

Revista en línea ISSN: 2539-178X

REVISTA FAGROPEC

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA - FLORENCIA-CAQUETÁ



Contacto: rcagropecuarias@uniamazonia.edu.co

Página web OJS: <https://editorial.uniamazonia.edu.co/index.php/fagropec>

Esta publicación es apoyada por la:
Vicerrectoría de Investigaciones y Posgrados de la Universidad de la Amazonia

© Universidad de la Amazonia 2020.

DOI: 10.47847/fagropec

Presentación

La Revista de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FAGROPEC), es una publicación semestral, abierta a la difusión y discusión de trabajos en el área de la medicina veterinaria, la zootecnia, la biología, la salud pública, la epidemiología, la agronomía, la agroecología, y demás ciencias animales y agrarias, ofreciendo un espacio de discusión académico, fundamental para la formación de profesionales críticos y analíticos.

Objetivo de la revista

La Revista de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FAGROPEC), de la Universidad de la Amazonia, tiene como objetivo divulgar los avances del conocimiento técnico y científico, generados en las universidades, centros y entidades de investigación en áreas relacionadas con los sistemas de producción agropecuarios y la conservación natural, mediante la publicación semestral de un volumen digital con documentos en español, portugués o inglés.

La publicación está dirigida a estudiantes, profesionales y demás interesados en temas relacionados con la medicina veterinaria, la zootecnia, la biología, la salud pública, la epidemiología, la agronomía, la agroecología, y demás ciencias animales y agrarias, ofreciendo un espacio de discusión académico, fundamental para la formación de profesionales críticos y analíticos.

Áreas temáticas

Ciencias Agrarias
Ciencias Naturales y de la Conservación

Prohibida la reproducción total o parcial de los artículos publicados con fines comerciales.

Su utilización se puede realizar con carácter académico, siempre que se cite la fuente.

Nota: La responsabilidad de las ideas de los artículos corresponde a sus autores.

Licencia Creative Commons Atribución 4.0
Internacional (CC BY 4.0)



EDITOR GENERAL

Jorge Fernando Navia Estrada, Ph.D.
Universidad de Nariño

COMITÉ EDITORIAL

Francisco Alejandro Sánchez, Ph.D.
Universidad de los Llanos

Hugo Mantilla-Meluk, Ph.D.
Universidad del Quindío

Juan Fernando Naranjo, Ph.D.
Universidad CES

Naudin Alejandro Hurtado Lugo, Ph.D.
Universidad Francisco de Paula Santander Sede Ocaña

Santiago Henao Villegas, Ph.D.
Universidad CES

COMITÉ DE ARBITRAJE

Diana Cristina Sanchez Arevalo, Esp.
Universidad de la Amazonia

Maria Fernanda Patiño Quiroz, Mg.
Universidad de los Llanos

Faver Alvarez Carrillo, Ph.D.
Universidad de la Amazonia

César Villamizar Quiñones, Mg.
Universidad de Pamplona

Carlos Alberto Gomez Cano, Mg.
Corporación Unificada de Educación Superior -CUN

Eduardo Gabriel Osorio Sánchez, Ph.D.
Universidad Francisco de Paula Santander

Luis Gabriel Rivera Calderon, Ph.D.
Universidad Antonio Nariño

Yury Tatiana Granja-Salcedo, Ph.D.
AGROSAVIA - Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

Giovanni M. Baez Sandoval, Ph.D.
Universidad Francisco de Paula Santander

Alexander Velásquez Valencia, Ph.D.
Universidad de la Amazonia

Jair Pérez Osorio, Ph.D.
Universidad de la Salle

Angel Alberto Florez Muñoz, Mg.
Universidad de Santander

Jhon Jairo Bustamante Cano, Ph.D.
Universidad de Pamplona

Juan Pablo Parra Herrera, Ph.D.
Secretaría Educación Departamental Caquetá

Cesar Augusto Serrano Novoa, Ph.D.
Universidad CES

EDICIÓN Y DIAGRAMACIÓN

Yeison Julián Penagos, Biólogo.
Editorial Unimazonia

IMAGEN PORTADA

Paisaje inundable, sobre la vía al municipio Valparaiso, Caquetá.
Fotografía por: Julian Penagos García

EQUIPO DE APOYO EDITORIAL

Beatriz Elena Patiño Quiroz, Mg.
Universidad de la Amazonia

Hernan Eduardo Ocañan Martinez, Mg.
Universidad de la Amazonia

Alba Cristina Espinosa, Mg
Universidad de la Amazonia



Tabla de contenido

NOTA DEL EDITOR

Página

Nota del editor

Jorge Fernando Navia Estrada, Ph.D.

ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS DE NEONATOS DE *Pionus maximiliani* (LORO MAITACA) EN ARGENTINA. 8-13

Antonio Alejandro Sciabarrasi

PÉRDIDA DE GRANOS DE SOJA DURANTE LA COSECHA MECANIZADA, EN EL DISTRITO DE PEDRO JUAN CABALLERO, PARAGUAY. 14-23

Gustavo Daniel Vega Brites; Gustavo Francisco Maidana González y Nelson David Lesmo Duarte

POLÍTICAS PÚBLICAS AGROPECUARIAS: PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD DEL SECTOR EN SAN JOSÉ DE CÚCUTA 24-35

Blanca Liliana Velázquez Carrascal; Johann Fernando Hoyos Patiño; Astrid Carolina Aparicio Vásquez y Karen Yiceth Bayona Guillin

COMPARACIÓN DEL AISLAMIENTO BACTERIANO POR MEDIO DE HISOPADO Y LAVADO DE BAJO VOLUMEN, EN YEGUAS CRIOLLAS COLOMBIANAS CON ENDOMETRITIS 36-43

Renso Sneider Gallego Rodríguez y Juan Diego Lujan Giraldo

BALANCE DE ENERGÍA EN SISTEMAS PRODUCTIVOS DE CAFÉ VARIEDAD CASTILLO, EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO (COLOMBIA)* 44-59

Tulio Cesar Lagos Burbano; Zulma Natali Cruz Pérez; Johana Alixa Muñoz Belalcazar y Danita Andrade Díaz

ARTÍCULOS DE REVISIÓN

MURCIÉLAGOS Y GANADERÍA: POSIBILIDADES EN LA ORINOQUÍA Y AMAZONÍA COLOMBIANA 60-72

Francisco Sánchez

ARTÍCULOS DE REFLEXIÓN

LAS PSITÁCIDAS Y EL CAUTIVERIO 73-78

Gloria Elena Estrada-Cely1



REVISTA FAGROPEC

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ISSN-Revista en línea: 2539-178X

Nota del editor

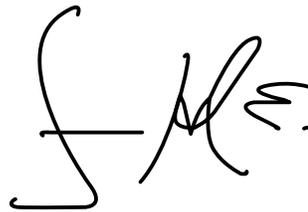
Para la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad de la Amazonía, es de suma importancia presentar en forma continua y decidida su número 1 del año 2021, de la revista FAGROPEC, debido a la perseverancia, constancia y trabajo holístico de todo su equipo editor y comité directivo, presentando artículos de alta calidad para tener alternativas de desarrollo, de toma de decisiones de la Amazonía, de reflexión y en otros idiomas, fortaleciendo así a la comunidad académica, científica, técnicos y productores que conlleve a la calidad de FAGROPEC.

Como editor, deseo expresar que el éxito de FAGROPEC, se basa en la calidad de los artículos escritos por los autores con altas exigencias académicas, técnicas y políticas de este comité editorial, debido a la revisión de los manuscritos por expertos calificados en las áreas del conocimiento agrario, y por esto, agradecemos a los árbitros, por ser profesionales de alta cualificación, al generar una crítica constructiva para los logros en la presente edición.

En este sentido, se va consolidando la Revista de la Facultad de Ciencias Agropecuarias como órgano divulgativo de gran calidad, donde ha despertado el interés de diferentes investigadores a nivel nacional e Internacional para compartir sus trabajos a través de ella y es así como en esta edición cuenta con contribuciones llegadas desde Argentina con temas fundamentales de parámetros hematológicos a los pichones, como también del Paraguay el manejo de la grasa en el cultivo de la soya; de la Universidad de Chile hiperplasia en los caninos y también los aportes de diversas universidades a nivel nacional como la Francisco Paula Santander, la Universidad de Nariño, Universidad de Los Llanos, Fundación de Estudios Superiores COMFANORTE de Norte de Santander, Universidad de Santander- UDES y Universidad de la Amazonía, con trabajos de alta relevancia como son el manejo de los sistemas productivos ganaderos, agrarios y de política, fundamentales como alternativas sustentables para el desarrollo de la región.

Por lo tanto, para todo el equipo editorial, es primordial presentar esta edición, Volumen 13 No.1 de enero a junio de 2021, de la Revista

FAGROPEC, con la diversidad de temas de alto impacto para la comunidad científica, asistentes técnicos, productores y gobierno regional, donde se fortalecerá el conocimiento para lograr estrategias de toma de decisiones en las ciencias agrarias y de herramientas para el desarrollo de la región, lo cual contribuirán para que el departamento del Caquetá consolide procesos de investigación e interacción social, que aportarán a la planificación integral en la región Amazónica.



Ph.D. JORGE FERNANDO NAVIA ESTRADA
Editor General



REVISTA FAGROPEC
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ISSN-Revista en línea: 2539-178X

ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

DOI: 10.47847/fagropec

Volumen 13 Número 1 Enero-Junio 2021

PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS DE NEONATOS DE *Pionus maximiliani* (LORO MAITACA) EN ARGENTINA.

Hematological parameters of neonates of Pionus maximiliani (maitaca parrot) in Argentina.

 **Antonio Alejandro Sciabarrasi**¹

E-mail: asciabarrasi@fcv.unl.edu.ar

¹Veterinario, Estación Biológica La Esmeralda. Profesor asociado, Cátedra de zoología, diversidad y ambiente. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina.

Fecha recepción: 22 febrero 2021 / Fecha Aprobación: 22 de marzo de 2021 / Fecha Publicación: 30 de junio 2021

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo describir los parámetros hematológicos de *Pionus maximiliani* de origen silvestre, en estado de cautiverio, con una condición de salud determinada como clínicamente sanos; de un mes de edad y procedentes del tráfico ilegal de fauna de la región centro-norte de Argentina. Para determinar dichos parámetros se obtuvo, de cada ejemplar, 0,5ml de sangre por punción de la vena braquial. Los resultados fueron los siguientes: porcentaje del hematocrito $56,3 \pm 3,35$; el VCM en fl fue de $183,5 \pm 13,4$; el recuento eritrocítico fue de $4,6 \pm 2 \times 10^6/\mu\text{l}$; y el leucocitario de $3,05 \pm 0,14 \times 10^3/\mu\text{l}$. Se considera que el presente reporte puede ser de gran utilidad para la clínica de aves en cautiverio.

Palabras claves.

Hematología, *Pionus maximiliani*, Psitácidos, parámetros.

ABSTRACT

The objective of the present work was to describe the hematological parameters of one-month old *Pionus maximiliani* from wild origin in captivity, clinically healthy. These birds are coming from the illegal trafficking of fauna from the north-central region of Argentina. In order to determine these parameters, 0.5 ml of blood was obtained from each specimen by puncture of the brachial vein. The results were the following: the hematocrit's percentage was 56.3 ± 3.35 ; the MCV in fl was 183.5 ± 13.4 ; the red cell recount was $4.6 \pm 2 \times 10^6 / \mu\text{l}$; and the leukocyte of $3.05 \pm 0.14 \times 10^3 / \mu\text{l}$. This report might be extremely useful for the captive poultry clinic.

Key words

Hematology, *Pionus maximiliani*, parrots, parameters.

Cómo citar:

Sciabarrasi, A. A. (2021). Parámetros hematológicos de neonatos de *Pionus maximiliani* (loro maitaca) en Argentina. *Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias -FAGROPEC*. Universidad de la Amazonia. Vol. 13 (1), 8-13. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v13n1a1>



INTRODUCCIÓN

Los Psitaciformes son algunos de los órdenes taxonómicos de aves más deseados en el comercio legal e ilegal de fauna; por esta razón, el tráfico de dichos especímenes ha crecido notoriamente, así como el número de personas que tiene en sus hogares dicho tipo de aves, especialmente desde que se encuentran en estadios neonatales, es decir, desde que son pichones (Black *et al.*, 2011).

De acuerdo con el contexto presentado se ha derivado un incrementado en la frecuencia de estos animales en la clínica veterinaria, así como en los centros de rescate y de rehabilitación de fauna, a menudo debido a problemas relacionados con el desconocimiento de su ambiente y de sus hábitos etológicos y alimenticios. Dicha situación ha despertado un gran interés por conocer su biología, su etología y sus parámetros fisiológicos, como información base para ofrecer una mejor atención a estos animales, cuando se encuentran en la vida silvestre, así como cuando están en condición de cautiverio (Paula *et al.*, 2008).

La hematología clínica es una de las herramientas empleadas con mayor frecuencia para monitorear la salud y el bienestar animal; en tal sentido, es importante contar con parámetros de referencia que sean lo más específicos posibles, con el fin de tener una interpretación correcta de los valores obtenidos en un hemograma (Solari *et al.*, 2011).

En la literatura sobre el particular se reportan parámetros hematológicos para especies de *Psitácidos* en estadios adultos (Ritchie *et al.*, 1994; Altman *et al.*, 1997; Sciabarrasi *et al.*, 2019a); no obstante, son pocas las publicaciones acerca de estas cuantificaciones en estadios neonatales (Sciabarrasi *et al.*, 2019b). Adicionalmente, resulta necesario el reconocimiento de estos parámetros bajo condiciones de cautiverio, ya que las condiciones físicas de los especímenes en ese estado pueden ser diferentes a las de sus congéneres que se encuentran en situación de libertad; lo anterior, debido a que las condiciones fisiológicas y ambientales varían, con implicaciones sobre estos parámetros, por lo que su alteración o desviación respecto de los de especímenes en cautiverio podría no obedecer a condiciones patológicas subyacentes.

En tal sentido, el manejo en cautiverio de estas aves genera la necesidad clínica de conocer la adecuada y correcta interpretación de las determinaciones hematológicas, en ejemplares que se diagnostican como clínicamente sanos y que se pretende que sean liberados en su habitat natural (Black *et al.*, 2011) o conservados en cautiverio; lo anterior, dado que en la clínica aviar, la exploración física de estos no es suficiente, debido a que muchas de sus enfermedades no se evidencian a partir de la presencia de signos externos evidentes (Deem *et al.*, 2008).

Así bien, teniendo en cuenta lo antes expuesto, el objetivo de este estudio es describir los parámetros hematológicos de *Pionus maximiliani* en estado de cautiverio, que se encuentren

clínicamente sanos; que además cuenten con un mes de edad y que sean procedentes del tráfico ilegal de fauna de la región central-norte de Argentina.

METODOLOGÍA

El presente trabajo de investigación se realizó en la Estación Biológica “La Esmeralda”, ubicada en la Provincia de Santa Fe, en Argentina, la cual está situada en las coordenadas 31°35'12.9"S 60°41'32.1"W. La misma se llevó a cabo durante el mes de febrero del año 2020. Para esta se utilizaron 18 individuos (9 hembras y 9 machos) de *Pionus maximiliani*, de un mes de edad aproximadamente. Las aves objeto de estudio procedían de decomisos, dada su situación como víctimas del tráfico ilegal de fauna; dichas incautaciones fueron realizadas en la provincia de Santa Fe y luego de estas, los especímenes comenzaron un proceso de cuarentena.

