

Go to Top

Diversidad y riqueza de aves en diferentes alternativas pastoriles para la producción de leche en el trópico

J Alonso, O Torres¹, G Achang, P Blanco², B Sánchez², R Pinto³ y C Villanueva⁴

Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

jalonso@ica.co.cu

¹ **Facultad de Biología, Universidad de La Habana, Cuba**

² **Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba**

³ **Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas, Carretera Villaflores-Ocozocoautla km 7.5 Villaflores, Chiapas, México. AP 30470**

⁴ **Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica**

Resumen

Con el objetivo de estudiar la diversidad y riqueza de aves en alternativas pastoriles para la producción de leche fue conducida una investigación en áreas del Instituto de Ciencia Animal de Cuba. Fueron evaluadas las alternativas: Silvopastoreo, Banco de biomasa y monocultivo de gramínea. El censo se realizó mensualmente de enero a agosto de 2006 y con las especies registradas se calcularon los índices ecológicos: abundancia, riqueza y diversidad de especies. Se registraron 601 individuos, siendo el silvopastoreo (432) la alternativa con mayor número. La dinámica de registro de especies fue mejor en el silvopastoreo, mientras que para las otras alternativas estuvo determinada por la presencia de aves residentes o migratorias. La riqueza fue similar para el banco de biomasa (8) y el monocultivo de gramínea (10), pero ambas inferior al silvopastoreo (17). Las alternativas donde se combinaban varios estratos vegetales mostraron mayor diversidad de aves con valores de 4.66 en el silvopastoreo y 4.32 en el banco de biomasa. Los resultados demuestran el potencial que pueden generar los arreglos silvopastoriles en la conservación de la diversidad de aves en las áreas ganaderas al propiciar mejores hábitats que las pasturas en monocultivo donde faltan sitios de perchas. Además, evidencian que la planificación agropecuaria debe promover sistemas productivos con alta cobertura arbórea

para reducir el efecto negativo que provocan los pastizales en monocultivo sobre la diversidad de la avifauna.

Palabras Clave: diversidad biológica, ganadería, ornitofauna, servicios ambientales

Diversity and richness of birds in different pastoral alternatives for milk production in the tropics

Abstract

In order to study the diversity and richness of birds in pastoral alternatives for milk production, an investigation was conducted in areas of the Institute of Animal Science of Cuba. The alternatives evaluated were: Silvopastoral, Biomass Bank and Monoculture of grass. The census was carried out monthly from January to August 2006 and with the registered species the ecological indices were calculated: abundance, richness and diversity of species. 601 individuals were registered, being silvopastoralism (432) the alternatives with the highest number. Species registration dynamics were better in silvopastoral systems, while for the other alternatives it was determined by the presence of resident or migratory birds. The richness was similar for the biomass bank (8) and the grass monoculture (10), but both lower than the silvopastoral system (17). The alternatives where several plant strata were combined showed greater diversity of birds with values of 4.66 in the silvopastoral system and 4.32 in the biomass bank. The results demonstrate the potential that silvopastoral systems can generate in the conservation of bird diversity in livestock areas by providing better habitat than monoculture pastures where roost sites are lacking. In addition, they show that agricultural planning must promote productive systems with high tree cover to reduce the negative effect caused by monoculture pastures on the diversity of birdlife.

Key words: birds, biological diversity, environmental services, livestock

Introducción

Considerar los árboles y arbustos como elementos del paisaje no apropiados para la producción animal, provocó impacto negativo en la biodiversidad de los agroecosistemas, con la ausencia casi total de especies de aves (residentes o migratorias) en las zonas de pastoreo y monocultivos de pastos. Según Harvey et al. (2008) en los sistemas ganaderos son pocos los estudios acerca de la relación entre el manejo de las pasturas y la conservación de la biodiversidad.

La relación entre la pérdida de la biodiversidad y el bienestar humano es cada vez más estudiada en términos ecológicos y económicos, aunque las especies y los ecosistemas siguen desapareciendo a un ritmo alarmante (Shibu 2012). No se puede esperar que la actividad ganadera, que histórica y fundamentalmente se ha realizado sobre una base extractora, como son los monocultivos de pasto, pueda ofrecer beneficios ambientales comparables con la biodiversidad de los ecosistemas naturales de América tropical. Sin embargo, como sistema de producción esta actividad tiene un mayor potencial en comparación con muchos sistemas agrícolas y de uso de la tierra para realizar una contribución importante al manejo de la naturaleza.

