueron mayores en el año 2024, que demuestra lo planteado por García et al. (2020), que las tendencias climáticas observadas en todo el Caribe durante las últimas décadas, indican un aumento en la frecuencia e intensidad de la sequía.

De las variables observadas, poco puede influir el sistema arborizado local, pero si está descrito que cerca de los árboles, que en este caso hubiera sido la *Leucaena*, aunque de pequeño porte para permitir el ramoneo de las reses, beneficiaría la temperatura de bajo de las mismas.

CONCLUSIONES

Los indicadores químicos del suelo del sistema silvopastoril con *Leucaena* degradado de animales en desarrollo después de 19 años presentaron una variación favorable del pH que se alcalinizó (7,45), con valores promedios mayores en $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ para el P_2O_5 de 4,95 y K_2O 63,31, respectivamente. A su vez, la materia orgánica solo presentó valor mayor en la profundidad de 10 a 20 cm con 4,92 %. La macrofauna edáfica presentó mayor diversidad de especies, aunque en los individuos similares la cantidad encontrada fueron menores. Los variables meteorológicas evaluadas describen las características para el período poco lluvioso con pocas precipitaciones, y mayores temperaturas.

REFERENCIAS

- Anderson, J., & Ingram, J. (1993). *Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods*. CAB International.
- Cabrera, G. (2012). La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/perturbación del suelo: Resultados obtenidos en Cuba. *Pastos y Forrajes*, 35(4), 346–363. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942012000400001
- Casanovas, E., Cama, E., Novoa, R., & Valera, R. (2006a). Componentes de diferentes sistemas de explotación ganadera de animales en desarrollo. I. Componente suelo. Universidad de Cienfuegos.
- Casanovas, E., Cama, E., Quiñones, R., & Valera, R. (2006b). Comparación de diferentes sistemas ganaderos de animales en desarrollo. Componente planta-animal. Universidad de Cienfuegos.
- Clavero, T. (1996). *Leguminosas forrajeras en la agricultura tropical*. Centro de Transferencia de Tecnologías en Pastos y Forrajes, Universidad del Zulia.
- Davies, B. (1974). Loss-on-ignition as an estimate of soil organic matter. *Soil Science Society of America Proceedings*, 38(1), 150–151. <https://doi.org/10.2136/soil-saj1974.03615995003800010046x>
- Díaz, W. (2024). Una mirada rigurosa al sector ganadero en Cuba. *Granma*. <https://www.granma.cu/cuba/2024-01-25/una-mirada-rigurosa-al-sector-ganadero-en-cuba-25-01-2024-22-01-04>
- Funes, F. (1994). *La leucaena en los sistemas silvopastoriles del mundo: Su papel actual en Cuba*. Taller Internacional “Sistemas silvopastoriles en la producción ganadera”. Matanzas, Cuba.
- García, D., Durán, I., & Lapinel, B. (2020). Cantidad de días con lluvia y eventos significativos de sequía en el centro de Cuba. *Revista Cubana de Meteorología*, 26(1), 1–14. <http://scielo.sld.cu/pdf/rcm/v26n1/2664-0880-rcm-26-01-e07.pdf>
- Hernández, A., Pérez, J., Infante, D., & Castro, N. (2019). La clasificación de suelos de Cuba: Énfasis en la versión de 2015. *Cultivos Tropicales*, 41(1). <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v40n1/1819-4087-ctr-40-01-e15.pdf>
- Hernández, I. (1993). Los sistemas silvopastoriles: Empleo de la agroforestería en las explotaciones ganaderas. *Pastos y Forrajes*, 16(2), 99–112.
- Hutton, E. M., & Gray, S. G. (1959). Problems in adapting *Leucaena glauca* as forage for the Australian tropics. *Empire Journal of Experimental Agriculture*, 27, 187–196. <https://www.tropicalgrasslands.info/public/journals/4/Historic/Tropical%20Grasslands%20Journal%20archive/titles%20only/early%20vol%20pdfs/Vol%20%20No%201/Vol%20%205B1%5D%20%20Gray%2019-30.pdf>
- Lavelle, P., Senapati, B., & Barros, E. (2003). Soil macrofauna. En G. Schroth & F. L. Sinclair (Eds.), *Trees, crops and soil fertility: Concepts and research methods* (pp. 303–324). CABI Publishing.
- León, R., Bonifaz, N., & Gutiérrez, F. (2018). *Pastos y forrajes del Ecuador: Siembra y producción de pasturas*. Editorial Universitaria Abya-Yala.
- Martínez, J., Milera, M., Remy, V., Yepes, I., & Hernández, J. (1990). Método ágil para estimar la disponibilidad de pasto en una vaquería comercial. *Pastos y Forrajes*, 13(1), 101–110.
- Mojica-Zárate, H. T., Lezama-Juárez, D. M., Partida-Seddas, J. G., López-García, F. J., & Antonio-Hurtado, S. (2025). *Ganadería sostenible en Tenango de Doria: Guía Técnica para el Control Sanitario en bovinos*. Sophia Editions.
- Oficina Nacional de Estadística e Información. (2019). *Anuario estadístico de Cuba*. <http://www.onei.gob.cu/node/14212>
- Pérez, R. (1992). La ganadería cubana en transición. *World Animal Review*. FAO. <https://www.fao.org/4/x1700t/x1700t04.htm>
- Shelton, H. M., & Brewbaker, J. L. (1990). *Leucaena leucocephala: The most widely used forage tree legume*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Leucaena-leucocephala-the-most-widely-used-forage-Shelton-Brewbaker/443709f17e300ceae45d0050af549b65bde8e-d9a>
- Vega, A., Herrera, R., Rodríguez, G., & Santana, A. (2014). Evaluación de la macrofauna edáfica en un sistema silvopastoril en el Valle del Cauto, Cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(2), 189–193. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193031101017.pdf>

Wencomo, H. (2009). Efecto de la inclusión de *Leucaena* en el comportamiento de la comunidad vegetal. *Pastos y Forrajes*, 32(4), 10–22. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v32n4/pyf03409.pdf>

Declaración de conflicto de interés:

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés.

Contribución de los autores:

Yean M. González-González, Enrique Casanovas-Cosío, Yoandris Socarrás-Armenteros: Concepción y diseño del estudio, adquisición de datos, análisis e interpretación, redacción del manuscrito, revisión crítica del contenido, análisis estadístico, supervisión general del estudio.

Declaración ética:

El estudio se basó en el análisis de fuentes documentales y datos de acceso público, por lo que no implicó la participación directa de seres humanos. No se manejó información personal identificable.