Las aves se encontraban clínicamente sanas y contaban con un peso promedio, en balanza analítica, de 150 g para las hembras y de 165 g para los machos; el sexado fue realizado por ADN en plumas. cuatro veces al día (mañana y tarde), los especímenes recibían una dieta balanceada en forma de papilla.

El manejo se realizó mediante contención física (Aguilar *et al.*, 2005, p. 375); los especímenes fueron manipulados entre las 06:00 y las 06:30 de la mañana, cuando se encontraban en ayunas. Una vez sujeta el ave se procedió a corroborar su identificación individual, establecida mediante anillos; luego, las aves fueron pesadas y se les realizaron las medidas morfométricas correspondientes; se tomó la triada fisiológica (frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y temperatura corporal) y se realizó un examen clínico por sistemas, en busca de posibles alteraciones, y con el fin de confirmar que se trataba de especímenes neonatos, clínicamente sanos. Así mismo, se realizaron hisopados conjuntivales para el posterior diagnóstico de enfermedades zoonóticas.

De igual forma, se posicionó a cada psitácido en decúbito dorsal y, con una aguja N.º 25/8, se extrajeron 0,5 ml total de sangre de las venas braquiales. Parte de la sangre extraída (0.3 ml) se transfirió a un tubo con heparina de litio, para el análisis hematológico; con el 0.2 ml restante se prepararon dos frotis por individuo, uno de ellos para la observación citomorfológica y el último para el recuento diferencial de leucocitos.

El Volumen Corpuscular Medio (VCM) se obtuvo dividiendo el hematocrito entre el recuento de eritrocitos y multiplicándolo por 10 (Franco, 2009). Con la técnica descrita por Natt y Herrick (1952) se determinó la concentración de eritrocitos y de leucocitos por μl de sangre, usando un hematocitómetro (Cámara de Neubauer) (Gálvez *et al.*, 2009). Se realizó tinción con hemocolorante rápido *DiffQuick*® para la realización de los hemogramas correspondientes, en la determinación de los parámetros eritrocíticos, leucocíticos y diferenciales de estos últimos (Gálvez *et al.*, 2009). Los parámetros hematológicos se

analizaron mediante estadística descriptiva, empleando la media aritmética como medida de tendencia central y la desviación estándar como medida de dispersión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este es el primer reporte de los valores hematológicos de referencia en neonatos de *Pionus maximiliani* en Argentina. Los valores medios (X) y el desvío estándar (DE), para los parámetros hematológicos del loro maitaca, se encuentran reportados en las tablas 1 y 2.

El peso corporal promedio de los especímenes de *Pionus maximiliani* que fueron muestreados en este estudio es de 150 g para las hembras y de 165 g para los machos; estas cifras muestran un rango menor, comparado con los parámetros promedio reportados por Herrera et al. (2013), quien determinó en su estudio, un promedio de 168 g de peso en *Pionus senilis*. Sin embargo, esta variación puede deberse a que los especímenes del presente estudio tenían una edad menor (1 mes), respecto de los muestreados para el establecimiento de los valores de referencia; por lo tanto, los mismos se consideran normales para este estadio de desarrollo.

Ahora bien, los valores de hematocrito (Hto) identificados en este estudio fueron superiores a los normales para el género, de acuerdo con lo especificado por Herrera et al. (2013) (Hto: 35-47). Por su parte, el VCM estuvo dentro de los rangos normales reportados para la especie (VCM: 85-210 fl), mientras que la concentración de eritrocitos obtenida fue superior a la reportada para el género, con una cifra de $2,4-4,0 \times 10^6$ eritrocitos/ μl (Altman et al., 1997). Por lo anterior, se podría sugerir que los especímenes aquí estudiados experimentaron procesos de deshidratación, como lo indica un valor de hematocrito mayor del 55% (Campbell, 1996).

A su vez, se sabe que valores altos de concentración de eritrocitos y del hematocrito se asocian con factores ambientales como la altitud y la disponibilidad de oxígeno, e incluso, con una

Tabla 1.

Valores promedio y desviación estándar de la serie eritrocítica en pichones de *Pionus maximiliani* (n=20) de origen silvestre.

Hematocrito	VCM	Eritrocitos
(%) X±DE	(fl) X±DE	($1 \times 10^6/\mu\text{l}$) X±DE
56,3±3,35	183,5±13,4	4,6±2

Tabla 2.

Valores promedio y desviación estándar de la serie leucocítica en pichones de *Pionus maximiliani* (n=20) de origen silvestre.

Leucocitos	Heterófilos	Eosinófilos	Basófilos	Monocitos	Linfocitos	Trombocitos
$1 \times 10^3/\mu\text{l}$	%	%	%	%	%	%
X±DE	X±DE	X±DE	X±DE	X±DE	X±DE	X±DE
3,05±0,14	6,0±0,5	5,7±0,7	24,1±15,4	9,5±2,5	34,5 ± 3,9	36,7 ± 21,6

actividad física intensa, como la producida por prolongadas distancias de vuelo (Naidoo *et al.*, 2008). Es posible que las variaciones en los indicadores de eritrocitos determinados en este estudio puedan explicarse, debido a la actividad fisiológica demandante del crecimiento de los especímenes, factor que genera una tendencia natural a aumentar su recuento de eritrocitos (Solari *et al.*, 2011).

En cuanto a la serie leucocítica, las concentraciones de leucocitos halladas fueron similares a las reportadas para el género *Pionus senilis* ($4.0-11.5 \times 10^3$ leucocitos/ μ l) por Altman *et al.* (1997) y por Herrera *et al.* (2013).

CONCLUSIONES

Los valores hematológicos encontrados en los especímenes neonatales de *Pionus maximiliani*, constituyen el primer reporte de este tipo en Sudamérica; sin embargo, los resultados son similares a los reportados en la literatura que hace referencia a otras especies del mismo género.

Los resultados obtenidos en esta investigación son de utilidad, como valores de referencia para los especímenes neonatales de la especie estudiada, que se encuentren en condiciones de cautiverio en la región; estos, a su vez sirven de apoyo en el proceso de evaluación y valoración clínica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, R., Hernández-Divers, S.M., & Hernández Divers, S.J. (2005). Atlas de medicina, terapéutica y patología de animales exóticos. 1ª Ed. Inter-Médica.
- Altman, R., Clubb, S., Dorrestein, G., & Quesenberry, K. (1997). Avian medicine and surgery. 1st. Ed. WB. Saunders Company.
- Black, P.A., Mcruer, D.L., & Horne, L.A. (2011). Hematologic parameters in raptor species in a rehabilitation setting before release. *J Avian Med Surg*, 25(3), 192-198.
- Campbell, T.W. (1996). Hematology. En Ritchie BW, Harrison GJ y Harrison LR. (Ed.), *Avian medicine: principles and application*. 1st. Ed. (pp.176-198) Wingers Publishing.
- Deem, S.L., Ladwig, E., Cray, C., Karesh, W.B., & Amato, G. (2008). Health assessment of the ex situ population of St. Vincent Parrots (*Amazona guildingii*) in St. Vincent and the Grenadines. *J Avian Med Surg*, 22(2), 114-22.
- Franco, G.M. (2009). Hallazgos hematológicos y química sanguínea en Amazona amazónica y Amazona ochrocephala cautivas de la reserva forestal Torre Cuatro. *Boletín científico de museos de historia natural*, 13(2), 63-77.

- Gálvez, C.F., Ramírez, G.F., & Osorio, J.H. (2009). El laboratorio clínico en hematología de aves exóticas. *Biosalud*, 8, 178-188.
- Herrera, J.A., Ávalos, A., Herrera, G., Gómez, D., Varela, A., Guzmán A., & Rosales, A.M. (2013). Parámetros hematológicos en polluelos de psitácidos en cautiverio de origen silvestre. *Rev Fac Med Vet Zoot*, 62(2), 79-85.
- Naidoo, V., Diekmann, M., Wolters, K., & Swan, G.E. (2008). Establishment of selected baseline blood chemistry and hematologic parameters in captive and wild-caught African WhiteBacked Vultures (*Gyps africanus*). *Journal of Wildlife Diseases*, 44, 649-654
- Natt, M.P., & Herrick, C.A. (1952). A new diluent for counting erythrocytes and leucocytes of the chicken. *Poultry Science*, 31, 735-738.
- Paula, V.V., Fantoni, D.T., Otsuki, D.A., & Auler, J.O. (2008). Blood-gas and electrolyte values for non-anesthetized Amazon parrots (*Amazona aestiva*). *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 28(2), 108-112.
- Ritchie, B.W., Harrison, G.J., & Harrison L.R., (Ed.). (1994). *Avian medicine: principles and application*. 1st. Ed. Wingers Publishing.
- Sciabarrasi, A.A., Ruíz, M., & Siroski, P. (2019 a). Valores sanguíneos del loro hablador chaqueño (*Amazona aestiva xanthopteryx*) adulto, en cautiverio en el Centro de Rescate La Esmeralda de la Provincia de Santa Fe, Argentina. *Ciencias Veterinarias*, 37 (2), 22-31.
<https://doi.org/10.15359/rcv.37-2.3>
- Sciabarrasi, A.A., Ruíz, M., & Siroski, P. (2019 b). Primer registro de los parámetros hematológicos de pichones de Loro Hablador Chaqueño (*Amazona aestiva xanthopteryx*) silvestres, en Argentina. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*, 2, (3), 94-107.
<http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/veterinaria/index>
- Solari, G., Tribeño, D., Navarro, Z., Alvis, R., & Pino, J. (2011). Parámetros hematológicos del “guacamayo cabeza azul” *Primolius couloni* (Psittacidae) en cautiverio. *Rev Inv Vet Perú*, 22(1), 22-27.

PÉRDIDA DE GRANOS DE SOJA DURANTE LA COSECHA MECANIZADA, EN EL DISTRITO DE PEDRO JUAN CABALLERO, PARAGUAY.

Soybean grain loss during mechanized harvesting in the district of Pedro Juan Caballero, Paraguay.

 **Gustavo Daniel Vega Britéz**¹
E-mail: gda.vega@gmail.com

 **Gustavo Francisco Maidana González**²
E-mail: maidanagustavo55@gmail.com

 **Nelson David Lesmo Duarte**³
E-mail: nelsondavlesmd@hotmail.com

¹Ingeniero Agrónomo. Maestría en Zootecnia. Universidad Nacional de Asunción (UNA), Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), Filial Pedro Juan Caballero, Paraguay.

²Lic. en Administración Agropecuaria, Universidad Nacional de Asunción (UNA), Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), Filial Pedro Juan Caballero, Paraguay.

³Lic. en Administración Agropecuaria. Maestría en Agronegocio, Universidad Nacional de Asunción (UNA), Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), Filial Pedro Juan Caballero, Paraguay.

Fecha recepción: 08 de enero de 2021 / Fecha Aprobación: 22 de marzo de 2021 / Fecha Publicación: 30 de junio 2021

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la pérdida de granos de soja en la plataforma de corte de diferentes modelos de cosechadoras. La muestra de estudio estuvo constituida por seis propiedades, distribuidas en el distrito de Pedro Juan Caballero en Paraguay. Se evaluaron siete modelos de cosechadoras y fueron analizados 30 puntos de 2 m² cada uno, para cada modelo de cosechadora; así mismo, se recogieron manualmente los granos de soja, inmediatamente después del paso de la cosechadora. Se determinó la materia seca de los granos, corregida al 13% de humedad, con el fin de estimar las pérdidas de granos por tratamiento. El valor promedio de referencia del mercado en dólares fue utilizado para el cálculo económico. Los resultados fueron sometidos a un análisis de variancia del 5% de probabilidad. Independientemente del año de fabricación, algunos modelos de cosechadoras presentaron pérdidas de granos, muy por encima de los estándares considerados normales. Las pérdidas económicas superiores a los límites normales, determinadas para los modelos de cosechadoras indicaron que existe una necesidad urgente, por parte de los propietarios, de revisar sus condiciones de uso. La deficiencia en el mantenimiento, la topografía del terreno y la capacitación de los operadores son variables que deben ser consideradas para la cosecha mecanizada de soja en la región.

Palabras claves.

Glycine max, cadena productiva, cosechadora, pérdidas económicas.

Cómo citar:

Vega Britéz, G.D.; Maidana González, G.F. y Lesmo Duarte, N.D. (2021). Pérdida de granos de soja durante la cosecha mecanizada, en el distrito de Pedro Juan Caballero, Paraguay. *Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias -FAGROPEC*. Universidad de la Amazonia. Vol. 13 (1), 14-23. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v13n1a2>



ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the losses of soybeans in the cutting platform of different combine models. Six properties located in the district of Pedro Juan Caballero, Paraguay, were sampled for the study. Seven different combine models were evaluated. A total of 30 points of 2 m² each were used for every combine model. The soybeans were collected manually, immediately after the harvester. The dry mass of the beans was determined and corrected for 13% humidity in order to establish the losses of soybeans from treatments. The average market reference value in dollars was used for the economic calculation. The results were subjected to analysis of variance with 5% probability. Irrespective of the year of manufacture, some combine models showed bean losses well above the normal margins. The verified economic losses for such combine models indicate the need for urgent condition review of their usage by the owners. Moreover, the deficiency in maintenance, land topography and operator training must be considered for mechanized soybean harvesting in the region.

Key words

Glycine max, productive chain, combine harvester, economic losses.

INTRODUCCIÓN

La soja se convirtió en el principal rubro agrícola extensivo en el Paraguay, con una superficie cultivada de 3,4 millones de hectáreas, durante la zafra agrícola del periodo 2017/2018 y con una producción total de 9,5 millones de toneladas de granos, tornándose así en uno de los principales productores y exportadores de soja a nivel mundial (USDA, 2017).

A su vez, el departamento de Amambay posee aproximadamente una superficie cultivada de 169 mil hectáreas (CAPECO, 2018), caracterizadas por un cultivo extensivo de alta mecanización en todo el proceso productivo; es decir, contando desde los procesos que implican la preparación del suelo, así como los que implican la siembra, los cuidados culturales y la cosecha.

Por otra parte, la producción de soja está estrechamente relacionada con varios factores, entre los que se encuentran, el tipo de suelo, el clima de la región, la humedad relativa durante las diferentes fases de producción, la época y el momento de la cosecha y las maquinarias utilizadas para la misma. Este último factor es considerado de vital importancia debido a que, durante el proceso de cosecha, la pérdida de granos es bastante considerable y es impracticable su eliminación total; por lo tanto, minimizar este efecto durante el proceso determinará el éxito económico y financiero del productor rural (Aguila *et al.*, 2011).

Las pérdidas durante la cosecha son relatadas de manera frecuente en la literatura que trata sobre tema, principalmente en lo que respecta a asuntos como el horario de cosecha (Holtz y Reis, 2013); la humedad inadecuada (EMBRAPA, 2013); los sistemas de trillas (Campos *et al.*, 2005) (Schanoski *et al.*, 2011); la velocidad de desplazamiento (Chioderoli *et al.*, 2011) (Cassia *et al.*, 2015); la deficiencia en la manutención, en regulación de la cosechadora y en el

entrenamiento del operador (Magalhães *et al.*, 2009) (Schanoski *et al.*, 2011); el uso de cosechadoras con plataforma mayores a 25 pies en terrenos irregulares y uso de variedades de baja inserción de vainas (De Cól *et al.*, 2019); y los tipos o años de uso de las cosechadoras (Camolese *et al.*, 2015). Por su parte, vale decir que la pérdida de granos durante la cosecha de la soja representan a su vez millonarias pérdidas para el sector (AgroDBO, 2018); sin embargo, estas por lo general no son dimensionadas de la manera correcta, ni se toman en cuenta para el ejercicio posterior de toma de decisiones.