A pesar de esto, no existe mucha información disponible sobre la importancia de los sistemas pastoriles para la conservación de la biodiversidad debido al establecimiento de pequeñas manchas de vegetación arbórea y de corredores de hábitat, espacialmente heterogéneo, que pueden incrementar tanto la riqueza como la diversidad de aves en zonas ganaderas y agrícolas (Murgueitio et al. 2011).

La agroforestería puede desempeñar un rol importante en la conservación de la biodiversidad al ofrecer y conectar hábitat a través de diferentes agroecosistemas. Tarbox et al. (2018) señalan que los sistemas donde se integran árboles o arbustos con gramíneas poseen potencial para conservar la biodiversidad y destacan la necesidad de obtener información sobre el uso de la fauna silvestre para balancear los costos y beneficios entre la conservación y el valor productivo de estos sistemas antropogénicos.

Teniendo en cuenta estos criterios, el objetivo de este trabajo fue estudiar la abundancia, riqueza y diversidad de aves en diferentes alternativas pastoriles para la producción de leche que se explotan y generalizan en el contexto ganadero cubano. Asimismo, estos indicadores pueden servir para conocer el aporte de los usos productivos en la conservación de la biodiversidad y constituirse en evidencias científicas para los tomadores de decisiones en el desarrollo de una ganadería amigable con el ambiente.

Materiales y métodos

Área de estudio

El estudio se realizó en las áreas de investigación del Instituto de Ciencia Animal, situado en el municipio de San José de las Lajas, Provincia Mayabeque, Cuba, a 22° 53 LN y 82° 02 LW y a una elevación de 92 msnm.

La temperatura promedio anual de la zona es de 24.2 °C. El mes más caliente es junio, con 26.3°C, mientras que los meses más fríos son enero y febrero con 20.4 y 20.2°C, respectivamente. Las temperaturas máximas alcanzan 33.3°C en agosto y las mínimas descienden hasta 5°C en enero. La suma promedio de precipitación anual es de 1486 mm, con los mayores valores en julio (244.6 mm) y menores en febrero, con solo 35.6 mm. La lluvia caída durante la estación lluviosa (mayo – octubre) representa, como promedio, el 77% del volumen total anual. Por otra parte, la humedad relativa promedio anual es de 82.7%, con mayor valor en mayo (87.5%) y menor en abril (76.0%).

Descripción de las alternativas pastoriles evaluadas

Silvopastoreo

Se estableció en 1996 y transcurría por su décimo año de explotación con un promedio de 10 rotaciones por año. Se caracterizaba por dos estratos vegetales. El primero, entre 4 y 6 m de altura, corresponde a arbustos de *Leucaena leucocephala* vc Perú manejados con una densidad de 1100 arbustos como sombra y el segundo relacionado con el componente herbáceo dominado por *Megathyrsus maximus* vc Likoni.

Banco de biomasa

Utilizaba el *Cenchrus purpureum* vc Cuba CT-115 para pastoreo con cuatro rotaciones en el periodo poco lluvioso y una en el periodo lluvioso. El crecimiento erecto de la especie permitía disponer de un estrato vegetal alto (por encima de 1.50 m) y un estrato más bajo (hasta 0.50 m) donde se establecieron especies como *Cynodon nlemfluensis* y *Urochloa decumbens*. Colindante al banco de biomasa se encontraban potreros de gramíneas con árboles dispersos.

Monocultivo de gramínea

Dominado por el pasto *Cynodon nlemfluensis* con más del 90 % en su composición botánica. En esta alternativa pastoril solo se consideró un estrato de vegetación debido al crecimiento bajo y rastreo de la especie dominante. El área estaba desprovista totalmente de árboles.

Todas las alternativas pastoriles se explotaban con vacas lecheras que producían entre 2500 y 6000 litros de leche ha⁻¹ año⁻¹. Las razas predominantes fueron Siboney de Cuba y Holstein con un promedio de 4.5 lactancia.