Dicho lo anterior, vale aclarar que son varias las etapas y los factores que ocasionan la pérdida de granos en la cosecha mecanizada, destacándose las pérdidas en la pre-cosecha por altas temperaturas, así como las ocasionadas por fallas en el mecanismo de limpieza y separación y, principalmente, las causadas por problemas en la plataforma de corte. Este último factor, según Schanoski *et al.* (2011), Machado *et al.*, (2012) y Menezes *et al.* (2018), puede representar hasta el 85% de las pérdidas totales durante la cosecha mecanizada.

Bonnin *et al.*, (2018) afirman que en Paraguay no existen parámetros de pérdidas aceptables por hectárea o datos estadísticos oficiales, en los cuales se pueda observar cuál es la cifra real de las pérdidas relacionadas con una cosecha mecanizada de soja; además de ello, hay poca información a nivel local, y no son consideradas las cifras producto de las principales problemáticas que influyen en la pérdida de granos durante la cosecha. .

Teniendo en cuenta lo dicho anteriormente, en la presente investigación se tuvo como objetivo determinar la influencia de los tipos de cosechadoras en las pérdidas de granos de soja en la plataforma de corte, durante la cosecha mecanizada, así como analizar su valoración económica para el distrito de Pedro Juan Caballero.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue realizada en el distrito de Pedro Juan Caballero, durante los meses de marzo y abril de 2019, los cuales correspondieron a la zafra agrícola 2018/2019. La muestra de estudio estuvo constituida por seis propiedades (Tabla 1), con distintos tipos de cosechadoras (Tabla 2).

Con el fin de determinar la pérdida de granos durante la cosecha se delimitó, en cada propiedad, un área aproximada de 10 hectáreas, escogiéndose en forma aleatoria, un total de 30 puntos de muestreo. En cada punto fue colocado, inmediatamente después del paso de la cosechadora, en forma transversal a la línea de cosecha, un marco rectangular de 2 m² (5 m x 0,4 m), de acuerdo con la metodología propuesta por Bandeira (2017); a su vez, los granos de la soja fueron recogidos en forma manual. Para el área de recolección de los granos fueron obviados los bordes de los cultivos. La recolección de los granos fue realizada en todas las propiedades, desde las 10:00a.m. hasta las 15:00 p.m., buscando evitar posibles vicios o errores de los datos entre las propiedades. Se destaca además que las pérdidas de granos en la precosecha y en el sistema de separación y limpieza, no fueron considerados.

Tabla 1.
Características de las propiedades elegidas intencionalmente.

Propiedad	Localidad / Colonia	Hectáreas de soja	Cantidad de cosechadoras
1	Colonia 204	1.200	3
2	Capi'ivary/Aeropuerto	400	3
3	Raúl Ocampo Rojas	120	2
4	Raúl Ocampo Rojas	1.000	2
5	15 de agosto	150	2
6	Colonia Estrella	1.500	2

Tabla 2.
Características de las cosechadoras utilizadas en el experimento.

Marca de la cosechadora	Modelo	Año de fabricación	Plataforma (m)
Massey Fergusson	5650	2004	5,1
New Holland	TC 57	1998	3,96
Casse	2399	2008	10,66
John Deere	STS 9750	2009	9,14
John Deere	STS 9570	2008	7,5
John Deere	STS 7200	2004	4,8
John Deere	STS 1450	2002	5,8

Los granos de soja colectados se pesaron y posteriormente se secaron en estufas, a una temperatura de 105 °C, durante 24 horas. Se determinó la humedad del grano por la diferencia de la materia seca obtenida y el peso del grano a la cosecha. Posteriormente, los resultados fueron convertidos para una humedad del 13% en base seca. La materia seca que fue colectada se extrapoló para el área de una hectárea, teniendo así las pérdidas en kg/ha, para cada tratamiento.

Según CAPECO (2019), el valor promedio de la soja por tonelada, correspondiente a los meses de febrero, marzo, abril y mayo del año 2019, fue de 319,20 dólares por tonelada. Este valor se multiplicó por la cantidad en kg/ha de pérdidas de granos por tratamiento, para el cálculo de la pérdida económica. El cambio del dólar guaraní utilizado corresponde al promedio registrado en el mes de marzo de 2019, el cual fue de 6.166 guaraníes, por cada dólar estadounidense.

Para el análisis estadístico fue implementado un delineamiento completamente al azar, el cual estuvo constituido por siete tratamientos (modelos de cosechadoras) y por tres repeticiones, totalizando 30 unidades muestrales por modelos de cosechadora. Así mismo, se realizó un análisis de variancia (ANAVA) de un factor, para determinar las diferencias estadísticas entre los tipos de cosechadora y la cantidad de pérdidas ($p < 0,05$); ello, aplicando la prueba de *Tukey*, mediante el *software* libre AgroEstat (Barbosa y Maldonado, 2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El modelo de cosechadora tuvo una influencia significativa en relación con las pérdidas de granos de soja por hectárea ($p < 0,05$). La cosechadora Massey Ferguson 5650 fue la que registró las mayores pérdidas, con 262,91 kg/ha; sin embargo, no se identificaron diferencias estadísticamente significativas, respecto de las pérdidas registradas por la cosechadora New Holland TC 57, la cual mostró una cifra de 238,04 kg/ha; tampoco entre ésta última y la Case 2399, la cual registró pérdidas de 197,99 kg/ha. Las cosechadoras John Deere 9570, John Deere 1450 y John Deere 7200 presentaron las menores pérdidas, con cifras de 42,75, 42,01 y 35,45 kg/ha respectivamente, sin mostrar diferencias estadísticamente significativas entre ellas (Tabla 3).

Por su parte, las cosechadoras con un uso superior a los 10 años no presentaron necesariamente pérdidas superiores a los parámetros normales; las pérdidas parecen estar relacionadas mejor con una deficiencia en la manutención de las mismas, así como con la topografía del terreno y con la capacitación de los operadores.

Siguiendo esta línea, los resultados presentados por las marcas Massey Ferguson 5650, New Holland TC 57, Case 2399 y John Deere 9750 (Tabla 3) sobrepasaron los valores registrados para el Brasil por Beline *et al.* (2009); además, se encontraron pérdidas promedio de 2 bolsas (120 kg/ha), las que además fueron muy superiores a los estándares internacionales establecidos, que son de hasta 60 kg/ha (EMBRAPA, 2013). Sin embargo, se evidenció que las cosechadoras de la marca John Deere, excepto para el modelo 9750, presentaron pérdidas por debajo de los parámetros normales establecidos por EMBRAPA (2013).

Tabla 3.
Análisis de variancia de la pérdida de granos durante la cosecha mecanizada, en función a distintos modelos de cosechadora, en la zafra de soja 2018/2019.

Tratamientos	Pérdidas de granos (kg/ha)
Massey Ferguson 5650	262,91 a
New Holland TC 57	238,04 ab
Case 2399	197,99 b
John Deere 9750	152,49 c
John Deere 9570	42,74 d
John Deere 1450	42,01 d
John Deere 7200	35,45 d
Diferencia mínima significativa (5%)	42,72
Coefficiente de variación (%)	40,02
Valor – p	<0,0001

Nota: Los valores promedio seguidos con letras distintas en la columna difieren entre sí, al 5% de probabilidad, por el test de Tukey ($p < 0,05$).

Siguiendo estos resultados, es necesario decir que las cosechadoras que presentaron pérdidas elevadas deben pasar por un riguroso mantenimiento y, en lo posible, es necesario implementar la capacitación del operador, con el fin de minimizar las pérdidas en posteriores zafras. En todo caso, el reemplazo de las cosechadoras por modelos más nuevos debe ser considerado pues, según lo expuesto por Zandonadi *et al.*, (2015), las pérdidas superiores a los 120 kg/ha indican manutenciones precarias de las mismas, así como su grado de antigüedad.

De igual modo, las pérdidas de granos con cifras superiores a los 240 kg/ha fueron reportadas por De Cól *et al.* (2019) para el suroeste del Estado de Paraná en Brasil. Dichos autores exponen que las pérdidas pueden estar relacionadas con el tiempo de preparación y con el entrenamiento de los conductores u operadores de las cosechadoras, así como con el uso de plataformas mayores a 25 pies (7,62 metros) en terrenos irregulares; también con que la mayoría de los cultivos analizados poseía en promedio baja inserción de la vaina, lo que dificultaba el corte de la planta.

Schanoski *et al.*, (2011) evaluaron 39 cosechadoras en 25 propiedades agrícolas en el centro del Estado de Paraná en Brasil; allí observaron que para el 79% de las máquinas se registró una pérdida de granos de más de 60 kg/ha, atribuible, según los autores, a la humedad del aire, a la falta de capacitación de los operadores y a las deficiencias en la manutención y la regulación de los equipos, considerando estos como los factores más importantes en la definición de las pérdidas; así mismo, dichos autores constataron que las cosechadoras con más tiempo de uso presentaron una tendencia a generar mayores pérdidas de la cosecha.

De igual modo, para Zandonadi *et al.*, (2015) y Faggion *et al.*, (2017) pérdidas superiores a las toleradas muestran que las maquinarias están desfasadas, desgastadas y que es necesaria su sustitución. Así mismo, Menezes *et al.*, (2018) constatan que las cosechadoras más modernas poseen plataformas tipo estera, las cuales mejoran la calidad del proceso de cosecha, con poca influencia en la velocidad de desplazamiento.

Así bien, cuando la regulación, la habilidad del operador y el estado de conservación de la cosechadora están garantizados se contribuye, en forma significativa, en la reducción de las pérdidas, llevando estas a sus mínimos niveles, independientemente de la velocidad de desplazamiento (Oliveira *et al.*, 2014).

Ahora bien, considerando los resultados observados en el estudio, es esperado que el análisis de variancia demuestre las diferencias en las pérdidas económicas ($p < 0,05$) de los diferentes modelos de las cosechadoras evaluadas (Tabla 4). En tal sentido, es necesario decir que los modelos de las cosechadoras de marca Massey Ferguson 5650 generan pérdidas equivalentes a 83,92 USD, las cuales corresponden a 517.514,63 guaraníes por hectáreas. La marca New Holland TC 57 muestra pérdidas de 75,98 USD, los cuales son correspondientes a 468.573,90 guaraníes por hectárea. Por su parte, la marca Case 2399 genera 63,20 USD de pérdidas, lo que es correspondiente a 389.736,10 guaraníes por hectárea; la marca John Deere 9750 genera 48,67 USD de pérdidas, correspondientes a 300.168,07 guaraníes por hectárea; finalmente, la

Tabla 4.

Análisis de variancia de las pérdidas en dólares estadounidenses y en guaraníes por hectárea, según distintos modelos de cosechadoras para la zafra de soja 2018/2019.

Tratamientos	Pérdidas de granos (USD/ha)	Pérdidas de granos (G\$/ha)
Massey Ferguson 5650	83,92 a	517.514,63 a
New Holland TC 57	75,98 ab	468.573,90 ab
Case 2399	63,20 b	389.736,10 b
John Deere 9750	48,67 c	300.168,07 c
John Deere 9570	13,64 d	84.142,26 d
John Deere 1450	13,41 d	82.709,30 d
John Deere 7200	11,31 d	69.802,36 d
Diferencia mínima significativa (5%)	13,63	84.097,72
Coefficiente de variación (%)	40,02	40,02
Valor - P	<0,0001	<0,0001

Nota: Los valores promedio seguidos con letras distintas en la columna difieren entre sí, al 5% de probabilidad, por el test de Tukey ($p < 0,05$).

marca John Deere, modelos 9570, 1450 y 7200 presentaron pérdidas cuantitativas que pueden ser consideradas tolerables durante la cosecha, con los valores de 13,64, 13,41 y 11,31 USD/ha respectivamente, los cuales corresponden a 84.142,26, 82.709,30 y 69.802,36 guaraníes/ha.

Teniendo en cuenta lo anterior, es preciso decir que los productores de las cosechas deben considerar el uso de los modelos de las cosechadoras que presentan pérdidas económicas elevadas, en tanto estos pueden llegar a generar pérdidas millonarias, si se considera la extensión del cultivo. Igualmente es necesario decir que se hace necesario tomar como prioridad esta fase del cultivo y atender las exigencias del mismo para su cosecha, empleando maquinarias acordes con los avances tecnológicos actuales. Ello, en la medida en la que queda demostrado que un grupo de cosechadora debe ser desechado por obsoleto y ser substituido por otro que cuente con mayores avances tecnológicos, a la vez que resulta necesario concientizar a los operadores sobre la correcta manipulación de los equipos, la cual debe ser acorde con la topografía del cultivo, considerando que la región es accidentada.

No obstante, vale mencionar que no existe una normativa o un programa nacional para la reducción de pérdidas en las cosechas mecanizadas, respecto de los cultivos de soja del país. Bonnin *et al.* (2018) mencionan que en Paraguay se recomienda iniciar la cosecha con una humedad de 16,5% y finalizarla cuando llega a 13,5%. Sin embargo, a pesar de la alta tecnología disponible para la cosecha del cultivo persisten las pérdidas, lo cual genera un fuerte impacto económico. Por su parte, la rentabilidad final en el cultivo de la soja está directamente relacionada con la eficiencia en la cosecha mecanizada por lo que, adicional a lo anterior, el estudio de maduración de las vainas resulta importante pues, según Tsukahara *et al.* (2016), el estadio fenológico R8.2 es el momento óptimo de la cosecha para su mayor productividad.

Finalmente, según lo observado por Dall'Agnol y Silveira (2019) se estima que en Brasil la pérdida es de 2,0 bolsas/ha. Así entonces, si esta pérdida se multiplicase por los 36 millones de hectáreas cultivadas con soja, en la zafra 2018/2019, la cifra total correspondería a cerca de R\$ 4,3 billones por año, con un valor por bolsa de 60 kg de R\$ 60,00 (90.000 guaraníes aproximadamente).

CONCLUSIONES

Independientemente del año de fabricación, la marca de la cosechadora se relaciona con la cantidad de pérdidas de soja. Las pérdidas económicas durante la cosecha mecanizada se ubican entre los 69,80 y los 83,92 USD por hectárea, lo que corresponde a 69.802,36 y 517.514,63 guaraníes respectivamente.

Las mayores pérdidas registradas se ubican muy por encima de los límites tolerables establecidos para este tipo de cultivo, lo cual indica una necesidad urgente de revisar las condiciones de uso de los equipos, así como de vigilar el mantenimiento de estos y de implementar, entre los operarios, una buena capacitación y entrenamiento que permita el manejo adecuado de aquellos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguila, L., Aguila, J. y Theisen, G. (2013). Perdas na colheita da cultura da soja. (Comunicado Técnico 271). Pelotas RS Embrapa, 1-12. <https://n9.cl/48z0u>
- Bandeira, G. (2017). Perdas na colheita da soja em diferentes velocidades de deslocamento da colhedora. [Tesis de pregrado, Universidade Federal da Fronteira Sul. Campus Cerro Largo]. Archivo digital. <https://n9.cl/03vzy>
- Barbosa, J. y Maldonado, W. (2015). AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaio Agrônomicos. FCAV – UNESP. Campus de Jaboticabal. www.agroestat.com.br
- Beline, H., Megliorini, E. Slomski, V. y Pereira, A. (2009). Cultura da soja: receita não realizada das perdas evitáveis durante a colheita. Custos e @gronegocio, 5(1), 76-93. <https://n9.cl/27tqs>
- Bonnin, A., Cabrera, M., Ibras, R., Chamorro, S. y Escobar, J. (2018). Variabilidade espacial da produtividade, perdas na colheita e lucratividade da cultura de soja. Revista Agrogeoambiental, 10(1), 27-46. DOI: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181050>
- Camolese, H.S., Baio, F., y Alves, C.Z. (2015). Perdas quantitativas e qualitativas de colhedoras com trilha radial e axial em função da umidade do grão. Brazilian Journal of Biosystems Engineering, 9(1), 21-29. <http://dx.doi.org/10.18011/bioeng2015v9n1p21-2>
- Campos, M., Da Silva, R., Carvalho, A., Mesquita, H. y Zabani, S. (2005). Perdas na colheita mecanizada de soja no estado de Minas Gerais. Engenharia Agrícola, 25(1), 207-213. <https://core.ac.uk/download/pdf/208600865.pdf>

- Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas (CAPECO). (2019). Cotizaciones de productos. Capeco <http://capeco.org.py/cotizaciones-de-productos>
- Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas (CAPECO). (2018). Superficie comparativa de soja zafra 2013-2014 vs 2014-2015. Capeco. <http://capeco.org.py/soja-satelital-es/>.
- Cassia, M., Voltarelli, M., Da Silva, R., Zerbato, C. y De Lima, P. (2015). Monitoramento da operação de colheita mecanizada de sementes de soja. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 19(12), 1209-1214. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n12p1209-1214>
- Chioderoli, C., Silva, R., Noronha, R., Cassia, M. y Santos, E. (2011). Perdas de grãos e distribuição de palha na colheita mecanizada de soja. *Bragantia*, 71(1), 112-121. <https://www.scielo.br/pdf/brag/v71n1/aop994.pdf>
- Dall'agnol, A. y Silveira, J. (2019). As inaceitáveis perdas na colheita da soja. Blog da Embrapa soja. <https://n9.cl/j4kso>
- De Cól, A., Modolo, A. y Sgarbossa, M. (2019). Perdas na colheita mecanizada de grãos de soja no sudoeste do Paraná. *Agrarian Academy*, 6(11), 237-245. https://doi.org/10.18677/Agrarian_Academy_2019a23
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). (2013). Tecnologias de produção de soja - Região Central do Brasil 2014. Embrapa. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/95489/1/SP-16-online.pdf>
- Faggion, F., Melara, D., Correia, T. y Pereira, E. (2017). Perda na colheita de soja por duas colhedoras depreciadas. *Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science*, 10(2), 89-95. <https://doi.org/10.5935/PAeT.V10.N2.09>
- Jakubaszko, R. (2018, 20 de junio). Agro DBO registra desperdício milionário na safra de soja. [Video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=lbNSARfLVsA>
- Machado, T., Santos, F., Cunha, J., Cunha, D. y Coelho, L. (2012). Perdas na plataforma de corte de uma colhedora combinada de grãos na colheita de soja. *Engenharia na Agricultura*, 20(6), 537-543. <https://doi.org/10.13083/1414-3984.v20n06a06>
- Magalhães, S., Oliveira, B., Toledo, A., Tabile, R., Silva, R. (2009). Perdas quantitativas na colheita mecanizada de soja em diferentes condições operacionais de duas colhedoras. *Bioscience Journal*, 25(5), 43-48. <https://n9.cl/0bcl>
- Menezes, P., Da Silva, R., Carneiro, F., Girio, L.A Da.; Oliveira, M.F.; Voltarelli, M.A. (2018). ¿Can combine headers and travel speeds affect the quality of soybean harvesting operations? *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 22(10), 732-738. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n10p732-738>

- Oliveira, T., Figueiredo, Z., Neves, L., Favare, H. y Pacheco, A. (2014). Quantitative losses on the mechanized harvesting of soy in the region of Cáceres, Mato Grosso. *Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science*, 7(2), 91-96. <https://doi.org/10.5935/PAeT.V7.N2.11>
- Schanoski, R., Righi, E. y Werner, V. (2011). Perdas na colheita mecanizada de soja (*Glycine max*) no município de Maripá-PR. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 15(11), 1206–1211. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662011001100015>.
- Tsukahara, R., Fonseca, I., Aguiar e Silva, M., Kochinski, E., Neto, J. y Suyama, J. (2016). Produtividade de soja em consequência do atraso da colheita e de condições ambientais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51(8), 905-915. <https://doi.org/1590/S0100-204X2016000800002>
- United States Department of Agriculture (USDA) . (2017). *Oilseeds and Products Annual*. USDA Foreign Agricultural Service. . <https://n9.cl/9n8sp>
- Zandonadi, R., Ruffato, S. y Figueiredo, Z. (2015). Perdas na colheita mecanizada de soja na região médio-norte de Mato Grosso: Safra 2012/2013. *Nativa*, 3(1), 64-66. <https://doi.org/10.14583/2318-7670.v03n01a11>

POLÍTICAS PÚBLICAS AGROPECUARIAS: PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD DEL SECTOR EN SAN JOSÉ DE CÚCUTA

*Agricultural public policies: productivity and competitiveness of
the sector in San José de Cucuta*

 Blanca Liliana Velázquez Carrascal¹
E-mail: blvelasquezc@ufpso.edu.co

 Johann Fernando Hoyos Patiño²
E-mail: jfhoyosp@ufpso.edu.co

 Astrid Carolina Aparicio Vásquez³
E-mail: gp_ac_aparicio@fesc.edu.co

 Karen Yiceth Bayona Guillín³
E-mail: gp_ky_bayona@fesc.edu.co

¹Administrador Financiero, Esp, Mg. Profesora Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña.

²Zootecnista, Esp, Msc. Profesor Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña.

³Estudiante en Negocios Internacionales. Estudiante Fundación de Estudios Superiores Comfanorte, Ocaña

Fecha recepción: 10 de diciembre de 2020 / Fecha Aprobación: 22 de marzo de 2021 / Fecha Publicación: 29 de junio 2021

RESUMEN

El presente trabajo de investigación presenta aportes importantes, los cuales pueden incidir en el fortalecimiento de la competitividad y de la productividad del sector agropecuario en el municipio de Cúcuta. Dichos aportes han sido planteados a partir del análisis de la percepción de los actores que se beneficiaron con la implementación del programa “un sector agropecuario progresando”, el cual estuvo incluido en el plan de desarrollo 2016-2019. Para el presente estudio fueron empleadas tanto la encuesta como la entrevista estructurada, entendidas estas como instrumentos de recolección de información, gracias a los cuales se logró determinar la percepción de los diferentes actores beneficiarios y de un experto en el tema. La investigación se realizó bajo un enfoque descriptivo el cual permitió, por una parte, establecer estrategias basadas en las necesidades reales de cada comunidad y por otra, direccionar estas hacia el fortalecimiento del sector agropecuario, a partir de la implementación de políticas públicas con un enfoque sectorial, que garanticen la competitividad del sector, considerado como uno de los más importantes dentro de la economía de Cúcuta.

Palabras claves.

Desarrollo agrícola, economía agraria, estructura agrícola, planeación agrícola, producto agrícola, UNESCO.

ABSTRACT

This research presents important contributions to the strengthening of the competitiveness and productivity of the agricultural sector in the municipality of Cúcuta. They are emerged from the analysis of the stakeholders' perception who benefited from the implementation of the program "an agricultural sector progressing" included in the 2016-2019 development plan. A survey and a structured interview were used as collection instruments, which allowed to determine the different stakeholders'

Cómo citar:

Velázquez Carrascal, B.L.; Hoyos Patiño, J.F.; Aparicio Vásquez, A.C. y Bayona Guillín, K.Y (2021). Políticas públicas agropecuarias: productividad y competitividad del sector en San José de Cúcuta. *Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias -FAGROPEC*. Universidad de la Amazonia. Vol. 13 (1), 24-35. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v13n1a3>



and a matter expert's perception. The research was carried out under a descriptive approach, which drew up strategies based on the real needs of each community and focused on the strengthening of the agricultural sector. The strategies were built around the implementation of public policies with a sectoral approach. That guarantee the competitiveness of the sector, which is considered one of the most important in the economy of Cúcuta.

Key words

Agricultural development, agricultural economics, agricultural structure, agricultural planning, agricultural output, UNESCO.

INTRODUCCIÓN

Si bien los procesos agropecuarios son estratégicos para el desarrollo nacional, estos aún están sujetos a los avances de otros sectores económicos. Lo anterior significa que el modelo de desarrollo seguido por varios países ha provocado que el sector agrícola reduzca gradualmente su participación en el PIB del país. En las economías emergentes y en los países desarrollados, el sector agropecuario ocupa un lugar importante en el crecimiento económico, ubicándose como motor de crecimiento de otros sectores (Flores y Pingali, 2006).

En este sentido, el Banco Mundial (2008a) enfatizó en que la agricultura en general ha contribuido al desarrollo nacional de tres formas: como actividad económica, como medio para ganarse la vida y como posibilidad de brindar servicios ambientales. Sin embargo, desde la perspectiva de las políticas públicas, el sector agrícola se ha considera como auxiliar de otros sectores económicos, especialmente del desarrollo industrial; lo anterior, en tanto ha prevalecido lo urbano sobre lo rural. Esto ha producido a su vez que el patrón de desarrollo de la agricultura disminuya progresivamente y que, por ende, que también lo haga en la agenda pública, así como en las políticas y en las estrategias de desarrollo de las naciones (Perfetti del Corral, 2013).

Sin embargo, los hechos ocurridos en las últimas décadas a nivel del desarrollo agrícola reposicionan al sector en la agenda mundial del IFPRI (2013), renovando así su papel en el desarrollo nacional y destacando factores como la globalización, la innovación tecnológica, las cadenas de valor integradas y las restricciones ambientales (Byerlee, *et al.*, 2009). A su vez, este auge ha permitido que el sector sea reconocido por su capacidad de ejercer múltiples funciones para su desarrollo; estas tienen que ver con el crecimiento económico, con la reducción del hambre y de la pobreza y con la posibilidad de aportar a la sostenibilidad ambiental, para alcanzar niveles más altos seguridad alimentaria, promoviendo la igualdad (Fan, 2011).

Con respecto a lo expuesto, Fan (2011) resalta el papel de los productores agropecuarios en el mantenimiento nutricional y sanitario de la población, además de indicar que estos promueven la mitigación y la adaptación al cambio climático y que, de esta manera, impulsan la

configuración de la resiliencia al interior de las sociedades afectadas por los conflictos, además de incentivar la reducción de las brechas de género.

Por su parte, Piñeiro (2009) afirma que las realidades actuales y las expectativas en los procesos productivos agrícolas han conducido a una revalorización de los recursos naturales. Entiende entonces que el potencial agrícola aún no se ha aprovechado al máximo, lo que limita los campos de crecimiento y deja al descubierto la incapacidad de satisfacer la demanda mundial de alimentos, proyectada para el año 2050 (FAO, 2011). En los países exportadores, la producción agropecuaria puede posicionarse como base del desarrollo económico; esto crea la necesidad de formulación de estrategias de desarrollo agropecuario, con el fin de asegurar el crecimiento, mientras hacen uso racional y sostenible de los recursos naturales (Perfetti, *et al.*, 2013).

En la actualidad, la innovación del mercado, la rápida expansión de los mercados nacionales y extranjeros, las finanzas, la acción colectiva y las revoluciones provocadas por la biotecnología y por las tecnologías de la información, brindan oportunidades interesantes para utilizar la agricultura como motor del crecimiento económico. Sin embargo, para aprovechar estas oportunidades se necesita de la voluntad política de los gobiernos, para poder implementar reformas que mejoren la gestión del sector agrícola (Banco Mundial, 2008b). En tal sentido, como lo mencionan Becerra-Ramírez y Cendales (2015), Colombia es uno de los países con mayor probabilidad de expandir su producción agrícola, por lo que las perspectivas de crecimiento en dicho sector son optimistas y están respaldadas por el crecimiento de la demanda mundial.

A su vez, quienes implementan las políticas públicas y en general, los ciudadanos, tradicionalmente creen que el desarrollo del sector agrícola debe basarse en el concepto clásico, que se funda en la idea de que todo recurso necesariamente tiene que desarrollar al sector urbano. Por tanto, se considera que dichos recursos, en forma de mano de obra barata, ahorros y divisas, deben transferirse a las ciudades. De esta manera, el campo ha sido visto como un entorno de pocas oportunidades para el desarrollo sustentable de la población y se ha mostrado, desde una perspectiva errónea, que la vida digna solo es posible en las zonas urbanas (Perfetti del Corral, 2010).

Por otra parte, el sector agropecuario hace parte de la dimensión económica del municipio de Cúcuta y es uno de los ejes importantes de su economía; el 94,7% del territorio es rural y está habitado por 34.130 personas, que equivalen al 5,17% de la población (DNP, 2019). A su vez, este cuenta con cerca de 2,1 millones de hectáreas, con áreas exclusivas para el desarrollo agrícola. Según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, el 6,5% (141.100 hectáreas) tiene suelos productivos, ubicando al departamento entre los que cuentan con mayor cantidad de tierras para el cultivo (IGAC, 2016).

También es necesario indicar que Cúcuta es uno de los 32 municipios del departamento del

Norte de Santander, con mayor número de hectáreas productivas, situación que, mediante la implementación de estudios de suelos productivos y programas bien direccionados, podría ayudar a fortalecer el desarrollo social, ambiental y económico de la región. Así, dadas las características antes descritas, se puede decir que dicho territorio contribuye a la sostenibilidad de los recursos del suelo; se adapta al cambio climático; reduce riesgos y promueve la producción y el desarrollo ambiental (IGAC, 2016; Hoyos-Patiño *et al.*, 2019).

No obstante lo anterior, existen diversos factores que limitan el desarrollo agrícola del mencionado territorio y que generan problemáticas que influyen de manera negativa y no permiten que uno de los renglones más importantes de la economía nacional se desarrolle y crezca de forma eficiente y efectiva allí. Por su parte, entre los factores que limitan el desarrollo de las actividades agropecuarias se encuentran, por ejemplo, el escaso uso de tecnologías, la poca disponibilidad de servicios y el inadecuado uso de los recursos naturales (Mincomercio, 2020).

De igual modo, factores como el poco acceso a recursos financieros, la deficiente formación empresarial de los productores agropecuarios, la falta de centros de acopio y canales de comercialización, entre otros, generan problemáticas que inciden en asuntos como los altos costos de producción, transporte y almacenamiento. Así mismo el ingreso de insumos importados al país debilita los sistemas productivos e incrementa el costo de los productos para el consumidor final, a la vez que impele la baja productividad (Velásquez-Carrascal, *et al.*, 2020). Todos estos factores deben ser atendidos necesariamente por el gobierno municipal, e incluidos en los planes de desarrollo (Alcaldía Municipal de San José de Cúcuta, 2016).