Muestreos de aves

El área censada en cada alternativa pastoril fue de aproximadamente dos hectáreas. Para determinar las comunidades de aves presentes en las tres alternativas pastoriles se utilizó el método de parcelas circulares propuesto por Reynolds *et al.* (1980) citado por Cárdenas (2000) para el censo, donde se contaron todas las especies observadas o escuchadas.

Dentro de cada alternativa pastoril se ubicaron al azar 4 parcelas circulares con un radio fijo de 10 m, de forma tal que no existiera solapamiento entre una y otra para un total de 12 parcelas circulares. El censo se realizó mensualmente de enero a agosto de 2006 y el tiempo de observación fue de 2 h con una frecuencia de 15 min. de muestreo y 15 min. de descanso y siempre estuvo precedido de 10 min. después del arribo del observador al punto o estación. Las observaciones se hicieron entre las 0700 y las 0900 horas. Para la identificación de las especies se utilizó la guía de campo de Garrido y Kirkconnell (2000).

Análisis de datos

Con las especies registradas en los censos se calcularon los índices ecológicos abundancia y riqueza de especies según Fontenla et al. (1987) y se empleó la fórmula de Shannon-Weaver: $H = -\sum \pi_i \ln \pi_i$ para la diversidad. Para identificar diferencias entre el índice de diversidad en las alternativas pastoriles estudiadas se utilizó la prueba de t de Student modificada por Hutcheson (1970).

Resultados y Discusión

En el estudio se registraron 601 individuos pertenecientes a 18 especies, 11 familias y 4 órdenes. La alternativa pastoril que mostró mayor número de individuos fue el silvopastoreo con 432 individuos. En el banco de biomasa y el monocultivo el número de individuos fue de 84 y 85, respectivamente (figura 1). El mayor porcentaje de aves volando se registró en el monocultivo de gramíneas 37,9 %, mientras que esta variable solamente alcanzó el 8.1 % en el silvopastoreo.



Figura 1. Número de aves y porcentaje de individuos volando en alternativas pastoriles para la producción de leche

El registro de las especies asociadas en cada una de las alternativas pastoriles estudiada se refleja en la tabla 1. Los resultados demuestran un total de 8 especies comunes en las tres alternativas.

Tabla 1. Registro de especies de aves presentes en tres alternativas pastoriles para la producción de leche

Banco de biomasa	Monocultivo estrella	Silvopastoreo
<i>Tiaris olivaceus</i> (To)	<i>Tiaris olivaceus</i>	<i>Tiaris olivaceus</i>
<i>Sturnella magna</i> (Sm)	<i>Sturnella magna</i>	<i>Sturnella magna</i>
<i>Lonchura malacca</i> (Lm)	<i>Lonchura malacca</i>	<i>Lonchura malacca</i>
<i>Zenaida macroura</i> (Zm)	<i>Zenaida macroura</i>	<i>Zenaida macroura</i>
<i>Columbina passerina</i> (Cp)	<i>Columbina passerina</i>	<i>Columbina passerina</i>
<i>Bubulcus ibis</i> (Bi)	<i>Bubulcus ibis</i>	<i>Bubulcus ibis</i>
<i>Crotophaga ani</i> (Ca)	<i>Crotophaga ani</i>	<i>Crotophaga ani</i>
<i>Setophaga palmarum</i> (Sp)	<i>Setophaga palmarum</i>	<i>Setophaga palmarum</i>
	<i>Mimus polyglottos</i> (Mp)	<i>Mimus polyglottos</i>
	<i>Progne cryptoleuca</i> (Pc)	<i>Contopus caribaeus</i> (Cc)
		<i>Vireo altiloquus</i> (Va)
		<i>Setophaga fusca</i> (Sf)
		<i>Setophaga ruticilla</i> (Sr)
		<i>Geothlypis trichas</i> (Gt)
		<i>Setophaga americana</i> (Sa)
		<i>Setophaga tigrina</i> (St)
		<i>Mniotilta varia</i> (Mv)

La dinámica de los registros temporales de especies en las diferentes alternativas pastoriles fue mayor para el silvopastoreo en todos los meses de estudio (figura 2). Para el banco de biomasa y el monocultivo de gramínea se apreció que dicha dinámica estuvo determinada por la presencia de las aves residentes o migratorias según la época del año. De esta forma el banco de biomasa presentó mayor registro de especie en el periodo enero-abril, relacionándose con el uso que realizan las aves migratorias de este sistema, independientemente de que utilice intensamente en pastoreo durante esta época. Por el contrario, el monocultivo de gramínea favoreció el registro de especie durante los meses de junio-agosto mostrando la preferencia de las aves residente por este sistema.