Finalmente es necesario indicar en este apartado que, mediante la presente investigación, la cual se desarrolló en cuatro fases, fue posible establecer aportes que pueden tener impacto en la productividad y en la competitividad del sector agrícola; ello, gracias al análisis de los indicadores y de las metas establecidas para el cumplimiento del programa “Un Sector Agropecuario Progresando”, así como de percepción de los actores beneficiarios, la cual fue obtenida través del instrumento de la encuesta.

Dicha información permitió identificar las dificultades o los problemas en la ejecución; las necesidades no atendidas y las expectativas de los beneficiarios. La atención a dichos factores permitirá a su vez una mejoría en el desarrollo de programas futuros y en la toma de decisiones, incidiendo en cambios estructurales, generando una planeación adecuada, atendiendo necesidades reales e impactando directamente a los beneficiarios, mediante la aplicación de una gestión pública y de prácticas de gobierno bien fundamentadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación realizada fue de tipo descriptivo y se desarrolló bajo un enfoque mixto, lo cual implicó la recolección y el análisis de datos cuantitativos, así como de datos cualitativos, a partir de los cuales fue posible conocer y comprender la situación estudiada.

Como instrumento de recolección de la información se utilizó la revisión documental, la entrevista semiestructurada y la encuesta; esta última fue aplicada a la muestra determinada de tipo no probabilístico y dirigida a los productores y a las asociaciones beneficiadas con programa antes mencionado.

El estudio se desarrolló en cuatro fases. Inicialmente se llevó a cabo la fase preparatoria, la cual consistió en identificar los actores involucrados y en diseñar los instrumentos necesarios para la recolección de la información. En segunda instancia se llevó a cabo la fase descriptiva, a partir de la cual se logró aplicar una encuesta, la que a su vez permitió conocer el nivel de satisfacción de los beneficiarios y sus aportes frente a las necesidades, las debilidades y las oportunidades de mejora del sector agropecuario, en cada una de sus comunidades.

En la tercera fase, la cual fue de tipo analítico, se llevó a cabo la tabulación de los datos obtenidos. Para finalizar, en la última fase de cierre se plantearon los aportes importantes, los cuales estuvieron encaminados al fortalecimiento de la competitividad y de la productividad del sector agropecuario de Cúcuta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Principales actores, indicadores y metas establecidas dentro del plan de desarrollo.

Como se describe en la tabla 1 se determinó, mediante el estudio y el análisis del informe de Gestión Municipal 2016-2019, quienes son los actores involucrados en el desarrollo de los programas que están dirigidos hacia el sector agropecuario, dentro del Plan de Desarrollo Municipal, para dicha vigencia.

Además, se identificaron las actividades de cobertura y los logros establecidos para el cumplimiento del programa “un sector agropecuario progresando”, tal como se muestra en la tabla 2.

A través de la aplicación de la encuesta, la cual fue dirigida a los diferentes actores (productores y asociaciones), se determinó su percepción al respecto del desarrollo de proyectos implementados por la alcaldía municipal. Entre los resultados más representativos se encontró que la calificación del impacto de los proyectos ejecutados en las diferentes comunidades no es la óptima. Lo anterior, en tanto un 36,4% calificó como bajo el impacto generado; otro 36,4% lo calificó como medio; solo un 27,3% respondió que el impacto fue alto. Según los argumentos presentados por los actores, la baja calificación estuvo relacionada con la idea de que los proyectos no satisficieron las necesidades reales de las comunidades y no se desarrollaron de manera efectiva y eficiente (figura 1).

Adicionalmente, se identificaron las principales necesidades en cada comunidad, obteniendo como resultado que el desarrollo de proyectos productivos y el suministro de maquinaria representa el 27,3% de las necesidades; la infraestructura el 18,2% y finalmente el suministro

Tabla 1.
Actores involucrados.

ACTORES INVOLUCRADOS	TIPO DE ACTOR
Cooperativa Multiactiva de Productores De Panela “El Fénix” Asociación Multiactiva de Apicultores de los Andes ASOARIMAAN Asociación de citricultores de Banco de arena ASCITRIBANC Asociación de ganaderos de Palmarito GANASOPAL Asociación de usuarios del distrito de adecuación de tierras de gran escala del río Zulia ASOZULIA	Beneficiados
Productores agropecuarios del corregimiento de Palmarito	
Productores agropecuarios del corregimiento de Buena Esperanza	
Productores agropecuarios del corregimiento de Banco de Arena	
Productores agropecuarios del corregimiento de San Faustino	
Productores agropecuarios del corregimiento de Aguas Claras	
Productores agropecuarios del corregimiento de Carmen de Tonchala	
Secretaría de Desarrollo Social del municipio de Cúcuta Banco Agrario Capacitadores técnicos Agentes transportistas Aliado comercial formal Ecoparque Comfanorte Agencia de Desarrollo Rural ADR Fondo Agropecuario de Garantías	Indirectos

Fuente: Alcaldía Municipal de San José de Cúcuta (2020).

Tabla 2.
Actividades de cobertura del sector

ACTIVIDAD	LOGRO DE LA ACTIVIDAD
Actividades de extensión y capacitación de los productores	Dos ECAs en el año. Treinta capacitaciones en el año. Diez parcelas demostrativas en el año. Diez días de campo en el año. Dos giras agropecuarias en el año.
Participación en Alianzas Productivas	2
Creación y/o fortalecimiento de Asociaciones de productores agropecuarios	4
No. de Ferias Agropecuarias	4
Atención a pequeños productores	1250
Adecuación de tierras para desarrollos agropecuarios	70
Productores beneficiados por los procesos	60

Fuente: Alcaldía Municipal de San José de Cúcuta (2016).

de insumos y el acceso a créditos financieros tuvo el menor porcentaje de importancia, con un 9,1%. Lo anterior evidencia que para los actores encuestados, proyectos como la capacitación y la asistencia técnica no son tan atractivos; por lo tanto, se considera que el gobierno municipal debe ser más práctico en la formulación de los proyectos que establece, adaptándolos a las necesidades actuales y a los intereses de cada uno de los beneficiarios (figura 2).

Figura 1.

Calificación del impacto de los proyectos desarrollados en el sector agropecuario, en cada localidad.

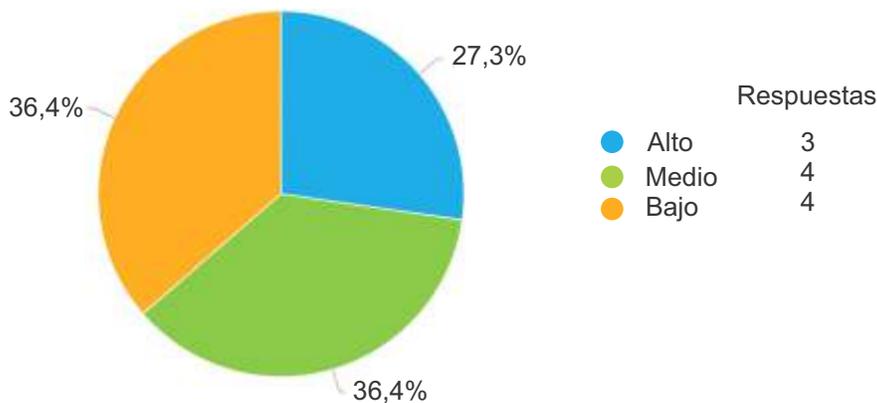
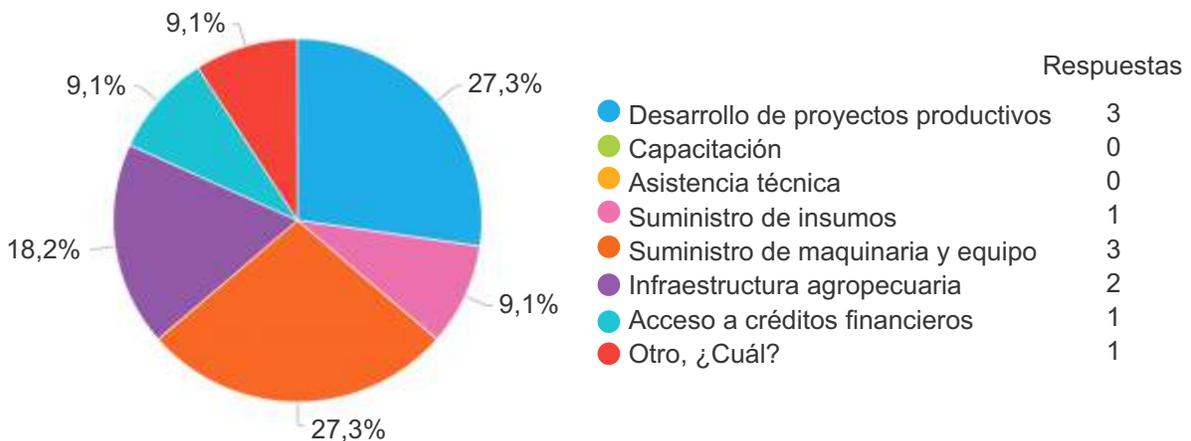


Figura 2.

Principales necesidades del sector agropecuario.

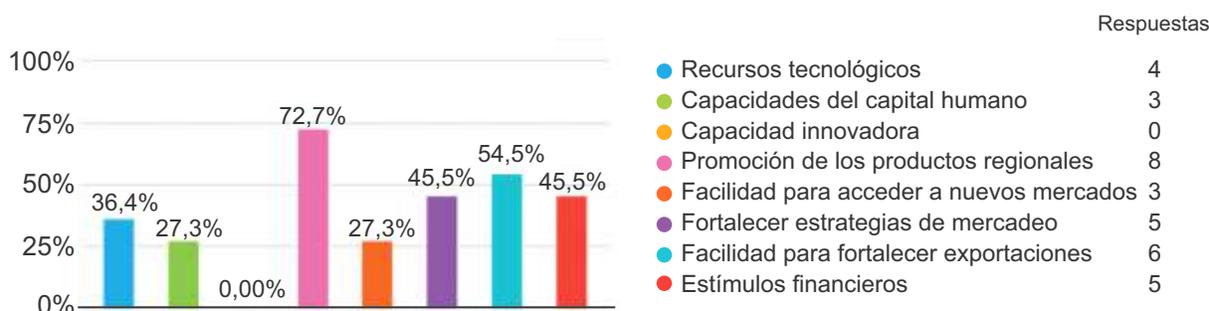


Por último, se priorizaron tres factores indispensables para lograr la competitividad del sector agropecuario en las comunidades. Se presentó en primera instancia, la promoción de productos regionales con un 72,7%; seguidamente, el fortalecimiento de las exportaciones con un 54,5%;

finalmente el fortalecimiento de las estrategias de mercadeo con un 45,5 %. Respecto de dichos resultados, vale decir que estos factores deben ser atendidos teniendo en cuenta las condiciones de cada comunidad.

Figura 3.

Factores de competitividad del sector agropecuario en la ciudad de Cúcuta.



En conclusión, a través de los resultados de la encuesta se evidenció que, en términos generales, existe un bajo nivel de satisfacción; también se constató que los estudios previos a la ejecución de los diferentes proyectos son escasos; así mismo, que el nivel de participación de los beneficiarios, tanto en la toma de decisiones, como en el proceso de rendición de cuentas es mínimo; igualmente, se encontró que se carece de un enfoque sectorial a la hora de direccionar los proyectos, por lo que se dejan de lado las condiciones y las necesidades de cada comunidad.

Lo anterior permite evidenciar la importancia que tiene generar aportes a la competitividad y a la productividad del sector agropecuario, impulsando políticas y acciones gubernamentales, que evidencien las oportunidades de mejora; sobre estas, la administración municipal debe concentrar su atención, para lograr el desarrollo y el fortalecimiento del sector.

Por otra parte, se entiende necesario coordinar acciones entre los distintos niveles del gobierno, las cuales garanticen, en primera instancia, el establecimiento del presupuesto requerido para el diseño, la ejecución y el seguimiento de programas y de proyectos establecidos dentro del plan de desarrollo municipal, así como las estrategias que permitan el logro de los objetivos propuestos; lo anterior, partiendo de las necesidades reales de la comunidad. Estas últimas, a su vez deben ser identificadas gracias a la participación ciudadana, tal como lo recomienda Palau (1996) cuando señala la importancia que tiene “la percepción de la realidad agraria según el campesinado”. Así, teniendo en cuenta los factores antes señalados, es posible direccionar proyectos de manera efectiva, generando un impacto económico y una mejoría en la calidad de vida de los productores.

Así mismo, definir y sectorizar las potencialidades agropecuarias de la región, realizando estudios detallados de las principales líneas productivas agrícolas y pecuarias, permitirá

direccionar la inversión de los recursos, fortaleciendo infraestructuras agropecuarias, ofreciendo asistencia técnica para el aumento de la productividad y garantizando la competitividad del sector en los diferentes mercados; lo anterior, reduciendo costos de producción, automatizando procesos y garantizando mayor rentabilidad. Esta estrategia es contrastante con lo planteado por Riveros-Duque (2016), en tanto se resalta la importancia de la organización de productores mediante la construcción de modelos de gestión empresarial, para la consecución de un desarrollo sostenible dentro del sector, eliminando la concepción acerca de que el costo, los términos, las herramientas y las prácticas son barreras para poder aplicar y fortalecer modelos de desarrollo organizados desde el campo.

También resulta interesante resaltar la importancia de orientar las políticas públicas hacia el sector agropecuario, abordando las limitaciones para el desarrollo del mismo y apoyando esquemas de producción sostenible; además, atendiendo las necesidades reales de las comunidades y garantizando una ejecución adecuada y oportuna de proyectos de alto impacto a mediano y largo plazo.

De ese mismo modo, se entiende como fundamental el fortalecimiento de las alianzas productivas e intersectoriales. Lo anterior, a partir de la colaboración entre los distintos sectores, asunto que se convierte en un elemento indispensable para avanzar dentro de la economía, así como para generar alianzas entre el sector agropecuario y las entidades privadas comerciales de orden local, departamental y nacional. A su vez, dichas alianzas garantizan la efectiva comercialización de la producción, al tiempo que generan seguridad en el campesino y se convierten en un factor que motiva a este a continuar explotando las bondades del territorio rural de Cúcuta.

Finalmente, tal como lo plantean Uribe-Galvis, *et al.*, (2016) resulta fundamental robustecer los programas de innovación y hacer uso de tecnologías que permitan impulsar y crear nuevas alternativas para el sector; en ese mismo sentido, se considera importante consolidar una metodología robusta, propia y contextualizada, respecto de las necesidades del país, tanto como disponer de un conjunto de bases para proyectos tecnológicos, que conduzcan a generar estrategias organizacionales e institucionales, las cuales estén rigurosamente identificadas, y sean dirigidas hacia el sector agropecuario. Vale decir, para cerrar este apartado, que los temas expuestos son de gran importancia y que deben ser conocidos, tanto por los productores como por las instituciones gubernamentales, quienes son los encargados de propender por garantizar los recursos y las herramientas idóneas para el desarrollo e impulso del sector.

CONCLUSIONES

El sector agropecuario del municipio de Cúcuta tiene distintas necesidades desatendidas debido, tanto al bajo impacto que generan los programas implementados desde los organismos político-públicos, como a la escasa participación de sus actores beneficiarios; lo anterior, se considera a su vez como una limitante para la formulación de programas y procesos que sean

realmente idóneos, en la búsqueda por lograr el desarrollo productivo y sostenible de dicho sector.

En tal sentido, a partir del proyecto de investigación del que trata este artículo se establecieron aportes que pueden incidir en la productividad y en la competitividad del sector, así como estrategias que pueden ir encaminadas hacia el fortalecimiento de uno de los principales renglones de la economía del municipio. Por su parte, igualmente se determina que el accionar político dentro de este sector resulta crucial para crear, para mantener y para fortalecer proyectos efectivos, que atiendan las necesidades reales del mismo. No obstante, el cumplimiento de los objetivos no debe limitarse a una calificación cuantitativa, mediante el cumplimiento de indicadores y metas, sino que debe reflejarse en una calificación de impacto y en una satisfacción contundente, que promueva el desarrollo de la actividad agropecuaria y la convierta en una economía competitiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaldía Municipal de San José de Cúcuta. (2016, 22 de julio). *Plan de Desarrollo Municipal Cúcuta, 2016-2019*. Alcaldía Municipal de San José de Cúcuta. https://cucutanortedesantander.micolombiadigital.gov.co/sites/cucutanortedesantander/content/files/000033/1643_cucuta.pdf
- Alcaldía Municipal de San José de Cúcuta. (2020, 31 de enero). *Informe de Gestión Municipal 2016- 2019*. Alcaldía Municipal de San José de Cúcuta. <http://www.cucuta-nortedesantander.gov.co/control/informe-de-gestion-municipal-2016-2019>
- Banco Mundial. (2008). *Informe sobre el desarrollo mundial 2008. Agricultura para el desarrollo*. Washington, D.C. Banco Mundial. <https://documentos.bancomundial.org/es/publication/documents-reports/documentdetail/747041468315832028/informe-sobre-el-desarrollo-mundial-2008-agricultura-para-el-desarrollo>
- Banco Mundial. (2008). Informe sobre el desarrollo mundial Agricultura para el desarrollo Panorama General Aportes. *Revista de la Facultad de Economía, XII(36)*, 135-168. <http://www.eco.buap.mx/aportes/revista/36%20Ano%20XII%20Numero%2036.%20septiembre-%20diciembre%20de%202007/13%202008%20Informe%20sobre%20el%20desarrollo%20mundial.%20agricultura%20para%20el%20desarrollo-Banco%20Mundial.pdf>
- Becerra-Ramírez, M. T. y Cendales, M (2015). *Retos del sector agropecuario en Colombia - sostenibilidad para la competitividad*. MinAgricultura. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25668.37766>
- Byerlee, D., De Janvry, A. y Sadoulet, E. (2009). Agriculture for Development: Toward a New Paradigm. *Annual Review of Resource Economics. 1*, 15-31. <https://doi.org/10.1146/annurev.resource.050708.144239>

- Departamento Nacional de Planeación, Colombia (DNP). (2019, 29 de abril). *Circular 0006-4. Lineamientos, plazo, orientaciones y procedimientos para el reporte de la información requerida para la evaluación de la gestión y resultados de las entidades territoriales – “Medición del Desempeño Municipal”, la “Eficacia”, el “Desempeño Fiscal” y “Los Requisitos Legales”, vigencia 2018, en los sistemas de información SIEE y GESTIONWEB [presentación de diapositivas].* DNP.
https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Territorial/Portal%20Territorial/MDM/MDM%202019_DEPTOS.pdf
- Fan, S. (2011, 6 de junio). *Global Food Security Challenges and opportunities: The New Role of Agriculture* [presentación de diapositivas]. Slideshare.
<https://es.slideshare.net/shenggenfan/usaid-agriculture-course>
- FAO. (2011). *Looking Ahead in World Food and Agriculture: Perspectives to 2050. Food and Agriculture Organization of the United Nations.* FAO. <http://www.fao.org/3/i2280e/i2280e.pdf>
- Flores, M. y Pingali, P. (2006, agosto). Crecimiento Agrícola desde la Perspectiva de la Globalización ¿Oportunidad o Exclusión? [ponencia] . *Conferencia Internacional de la Asociación de Economistas agrícolas*, Madrid, España.
<http://www.reduniversitaria.es/ficheros/Margarita%20Flores%20y%20Prabhu%20Pingali.pdf>
- Hoyos Patiño, J. F., Velásquez, B. L., & Hernández Villamizar, D. A. (2020). Evaluación de sostenibilidad de dos sistemas de producción caprino: estudios de caso en sistemas de producción pecuaria en Ocaña, Norte de Santander. *Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias - FAGROPEC*, 11(2), 102-118. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v11n2a4>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2016, 30 de abril). *6,5% de Norte de Santander cuenta con suelos aptos para cultivar.* IGAC. <https://igac.gov.co/es/noticias/65-de-norte-de-santander-cuenta-con-suelos-aptos-para-cultivar>
- Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias (IFPRI). (2013). *Informe de política alimentaria mundial 2012.* Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias. <http://dx.doi.org/10.2499/9780896295537>
- Mincomercio. (2020). *Perfiles Económicos por Departamentos, Norte de Santander.* Mincomercio.
<https://www.mincit.gov.co/estudios-economicos/perfiles-economicos-por-departamentos>
- Palau, T. (1996, junio). *Las organizaciones campesinas paraguayas y el Desarrollo rural sustentable* (Documento de Trabajo No. 81) BASE investigaciones sociales.
https://core.ac.uk/display/35257999?utm_source=pdf&utm_medium=banner&utm_campaign=pdf-decoration-v1
- Perfetti Del Corral, J. J. (2010, 10 de junio). Política y Desarrollo Agropecuario. *El Colombiano.*
https://www.elcolombiano.com/historico/politica_y_desarrollo_agropecuario-KVec_92888

- Perfetti, J. J., Balcázar, Á., Hernández, A. y Leibovich, J. (2013). *Políticas para el desarrollo de la agricultura en Colombia. La agricultura y el desarrollo de los territorios rurales*. Editores S.A. <https://www.repository.fedesarrollo.org.co/handle/11445/61>
- Piñeiro, M. (2009). *El contexto internacional y regional para el desarrollo agropecuario y rural de América Latina y el Caribe*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA. <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A3904e/A3904e.pdf>
- Riveros-Duque, J. Se. (2016). *Diseño de un modelo de gestión de responsabilidad social empresarial y desarrollo sostenible para pymes del sector agropecuario* [tesis de pregrado, Fundación Universidad de América]. Repositorio Institucional UN. <http://repository.uamerica.ebdu.co/bitstream/20.500.11839/109/1/3111373-2016-2-II.pdf>
- Uribe-Galvis, C. P., Fonseca-Rodríguez, S. L., Bernal-Ramos, G. E., Contreras-Pedraza, C. A. y Castellanos-Domínguez, O. F. (2011). *Sembrando innovación para la competitividad del sector agropecuario colombiano* [tesis de pregrado, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional UN. https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/7230/Diagramacion_Libro_MADR_V2.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Velásquez Carrascal, B. L., Hoyos Patiño, J. F. ., Hernández Villamizar, D. A., Sayado Velasquez, L. N., Sayago Velásquez, J. E., & Vargas Yuncosa, J. A. (2020). (DIE) - MODELO PARA EL DISEÑO DE IDEAS DE EMPRENDIMIENTO. *Revista Facultad De Ciencias Agropecuarias - FAGROPEC*, 12(1), 52-64. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v12n1a5>

COMPARACIÓN DEL AISLAMIENTO BACTERIANO POR MEDIO DE HISOPADO Y LAVADO DE BAJO VOLUMEN, EN YEGUAS CRIOLLAS COLOMBIANAS CON ENDOMETRITIS

Comparison of the bacterial isolation through swabbing and low volume washing in Colombian Creole mares with endometritis

 **Renso Sneider Gallego Rodríguez^{1*}**  **Juan Diego Lujan Giraldo²**
E-mail: renso1287@gmail.com E-mail: diego-322@hotmail.com

¹MVZ, Esp, MSc. Grupo de Investigación Veterinaria GISCA, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Institución Universitaria Visión de las Américas, Medellín, Colombia.

²MV(e). Práctica privada y académica en medicina veterinaria, Medellín, Colombia

Fecha recepción: 25 de enero de 2021 / Fecha Aprobación: 22 de marzo de 2021 / Fecha Publicación: 29 de junio 2021

RESUMEN

La endometritis bacteriana en las yeguas es una de las principales causas de subfertilidad, y genera efectos negativos en el desarrollo de la reproducción equina. A causa de manejos reproductivos inadecuados, el diagnóstico y la terapéutica generalmente fracasan, razón por la cual aumentan los casos de infertilidad en las hembras. El presente estudio se realizó con 15 yeguas criollas colombianas, las cuales presentaron signos de subfertilidad asociados a abortos, retención placentaria, repetición de celos, secreción vulvar, entre otros. Los ejemplares fueron diagnosticados por medio de examen clínico reproductivo y de cultivo microbiológico, mediante las técnicas de hisopado uterino y de lavado de bajo volumen. Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva. Del total de muestras analizadas, *E. coli* fue el agente con mayor frecuencia de aislamiento de manera individual y en infecciones mixtas. A su vez, de las 15 muestras evaluadas para el cultivo, mediante la técnica de hisopado, se encontró que *E. coli* se aisló en un 33,33% (5/15), mientras que, con el lavado de bajo volumen, se obtuvo un aislamiento de 13,33% (2/15). De las técnicas analizadas, el hisopado mostró una mayor eficacia en el aislamiento de *E. coli*, con respecto al lavado de bajo volumen.

Palabras claves.

Bacterias, diagnóstico, hisopado, lavado, endometritis, yeguas.

ABSTRACT

The bacterial endometritis in mares is one of the main causes of subfertility, generating negative factors in the development of equine reproduction. Generally, due to inadequate reproductive management, the diagnosis and therapy fail, increasing cases of infertility in females. The present study was carried out with 15 Colombian Creole mares which presented such signs of subfertility as abortions, placental retention, repetition of the heat and the vulvar discharge among others. The animals were diagnosed via

Cómo citar:

Gallego Rodríguez, R. S. y Lujan Giraldo, J.D. (2021). Comparación del aislamiento bacteriano por medio de hisopado y lavado de bajo volumen, en yeguas criollas colombianas con endometritis. *Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias -FAGROPEC*. Universidad de la Amazonia. Vol. 13 (1), 36-43. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v13n1a4>



reproductive clinical testing and a microbiological culture, using the uterine swabbing and low volume lavage techniques. The data were analyzed through the descriptive statistics. Of the total amount of samples analyzed, *E. coli* was the agent with the highest frequency of individual isolation and in mixed infections. At the same time, according to the 15 samples evaluated for culture by the swab technique, the *E. coli* was isolated in 33.33% (5/15) of them. Meanwhile the low volume washing technique showed an isolation of 13.33% (2/15). Concerning the analyzed techniques, the swabbing showed greater efficiency in isolating *E. coli* than the low volume washing.

Key words

bacteria, diagnosis, swab, lavage, endometritis, mares

INTRODUCCIÓN

La endometritis en yeguas es una de las patologías más frecuentes en la práctica veterinaria, y una de las principales causas de subfertilidad (Ferris, 2016). Esta alteración puede ser de origen bacteriano, fúngico o inmunomediada (Siemieniuch, 2019). Las endometritis bacterianas son problemáticas frecuentemente encontradas en la reproducción equina, y pueden ser derivadas de malas prácticas y de diagnósticos inadecuados, en los cuales la antibioticoterapia fracasa, aumentando así la infertilidad (Causey RC, 2008).

Las bacterias encontradas de manera frecuente en el endometrio de las yeguas son *Streptococo equi zooepidermicus*, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa* (Overbeck W, 2011); a su vez, han sido descritas otras bacterias con presentación común en los aislamientos, como es el caso de *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus coagulasa-negativa* y *Proteus spp.* (Terttu K, 2016). Generalmente, los signos reproductivos aparecen en yeguas que no quedan gestantes post servicio y que presentan reabsorción embrionaria, pérdidas fetales tempranas, abortos, placentitis o metritis postparto (LeBlanc, 2009).

El diagnóstico de la endometritis bacteriana se basa en el historial reproductivo del animal, sumado a la utilización de técnicas como el aislamiento del agente patógeno por medio del cultivo (Scoggin, 2016). La técnica de hisopado permite la toma de muestras desde varios puntos diferentes, en la superficie uterina; a su vez, es posible obtener una muestra profunda del tejido endometrial (Terttu K, 2016). A partir de un estudio realizado con 2123 hisopados endometriales se reportó un 11% de cultivos con aislamiento positivo, de los cuales, la bacteria más común fue *Streptococcus β -hemolítico*, con un 34%, seguida por *E. coli*, con un 17% y por *Pseudomonas spp.*, con un 12% (Riddle WT, 2007).

El lavado de bajo volumen se ha indicado por su mayor precisión, en comparación con el hisopado uterino, en tanto todo el líquido recubre el área superficial del endometrio, por lo que el procedimiento garantiza un área mayor de muestreo. Éste se realiza, generalmente, con un volumen de 20 a 250 ml (Ball BA, 1988), siendo normal la recuperación de volúmenes, a partir de 30 a 60 ml (LeBlanc MM, 2007). Estudios realizados en los cuales la técnica utilizada en el

diagnóstico fue el lavado de bajo volumen, indicaron un aislamiento bacteriano positivo en el 70% de las muestras; en estas el 42% correspondió a *E. coli* y el 38% a *Streptococcus β -hemolítico* (LeBlanc M.M., 2007). Teniendo en cuenta lo anterior, el presente estudio tuvo por objetivo realizar una comparativa en el aislamiento bacteriano uterino, entre las técnicas de hisopado y de lavado de bajo volumen, en yeguas criollas colombianas.

METODOLOGÍA

Aspectos éticos

El estudio se realizó bajo la normativa de la Ley 1774 del 6 de enero del 2016; de acuerdo con ello, se aseguró que ninguno de los animales objeto del presente estudio registrara algún signo de incomodidad o malestar. El proceso de levantamiento de la información fue desarrollado en el marco de ejercicios de diagnóstico clínico, los cuales fueron realizados por el profesional tratante de los especímenes; por lo anterior, no fue solicitado para dicho proceso un aval por parte de un comité de ética.

Especímenes objeto de estudio

Para el desarrollo del estudio se incluyeron 15 yeguas criollas colombianas, con edades entre los 4 a los 12 años, con una condición corporal de entre 2,5 a 4, según la escala propuesta por Webb y Weaver en 1979; dichos autores proponen un puntaje de 1 (muy pobre) a 6 (muy gordo), encontrándose los puntajes entre 3 o 4, clasificados como buenos, con registro de repetición de celo e historial de subfertilidad y signos clínicos y reproductivos de endometritis bacteriana.

Clasificación de la endometritis

Durante la realización de la presente investigación se identificó a la endometritis clínica, como el proceso de infección uterina con signos evidentes de descarga vaginal y acúmulo de exudado en la comisura ventral de la vulva. La endometritis subclínica se consideró como el proceso de infección uterina sin signos visibles, pero con historial de infertilidad y con posterior diagnóstico, a través de las pruebas utilizadas.

Cultivo bacteriológico

Se utilizaron dos técnicas para la toma de muestras endometriales. Una, mediante un *hisopo double-guarded* estéril especial para la especie equina, protegido con una funda para evitar su contaminación en su paso por la vagina y el cérvix; las muestras se obtuvieron de la porción dorsal y ventral de las paredes del cuerpo y base de los cuernos del útero y fueron enviadas en refrigeración, por medio de *transporte Stuart*, con el fin de asegurar su adecuada conservación. La otra técnica se realizó por medio del lavado de bajo volumen, utilizando una *sonda Foley* estéril No. 24, para la infusión de 150 ml de solución salina fisiológica, de las cuales, se recuperaron 50 ml en *tubos eppendorf*, los que fueron rotulados y almacenados bajo refrigeración, para su posterior transporte. Las dos técnicas fueron realizadas en el mismo momento; primero se tomó la muestra con el hisopo y luego se procedió con el lavado de bajo

volumen. Además, se aseguró que las muestras llegaran en un período menor a 6 horas al laboratorio de destino, para su posterior análisis.