Figura 2. Dinámica de registro de especies de aves en alternativas pastoriles para la producción de leche

El agrupamiento de las especies según sus hábitos de alimentación (gremio trófico) mostró cambios entre las alternativas pastoriles estudiadas solamente para las insectívoras (tabla 2). Las especies semilleras fueron similares en las tres alternativas pastoriles y las especies frugívoras no estuvieron presentes en los bancos de biomasa. Las especies *Bubulcus ibis* y *Crotophaga ani* se registraron en todas las alternativas pastoriles y dada su característica oportunista y variado hábito de alimentación fueron agrupadas en “otros” gremio trófico. El número de individuo en el silvopastoreo superó al resto de las alternativas pastoriles en todos los gremios tróficos.

Tabla 2. Número de especies (NE) y número de individuos (NI) según gremio trófico en diferentes alternativas pastoriles para la producción de leche en el trópico

Alternativas pastoriles	Gremio trófico							
	Insectívoras		Frugívoras		Semilleras		Otros	
	NE	NI	NE	NI	NE	NI	NE	NI
Banco de biomasa	2	19	-	-	4	51	2	14
Monocultivo de Estrella	3	49	1	3	4	20	2	13
Silvopastoreo	10	228	1	11	4	213	2	70

Los resultados de este estudio muestran la magnitud en que el establecimiento de los sistemas silvopastoriles, con plantaciones de leucaena, contribuyen al reclutamiento de las especies de aves hacia las regiones ganaderas. Similares resultados fueron encontrados Perfecto y Vandermeer (2010) quienes además señalaron que los sistemas con árboles minimizan el efecto negativo que ejercen los pastizales en la abundancia y diversidad de la avifauna, dado el grado de homogenización y pobre complejidad estructural de su vegetación.

El uso continuo de los silvopastoreo por las aves, durante el periodo de investigación, muestra la contribución que éstos ofertan en verano a la reproducción y el restablecimiento de las poblaciones locales que residen permanentemente en Cuba. Además, durante el invierno son indispensables para la supervivencia de las comunidades de aves migratorias neárticas que transitan o permanecen temporalmente en el territorio.

Estudios realizados en Centroamérica demuestran que la riqueza y diversidad de aves en sistemas ganaderos fue explicada por la cobertura arbórea (Saenz et al. 2007). Otras investigaciones evidencian que durante todo el año los sistemas con presencia de árboles y arbustos contribuyen como áreas de descanso, fuente de alimento y corredores biológicos que mejoran la conectividad entre los agroecosistemas (Villanueva et al. 2018).

La abundancia relativa de las especies insectívoras diferenció las alternativas pastoriles en estudio (figura 3). Las especies *Sturnella magna* y *Setophaga palmarum* fueron registradas en las tres alternativas mientras que la insectívora de vuelo *Progne cryptoleuca* solo se registró en el monocultivo de estrella, donde la producción de biomasa se logra en un estrato bajo (< 1.00 m de altura). Entre las aves insectívoras más abundantes en el silvopastoreo se distinguen: la Bijirita Común (*Setophaga palmarum*), el Bien te veo (*Vireo altiloquus*) y el bobito chico (*Contopus caribaeus*).



Figura 3. Abundancia de especies insectívoras observadas diferentes alternativas pastoriles para la producción de leche. (Sp: *Setophaga palmarum*; Va: *Vireo altiloquus*; Cc: *Contopus caribaeus*; Mv: *Mniotilta varia*; Sr: *Setophaga ruticilla*; Gt: *Geothlypis trichas*; Sm: *Sturnella magna*; Sf: *Setophaga fusca*; Sa: *Setophaga americana*; S: *Setophaga tigrina* y Pc: *Progne cryptoleuca*)

Con la introducción de especies arbustivas en los pastizales se originan nuevos nichos a colonizar por la fauna, donde la aparición del estrato arbóreo y las amplias áreas de sombra aportan beneficio a las aves y en especial a muchos insectos, que se refugian en ellas para escapar de la intensa radiación solar y la pérdida de agua en sus tejidos.