Procesamiento de las muestras

Las muestras obtenidas para el análisis y el aislamiento bacteriano fueron enviadas a un laboratorio, para su procesamiento y cultivo. Estas, a su vez fueron sembradas en agar *MacConkey* a una temperatura de 37°C y con un tiempo de espera de crecimiento bacteriano de 72 horas; para la clasificación de las colonias se utilizaron rutas bioquímicas (TSI, LISINA, UREA, CITRATO y SIM). La técnica de antibiograma se realizó bajo los estándares internacionales CLSI (Instituto de Estándares Clínicos y de Laboratorio).

Análisis estadístico

Se realizaron medidas de estadística descriptiva, en las cuales se determinó la frecuencia de la presentación de bacterias a nivel uterino en yeguas, utilizando una base de datos categorizada en hoja de cálculo Excel.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mayoría de los problemas de subfertilidad en las yeguas se asocian con la incapacidad de eliminar desechos inflamatorios, microflora contaminante y detritos postmonta (Leblanc MM, 2003). Desde los estudios realizados por Frontoso *et al.* (2008) se ha mencionado una alta incidencia de infecciones bacterianas a nivel reproductivo en yeguas; a partir de estos datos se obtuvieron resultados de entre el 50% y el 70%. Autores como Benko *et al.* (2015) indican una tendencia al aumento de las infecciones uterinas en yeguas, y apoyan su teoría al indicar incidencias en un 70%, en los cultivos obtenidos mediante hisopos uterinos (Benko T, 2015). Lo antes mencionado concuerda con los resultados encontrados en el actual estudio, en el cual se identificó el aislamiento bacteriano positivo, para cada una de las 15 muestras analizadas y obtenidas mediante hisopado y lavado de bajo volumen.

En todo caso, resulta importante realizar un diagnóstico preciso, relacionando los signos clínicos y el diagnóstico microbiológico, con el fin de predecir el rendimiento reproductivo de las yeguas (Overbeck W, 2011). Diel de Amorim, *et al.* (2015) enfatizan en la importancia de realizar diagnósticos de endometritis en yeguas, basándose en múltiples parámetros clínicos, tales como la citología y la biopsia; ello, en tanto consideran que, de limitarse al cultivo, se puede llegar a obtener falsos negativos, debido a mecanismos de resistencia bacteriana, como la producción biofilm y la profundidad en el tejido en el que se encuentren las colonias bacterianas (Diel de Amorim M, 2015).

Ahora bien, de las 15 muestras evaluadas para el cultivo, mediante la técnica de hisopado, se encontró que *E. coli* se aisló en un 33,33% (5/15); la asociación *E. coli* + *Streptococcus spp.* en un 13,33% (2/15) y *E. coli* + *Staphylococcus spp.* en un 13,33% (2/15). Otras bacterias fueron aisladas de forma individual en menor proporción, como es el caso de *Pseudomonas spp.*, en un 6,67% (1/15) (Tabla 1).

Tabla 1.

Relación de aislamientos bacterianos mediante la técnica de hisopado uterino.

Bacteria	Hisopado	%
<i>E. coli</i>	5	33,33
<i>E.coli</i> + <i>Streptococcus spp.</i>	2	13,33
<i>E. coli</i> + <i>Staphylococcus spp.</i>	2	13,33
<i>E. coli</i> + <i>Klebsiella spp.</i>	1	6,67
<i>E. coli</i> + <i>Proteus</i>	1	6,67
<i>E. coli</i> + <i>Streptococcus spp.</i> + <i>Staphylococcus spp.</i>	1	6,67
<i>Pseudomonas spp.</i>	1	6,67
<i>Klebsiella spp.</i> + <i>Streptococcus spp.</i>	1	6,67
<i>Enterobacter spp.</i> + <i>Pseudomonas spp.</i>	1	6,67
Total	15	100

En otro orden de cosas, de las muestras conseguidas se obtuvo que *E. coli* y *Pseudomonas spp.*, con el 13,33% cada una, fueron las bacterias con mayor aislamiento de manera individual; así mismo, se encontró en mayor asociación a *E. coli* + *Pseudomonas spp.* + *Klebsiella spp.*, y *E. coli* + *Enterobacter spp.*, cada asociación con el 13,33% (Tabla 2).

Tabla 2.

Relación de aislamientos bacterianos mediante la técnica de lavado de bajo volumen.

Bacteria	Lavado	%
<i>E. coli</i>	2	13,33
<i>E. coli</i> + <i>Enterobacter spp.</i>	2	13,33
<i>E. coli</i> + <i>Pseudomonas spp.</i> + <i>Klebsiella spp.</i>	2	13,33
<i>Pseudomonas spp.</i>	2	13,33
<i>E. coli</i> + <i>Klebsiella spp.</i>	1	6,67
<i>E. coli</i> + <i>Pseudomonas spp.</i>	1	6,67
<i>E. coli</i> + <i>Pseudomonas spp.</i> + <i>Proteus</i>	1	6,67
<i>E. coli</i> + <i>Pseudomonas spp.</i> + <i>Streptococcus spp.</i>	1	6,67
<i>E. coli</i> + <i>Pseudomonas spp.</i> + <i>Klebsiella spp.</i> + <i>Staphylococcus spp.</i>	1	6,67
<i>Streptococcus spp.</i> + <i>Klebsiella spp.</i> + <i>Pseudomonas spp.</i>	1	6,67
<i>Streptococcus spp.</i> + <i>Pseudomonas spp.</i>	1	6,67
Total	15	100

A su vez, Albin *et al.* (2003) registraron un aislamiento del 67% para *Echerichia coli*, mientras que para *Streptococcus β -hemolítico*, el registrado fue del 20% en muestras para cultivo, tomadas mediante hisopado. Estos resultados son similares a los descritos por Morales y Castro (2018), quienes obtuvieron muestras uterinas para cultivo mediante la técnica de hisopo, reportando el aislamiento de *E. coli* en un 80% de los casos de endometritis. Lo anterior, concuerda con los resultados obtenidos en el presente estudio, en el cual se aisló con

mayor frecuencia *E.coli*, y con menor frecuencia a las bacterias como *Streptococcus spp.*, *Staphylococcus spp.*, y *Pseudomonas spp.*

Con relación a la confirmación de casos de endometritis bacterianas, por cultivos, Beehan *et al.* (2015) afirman que son varias las causas por las cuales, algunas muestras podrían presentar falsos negativos; entre estas, mencionan por ejemplo que bacterias como *E. coli* tienen la facilidad de adherirse firmemente al epitelio, lo cual las hace difíciles de cultivar, si se utilizan técnicas como el lavado de bajo volumen, y la capacidad de crear biopelículas protectoras, lo que finalmente dificulta su aislamiento.

Por otra parte, para el análisis comparativo se encontró un mayor aislamiento de *E. coli* mediante la técnica de hisopado, con un 33,33% (5/15), respecto del lavado de bajo volumen, que presentó un porcentaje del 13,33% (2/15). A su vez, *E. coli*, asociada a infecciones mixtas, se aisló con mayor frecuencia en el lavado de bajo volumen, con un 60% (9/15), mientras que, mediante el hisopado, se identificó con un 46,67% (7/15). *Streptococcus spp.* fue aislado en infecciones mixtas encontrando una mayor frecuencia, mediante el lavado de bajo volumen, con un 13,33% (2/15), frente a su identificación por hisopado, en un 6,67% (1/15) (Tabla 3).

Tabla 3.

Comparativa de aislamientos bacterianos mediante las técnicas intrauterinas de hisopado y lavado de bajo volumen.

Bacteria	Hisopado	%	Lavado	%
<i>E. coli</i>	5	33,33	2	13,33
<i>E. coli</i> + infección mixta	7	46,67	9	60
<i>Streptococcus spp.</i>	0	0,00	0	0,00
<i>Streptococcus spp.</i> + infección mixta	1	6,67	2	13,33
<i>Pseudomonas spp.</i>	1	6,67	2	13,33
<i>Pseudomonas spp.</i> + infección mixta	1	6,67	0	0,00
Total	15	100	15	100

Por contraste, los resultados obtenidos en el estudio difieren de los reportados por Christoffersen *et al.* (2015), quienes, a pesar de coincidir en estos al reportar a *E. coli* como la bacteria con mayor frecuencia respecto de otras, indicaron su aislamiento en un 30%, respecto de las muestras obtenidas con lavado de bajo volumen, y en un 12%, respecto de las obtenidas mediante hisopado. La diferencia entre los porcentajes de reporte, a partir de la técnica utilizada para la obtención de la muestra, podría encontrarse relacionada con la capacidad del hisopo para obtener una muestra de mayor profundidad del epitelio endometrial.

Finalmente, vale indicar que Petersen *et al.* (2015) afirman que muchos resultados de cultivos presentan bajos valores de aislamiento, debido al alto número de yeguas con infecciones latentes por *Streptococcus equi zooepidemicus*, patógeno que reside profundamente en el endometrio, facilitando infecciones persistentes subclínicas. Lo indicado por los autores

podría relacionarse con los resultados del presente estudio, en el que no se registró el aislamiento individualizado de *Streptococcus equi zooepidemicus*, bajo ninguna de las técnicas utilizadas, pero sí en combinación con otras bacterias, las cuales podrían asociarse a infecciones agudas, en las que la bacteria se encuentra a nivel superficial en el epitelio endometrial. Así las cosas, según el criterio de los autores, resulta necesario el desarrollo de estudios que involucren un mayor número de muestras y de la confirmación de los hallazgos, mediante la realización biopsias.

CONCLUSIONES

Las yeguas criollas colombianas registran una alta frecuencia en la presentación de endometritis bacteriana; el agente aislado más comúnmente encontrado, de manera individual y en infecciones mixtas, es *E. coli*. La técnica de hisopado demostró mayor eficacia en el aislamiento de *E. coli*, con respecto al lavado de bajo volumen; a su vez, las dos técnicas no resultaron efectivas para la identificación de *Streptococcus equi zooepidemicus*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albihn, A.B., Baverud, V., Magnusson, U. (2003). Uterine microbiology and antimicrobial susceptibility in isolated bacteria from mares with fertility problems. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 44, 121–129. doi: 10.1186/1751-0147-44-12
- Ball, B. A., Shin, S. J., Patten, V. H., Lein, D. H., Woods, G. L. (1988). Use of a low-volume uterine flush for microbiologic and cytologic examination of the mare's endometrium. *Theriogenology*, 29, 1269–83. doi.org/10.1016/0093-691X(88)90007-6
- Beehan, D. P., Wolfsdort, K., Elam, J., Krekeler, N., Paccamonti, D., Lyle, S. (2015). The evaluation of biofilm-forming potential of *Escherichia coli* collected from the equine female reproductive tract. *J Equine Vet Sci* (35), 935-939. doi.org/10.1016/j.jevs.2015.08.018
- Benko, T., Boldizar, M., Novotny, F., Hura, V., Valocky, I., Dudrikova, K., Karamanova, M., Petrovic, V. (2015). Incidence of bacterial pathogens in equine uterine swabs, their antibiotic resistance patterns, and selected reproductive indices in English thoroughbred mares during the foal heat cycle. *Veterinarni Medicina*, 11, 613–620. doi:10.17221/8529-VETMED
- Causey, R. C., Miletello T, O'Donnell L, Lyle S, Paccamonti D, Anderson K, Eilts B, Morse S, LeBlanc MM. (2008). Pathologic Effects of Clinical Uterine Inflammation on the Equine Endometrial Mucosa. *THERIOGENOLOGY*, (54), 276-277.
- Christoffersen, M., Brandis, L., Samuelsson, J., Bojesen, A.M., Troedsson, M.H., Petersen, M.R. (2015). Diagnostic double-guarded low-volume uterine lavage in mares. *Theriogenology*, 83, 222-7. doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.09.008
- Diel de Amorim, M., Gartely, C., Foster, R., Hill, A., Scholtz, E., Hayes, A., Chenier, T. (2015). Comparison of clinical signs, endometrial culture, endometrial cytology, uterine low volume lavage, and uterine biopsy, and combinations in the diagnosis of Equine Endometritis. *Journal of*

- Equine Veterinary Science, 44, 54-61. doi:10.1016/j.jevs.2015.10.012
- Ferris, R. A. (2016). Diagnostic tools for infectious endometritis. *Vet Clin North Am Equine Pract*, 32(3), 481-498. doi:10.1016/j.cveq.2016.08.001
- Frontoso, R., De Carlo, Pasolini, M. P., Meulen, K., Pagnini, U, Lovane, G., Martino., L. (2008). Retrospective study of bacterial isolates and their antimicrobial susceptibilities in equine uteri during fertility problems. *Research in Veterinary Science*, 8, 1-6. doi:10.1016/j.rvrsc.2007.02.008
- LeBlanc, M. M. y Causey R., C. (2009). Clinical and subclinical endometritis in the mare: Both Threats to Fertility. *Reprod Domest Anim*, 44(3), 10 - 22
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19660076>
- LeBlanc M. M., Magsig J., Stromberg, A. (2007). Use of a low-volume uterine flush for diagnosing endometritis in chronically infertile mares. *Theriogenology*, 68(3), 403-12. doi: 10.1016/j.theriogenology.2007.04.038
- Leblanc, M. M. (2003). Persistent mating induced endometritis in the mares: pathogenesis, diagnosis and treatment. *Recent Advances in Equine Reproduction*. En B. B., A. (Ed.), *Recent Advances in Equine Reproduction*. International Veterinary Information Service.
- Morales, P. C., Castro, R., A. (2018). Estimación de la integridad uterina en yeguas Pura Raza Chilena y su asociación con edad y número de partos. *Rev Inv Vet Perú*, 29(2), 565-574. doi:10.15381/rivep.v29i2.14489
- Overbeck, W., Witte, T., S., Heuwieser, W. (2011). Comparison of three diagnostic methods to identify subclinical endometritis in mares. *Theriogenology*, 75, 1311-1318. doi:10.1016/j.theriogenology.2010.12.002
- Petersen, M. R., Nielsen, J. M., Lehn-Jensen, H., Bojensen, A. M. (2009). *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus* resides deep in the chronically infected endometrium of mares. *Clin Theriogenology*, 1, 393-409.
- Petersen, M. R., Skive, B., Christoffesen, M., Lu K., Nielsen, J. M., Troedsson, M.H., Bojesen, A. M. (2015). Activation of persistent *Streptococcus equi* subspecies *zooepidemicus* in mares with subclinical endometritis. *Vet Microbiol*, 179, 119-25. doi:10.1016/j.vetmic.2015.06.006
- Riddle, W.T., Leblanc, M. M., Stromberg, A. (2007). Relationships between uterine culture, cytology and pregnancy rates in a Thoroughbred practice. *Theriogenology*, 68(3), 395-402. doi: 10.1016/j.theriogenology.2007.05.050
- Scoggin, Ch. (2016). Endometritis, nontraditional therapies. *Vet Clin North Am Equine Pract*, 32(3): 499-511. doi: 10.1016/j.cveq.2016.08.002
- Siemieniuch, M. J., Kozdrowski R., Mioduchowska S., Nowak, R. (2019). Evidence for Increased Content of PGF2a, PGE2, and 6-keto-PGF1a in endometrial tissue cultures from heavy draft mares in anestrus with endometritis. *Journal of Equine Veterinary Science*, 77, 107 - 113. doi: 10.1016/j.jevs.2019.02.014
- Terttu, K. (2016). Evaluation of diagnostic methods in equine endometritis. *Reprod Biol*, 16, 189-196. doi:10.1016/j.repbio.2016.06.002.