Por el pequeño tamaño de los insectos que estas especies emplean en su dieta y la intensa actividad de forrajeo que desarrollan sobre el follaje y tronco de los árboles a diferentes alturas, se puede inferir su probable actuación como controladores biológicos de *Heteropsylla cubana* y *Empoasca sp.* Estas especies fueron registradas por Alonso et al. (2007) y Valenciana et al. (2010) como potenciales plagas que interfieren en el crecimiento de los componentes vegetales del silvopastoreo con leucaena.

Es probable que entre los factores, que intervienen en el reclutamiento de insectos en las áreas de sombra bajo los árboles de leucaena, se encuentre el aumento de la biomasa y diversidad de especies herbáceas asociada a diferentes micro gradientes de humedad e iluminación solar en estos sitios, lo que oferta a la entomofauna una mayor variedad de plantas hospederas con garantías de alimento y refugio para su desarrollo.

Para la avifauna, el desarrollo de un estrato arbóreo en las áreas con pasturas, como es el caso de la leucaena, condiciona nuevos espacios disponibles para el descanso, refugio, alimentación, reproducción y el perchado de las aves, lo que contribuye a la supervivencia de las especies ante la aparición de depredadores y les garantiza mayor éxito en la localización de sus presas durante los esfuerzos de caza, entre otros beneficios.

McAdam y McEvoy (2009) señalan que en Europa continental y las islas británicas los sistemas silvopastoriles se promueve como una estrategia para mejorar la biodiversidad en sistemas ganaderos. También, la presencia de este tipo de sistemas mejora la estructura y heterogeneidad de los usos del suelo en los territorios y ello podría permitir una mayor diversidad de funciones ecológicas como dispersión de semillas de especies vegetales, control de plagas y enfermedades para cultivos agrícolas y especies pecuarias y lugares de avistamiento para el turismo rural.

Otros estudios evidencian que la utilización de árboles para rehabilitar áreas degradadas incide en el aumento de la riqueza de especies de hormigas y demuestran que la simplificación de hábitat incide directamente en su disminución (Rivera et al. 2013). Estos autores concluyen que los pastos mejorados con árboles pueden sustentar una rica fauna de hormigas comparable a la de los sistemas naturales, lo que sugiere que las hormigas podrían estar utilizando hábitats agrícolas con vegetación leñosa y migrando entre fragmentos de bosque.

En la figura 4 se observa que la riqueza de especie fue similar para el banco de biomasa (8) y el monocultivo de gramínea (10) pero en ambos casos fue inferior a la encontrada en el silvopastoreo (17). Las alternativas donde se combinaron varios estratos vegetales mostraron mayores índices de diversidad biológica para las aves con valores de 4.66 donde estaba presente el componente arbóreo y 4.32 en el banco de biomasa que disponía de un estrato vegetal por encima de 1.50 m.



^{ab}Valores con letras iguales para el índice de diversidad (H) no difieren para t Student modificado por Hutcheson (1970)

Figura 4. Riqueza de especie (S) y diversidad biológica de aves (H) registradas en diferentes alternativas pastoriles para la producción de leche

Dentro de los agroecosistemas ganaderos la implementación de alternativas pastoriles donde se propicien la interacción entre diferentes estratos vegetales puede desempeñar un papel determinante no solamente en la conservación de especies de aves residentes, sino también en la conservación de muchas especies que migran hacia el hemisferio norte desde América Central que por sus hábitos de conducta no utilizan los ecosistemas de pastizales. Además, Calle et al. (2010) señalan que estas alternativas pueden proporcionar a los agroecosistemas servicios tales como mejor gestión ambiental, secuestro de carbono, conservación de suelo, reciclaje de nutrientes, protección hidrológica y la polinización de los cultivos.

Conclusiones

- Se demuestra el potencial que pueden generar los sistemas silvopastoriles en la conservación de la diversidad de aves en las áreas ganaderas al propiciar mejor hábitat que los pastos en monocultivo donde escasean sitios para percha
- La planificación agropecuaria debería promover sistemas productivos con alta cobertura arbórea para reducir el efecto negativo que provocan los pastizales en monocultivo sobre la diversidad de la avifauna en agroecosistemas ganaderos

Referencias

Alonso J, Valenciaga N, Sampaio R A y Demolin G L 2007 Zoological diversity associated to a silvopastoral system leucaena-guinea grass with different establishment times. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. 42:1667-1674: from, <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007001200001>

Calle Z, Guariguata M R, Giraldo E y Chará J 2010 La producción de maracuyá (*Passiflora edulis*) en Colombia: perspectivas para la conservación del hábitat a través del servicio de polinización. *Interciencia* 35:207–212: from, <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2018/01/207-c-GUARIGUATA-6.pdf>

Cárdenas G 2000 Comparación de la Composición y Estructura de la Avifauna en Diferentes Sistemas de Producción. Tesis de grado. Universidad del Valle, Cali Colombia. 30 p.

Fontenla J L, Rodríguez R y Suri M 1987 Estructura y organización de dos comunidades de Coccidae (Insecta:Homoptera) en dos cultibares de cítricos. Reporte de Investigación del Instituto de Ecología y Sistemática. N0 45. Academia de Ciencias de Cuba. pp.1-28

Garrido H O and Kirkconnell A 2000 Birds of Cuba. Field Guide to the Comstock Publishing Associates a Division of Cornell University Press. ITHACA, New York, p 253.

Harvey C, Komar O, Chazdon R, Ferguson B G, Finegan B, Griffith D M, Martínez-Ramos M, Morales M, Nigh R, Soto-Pinto L, Van Breugel M, Wishnie M 2008 Integrating agricultural landscapes with biodiversity conservation in the Mesoamerican Hotspot. *Conservation Biology*. 22:8–15

Hutcheson K 1970 A Test for Comparing Diversities Based on the Shannon Formula. *Journal of Theoretical Biology*, 29, 151-154

McAdam J H and McEvoy P M 2009 The potential for silvopastoralism to enhance biodiversity on grassland farms in Ireland. In: Rigueiro-Rodríguez Antonio, McAdam Jim, Mosquera-Losada María Rosa (Eds.), *Agroforestry in Europe, Advances in Agroforestry* 6, © Springer Science+Business Media Dordrecht DOI 10.1007/978-1-4020-8272-6_17

Murgueitio E, Calle Z, Uribe F, Calle A y Solorio B 2011 Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecology and Management* 261:1654–1663: from, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.09.027>

Perfecto I and Vandermeer J 2010 The agricultural matrix as alternative to the land-sparing agriculture intensification model. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 107: 5786–5791.

Rivera L F, Armbrecht I, Calle Z 2013 Silvopastoral systems and ant diversity conservation in a cattle-dominated landscape of the Colombian Andes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 181:188– 194: from, <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.09.011>

Saenz J, Villatoro F, Ibrahim M, Fajardo D, y Pérez M 2007 Relación entre las comunidades de aves y la vegetación en agropaisajes dominados por la ganadería en Costa Rica, Nicaragua y Colombia. *Agroforestería en las Américas* no.45:37–48: from, <http://hdl.handle.net/11554/7723>

Shibu J, Gold M A and Garrett H E 2012 The Future of Temperate Agroforestry in the United States. In: P.K.R. Nair and D. Garrity (eds.), *Agroforestry - The Future of Global Land Use*, *Advances in Agroforestry* 9, © Springer Science+Business Media Dordrecht DOI 10.1007/978-94-007-4676-3_14

Tarbox B, Robinson S, Loiselle B and Flory S L 2018 Foraging ecology and flocking behavior of insectivorous forest birds inform management of Andean silvopastures for conservation. *The Condor: Ornithological Applications* 120:787–802: from, [DOI: 10.1650/CONDOR-18-1.1](https://doi.org/10.1650/CONDOR-18-1.1)

Valenciaga N, Herrera M, Mora C y Noda A 2010 Assessment and determination of infestation levels of phytophagous insects in a leucaena-guinea grass agro-ecosystem. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 44:309-315: from, <https://www.cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/227/215>

Villanueva C, Casasola F y Detlefsen G 2018 Potencial de los sistemas silvopastoriles en la mitigación al cambio climático y en la generación de múltiples beneficios en fincas ganaderas de Costa Rica. Serie técnica. *Boletín Técnico/CATIE*, No 87. 1era Edición, Turrialba, Costa Rica, 61p.

Received 12 August 2020; Accepted 9 September 2020; Published 1 November 2020