BALANCE DE ENERGÍA EN SISTEMAS PRODUCTIVOS DE CAFÉ VARIEDAD CASTILLO, EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO (COLOMBIA)*

Energy balance in the production systems of the castillo variety coffee, in the department of Nariño (Colombia)

*Investigación presentada como parte del macroproyecto: "Investigación evaluación del efecto de sombra en diferentes especies arbóreas en el comportamiento agronómico y calidad de café Consacá, Nariño, Occidente", el cual ha sido financiado por el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación, del Sistema General de Regalías (SGR), y ejecutado por la Universidad de Nariño, durante los años 2013 a 2021.

 **Tulio Cesar Lagos Burbano**¹
E-mail: tlagos3@gmail.com

 **Zulma Natali Cruz Pérez**²
E-mail: zulma.natali@yahoo.com

 **Johana Alixa Muñoz Belalcázar**³
E-mail: mjohannaalixa@gmail.com

 **Danita Andrade Díaz**³
E-mail: danitaan@gmail.com

¹Universidad de Nariño (UDENAR), Ciudadela Universitaria Torobajo, Pasto, Nariño, Colombia.

²Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Carretera San José de las Lajas – Tapaste, Mayabeque, Cuba.

³Grupo de Investigación en Producción de Frutales Andinos, Universidad de Nariño (UDENAR), Ciudadela Universitaria Torobajo, Pasto, Nariño, Colombia.

Fecha recepción: 5 de febrero de 2021 / Fecha Aprobación: 22 de marzo de 2021 / Fecha Publicación: 30 de junio 2021

RESUMEN

Esta investigación estuvo orientada a estimar el balance energético basado en la fijación de Carbono, en cuatro sistemas productivos de café, de cuatro municipios, pertenecientes a las subregiones Mayo, Centro y Occidente, del departamento de Nariño (Colombia). La obtención de la información fue posible mediante la aplicación de medidas alométricas, para las especies arbóreas utilizadas en los tratamientos y destructivas para el café, mediante la extracción y fragmentación de cada uno de sus componentes. Las evaluaciones fueron realizadas durante el primer y segundo semestre del 2019, en sistemas productivos que contaban con edad de cinco años. Se encontró que el mayor déficit se obtuvo en el municipio de la Unión con el tratamiento 1, mientras que el máximo excedente se obtuvo con el tratamiento 3 en el municipio de Sandoná. En el municipio de La Florida, el tratamiento 2 presentó los mayores valores de emisiones, siendo la fertilización nitrogenada la actividad de mayor emisión. En la interacción entre municipio y altitud se obtuvo promedios de captura de Carbono estadísticamente significativos, siendo los sistemas de mayor altitud del municipio de La Unión, los que obtuvieron promedios superiores. En cuanto a los tratamientos, no se presentó diferencia entre los socios de café con sombrío. Los resultados indican que los sistemas productivos de café, en asocio con especies forestales de sombrío, contribuyen a la mitigación del cambio climático, en tanto son ecosistemas potenciales en la fijación de carbono y resultan útiles para el pago de servicios ambientales.

Palabras claves.

Almacenamiento de carbono, cambio climático, medidas alométricas, biomasa, fijación, emisión.

Cómo citar:

Lagos Burbano, T. C., Cruz Pérez, Z. N., Muñoz Belalcázar, J. A., y Andrade Díaz, D. (2021). Balance de energía en sistemas productivos de café variedad castillo, en el departamento de Nariño (Colombia). *Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias -FAGROPEC*. Universidad de la Amazonia. Vol. 13 (1), 44-59. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v13n1a5>



ABSTRACT

This research was aimed at estimating the energy balance based on carbon fixation in four coffee production systems, located in four municipalities of mayo's, central and western subregions of the department of Nariño (Colombia). The data collection was implemented through the application of allometric measurements for the tree species used in the treatments and destructive purposes for coffee through the extraction and fragmentation of each of its components. The assessments were carried out during the first and the second semesters of 2019 in five-year-old production systems. It was found that the largest deficit was obtained in the municipality of La Unión with the treatment 1. Meanwhile the maximum surplus was obtained in treatment 3 in the municipality of Sandoná. The highest emission values were presented in the municipality of La Florida with the Treatment 2, where the highest emission activity corresponded to a nitrogen fertilization. The interaction between municipality and altitude obtained statistically significant carbon average capture. La Unión's systems with the higher altitude were of a higher average. And in terms of treatments there is no difference among the coffee and shade alliance. The results indicate that coffee production systems in association with shade forest species contribute to the climate change mitigation. These ecosystems might be crucial in the carbon fixation and as for the payment of environmental services.

Key words

Carbon storage, climate change, allometric measurements, biomass, fixation, emission.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del sistema productivo de café es una de las principales actividades socioeconómicas del sector agrícola colombiano. A su vez, en el contexto de dicho país, el café es uno de los productos más importantes y representativos, en lo referente al renglón de las exportaciones (Matta, 2017). Sin embargo, pese a los amplios beneficios económicos que provee, la producción a gran escala suele estar centrada en las exportaciones, por lo que su contribución a los suministros locales de alimentos y a la conservación ambiental es relativamente baja (FAO, 2016). Por esto último, para los sistemas productivos de café se han propuesto y también se han incrementado los usos de especies arbóreas para sombrero, como una estrategia de conservación de la biodiversidad, de adaptación al cambio climático y de seguridad alimentaria, entre otros servicios a los ecosistemas (FAO, 2016) (De Beenhouwer *et al.*, 2016).

Acorde con lo anterior, se evidencia la importancia del uso e implementación de buenas prácticas agrícolas, dentro del cultivo de café, tales como la asociación con especies arbóreas. Esto, en tanto dicha práctica contribuye al aseguramiento de la calidad y al desarrollo de actividades que impulsen el cuidado del medio ambiente y que garanticen el conjunto de principios y requisitos, que deben seguirse durante los procesos de producción, tanto agronómicos, como de beneficio; lo anterior, con el fin de asegurar además, que el producto obtenido sea inocuo para el consumidor (Puerta *et al.*, 2016).

Adicionalmente, el Sistema de Información sobre Biodiversidad reporta que en Colombia existen 58.312 especies diferentes registradas, ubicándose dicho país en los primeros lugares

con mayor diversidad a nivel mundial (SIB, 2020). Teniendo en cuenta esa información, se entiende la importancia de promover prácticas que contribuyan a detener la pérdida de los bosques, considerando que éstos benefician a cientos de millones de personas, incluidas muchas de las más pobres del mundo; además, teniendo en cuenta que éstos ecosistemas contribuyen, en gran medida, a mejorar el nivel de vida de cientos de comunidades de escasos recursos, cuya economía depende de los bienes y los servicios ambientales que proveen los bosques y las especies arbóreas. Así mismo, dichas prácticas permiten combatir el cambio climático, proteger los hábitats del 75% de la biodiversidad terrestre a nivel mundial y mantener la resiliencia de los ecosistemas, respaldando de esta manera la agricultura sostenible (FAO, 2016).

Dicho lo anterior, los sistemas de producción agrícola, manejados de forma amigable con el medio ambiente y en asocio con árboles nativos, son considerados como una buena estrategia para implementar programas de mitigación y de adaptación al cambio climático. Incluir árboles nativos favorece económicamente a los productores e incrementa los lugares de refugio y las condiciones mínimas de sobrevivencia, en ambientes que sean semejantes a los ecosistemas naturales, para que los diferentes grupos de animales logren adaptarse a los cambios (Canal y Andrade, 2019). Además, estas son medidas voluntarias adoptadas por los productores y por el sector privado, las cuales contribuyen con los sistemas de certificación, que sirven a su vez como salvaguardias económicos, sociales y ambientales (FAO, 2016).

Por su parte, actualmente existen pocos estudios que traten temas relacionados con el almacenamiento y con la fijación de carbono de los sistemas productivos cafeteros, en el departamento de Nariño; ello, aun cuando esto representa un aporte a la mitigación de los efectos del cambio climático, lo cual a su vez implica una ventaja económica para los productores, dada su contribución a la calidad del café. Igualmente, teniendo en cuenta que, entre los servicios ambientales más relevantes para los ecosistemas forestales y agroforestales, se encuentra la fijación de carbono durante el proceso de fotosíntesis, que captura el CO₂. En Nariño, la estimación de la biomasa en los sistemas productivos de café ha de considerarse como un tema relevante, en relación con el calentamiento global, debido a que cada vez se da mayor importancia al papel de los cultivos y de los bosques, en relación con los gases de efecto invernadero. En este caso, la determinación de la fijación y del almacenamiento de carbono en sistemas productivos de café, contribuiría al mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales, de uno de los agroecosistemas más representativos del departamento, a través de la estimación de un valor agregado a la producción, el cual podría tener gran potencial e importancia para los productores, debido al pago de servicios ambientales.

Por lo anterior, esta investigación tuvo como objetivo principal determinar el balance energético basado en la fijación y en la emisión de carbono en sistemas productivos de café, en el sur occidente colombiano, como estrategia para promover su manejo y conservación, en el departamento de Nariño (Colombia).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El estudio se llevó a cabo a partir del segundo semestre del año 2014 - hasta el año 2019, en los municipios de La Unión de la subregión Mayo; Sandoná y Consacá de la subregión Occidente y en La Florida de la subregión Centro, ubicados estos en el departamento de Nariño, el cual se sitúa al sur occidente de Colombia. Los lugares de evaluación se encuentran distribuidos en la región Andina del departamento: La Unión perteneciente al ecotopo 220A; Consacá, Sandoná y La Florida al ecotopo 221A (Gómez *et al.*, 1991) (Tabla 1).

Tabla 1.
Ubicación geográfica de los lotes evaluativos de la investigación.

Municipio	Lote experimental	Altitud (m.s.n.m)	Longitud	Latitud
Sandoná	Las delicias	1.536	77°44' 54"	1°13' 36"
	Mana I	1.700	77°48' 32"	1°10' 25"
	La Cruz	2.015	77°46' 45"	1°12' 27"
La Unión	La Playa	1.430	77°09' 00"	1°38' 28"
	El Sauce	1.620	77°07' 38"	1°34' 23"
	Buenos Aires	2.030	77°07' 38"	1°34' 23"
Consacá	Cariaco Bajo	1.577	77°28' 07"	1°10' 30"
	Bomboná	1.668	77°27' 31"	1°11' 26"
	San Antonio	1.989	77°25' 56"	1°12' 50"
La Florida	La Joya	1.677	77°17' 56"	1°22' 06"
	Santa Ana	1.877	77°18' 53"	1°23' 56"
	San Francisco	2.030	77°20' 43"	1°22' 20"

La evaluación de la biomasa, como base para la determinación del porcentaje de carbono orgánico y de carbono equivalente (CO₂eq), se realizó en los laboratorios especializados en suelos, de la Universidad de Nariño, los cuales se encuentran ubicados en la Ciudadela Universitaria, sede Torobajo del municipio de Pasto.

Material vegetal y diseño experimental. Se seleccionaron 12 lotes experimentales, tres por municipio de estudio; en los cuatro municipios se sembró café variedad Castillo, regional Tambo, bajo un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA). Se establecieron cuatro repeticiones, que correspondieron a los bloques y fueron definidos por los cuatro municipios a evaluar y dos unidades experimentales por tratamiento, que fueron tomadas respectivamente en el primer y en el segundo semestre del 2019, desde las cuales se realizaron las evaluaciones. A su vez, se utilizó un arreglo en parcelas divididas, a partir del cual, la parcela principal fue la altitud sobre el nivel del mar y las subparcelas fueron los tratamientos correspondientes a los sistemas productivos de café (Tabla 2); allí, se usaron diferentes especies para el sombrío, tales como: aguacate (*Persea americana* Mill.), limón tahití (*Citrus limon* (L.) Burm), guamo (*Inga* sp) y carbonero (*Albizia carbonaria* Britton).

Tabla 2.
Sistemas productivos de café evaluados en los cuatro municipios de estudio.

Tratamiento	Componentes	Distancia siembra (m)	Sistema siembra	Plantas (ha)
T1	Café sin sombrío	Café: 1,3 x 1,3	Triángulo	6.800
T2	Café con sombrío más limón y aguacate	Café: 1,3 x 1,3 Limón: 8 x 16 Aguacate: 8 x 16	Triángulo Cuadro Cuadro	6.800 78 78
T3	Café con sombrío de guamo	Café: 1,3 x 1,3 Guamo: 9 x 9	Triángulo Cuadro	6.800 123
T4	Café con sombrío de carbonero	Café: 1,3 x 1,3 Carbonero: 12 x 12	Triángulo Cuadrado	6.800 69

Así mismo, cada lote experimental contaba con un área de 10.000m², en la cual se establecieron los cuatro tratamientos (Tabla 2), con un área de 2.500m², siendo esta la parcela experimental.

Muestreo, para evaluación de captura de carbono. El cálculo de la biomasa seca total del componente café, en cada uno de los cuatro sistemas o tratamientos, se realizó mediante métodos directos o destructivos. Para ello, se extrajo una planta completa y se hizo la separación de los componentes de la biomasa aérea, es decir, de hojas, tallos, ramas y frutos. Para la biomasa radical, el suelo fue removido por completo en los primeros 50cm de profundidad, y se extrajo, minuciosamente, la mayor cantidad de raíces finas y gruesas. Los dos componentes se pesaron en fresco; luego fueron puestos a secar a 70°C, en una estufa con circulación de aire, hasta llegar al peso seco constante (Jiménez *et al.*, 2019).

Por cada tratamiento, para el componente árboles de sombrío, se seleccionaron tres parcelas de 250 m² y se registró el valor del diámetro (cm) de cada árbol, a 1,30m (DAP). Para estimar el carbono almacenado, se aplicaron ecuaciones alométricas (Tabla 3).

La ecuación utilizada para limón y aguacate fue la establecida de manera general para frutales y para el carbonero fue la utilizada en especies arbóreas de bosque húmedo premontano (Álvarez *et al.*, 2011).

Para la determinación de carbono en la raíz, primero se calculó la biomasa aérea del árbol, a través de las ecuaciones alométricas de cada especie; el valor obtenido se reemplazó en la ecuación alométrica para la biomasa de raíces, dada de manera general por Penman *et al.* (2003). Finalmente, para la obtención de la biomasa total se sumaron tanto, la biomasa aérea, como la biomasa de raíz.

Posterior a ello, para la estimación del carbono equivalente para el café y los árboles de sombrío, se tuvo en cuenta que el carbono equivalente (CO₂eq), corresponde a la cantidad extraída de CO₂ de la atmósfera, la cual es convertida en carbono, a través del proceso fotosintético, al interior de la planta. Por lo anterior, se aplicó la siguiente ecuación:

Tabla 3.
Ecuaciones alométricas utilizadas por especie para la estimación de biomasa.

Ecuación alométrica	r ²	Especie	Observación	Fuente
$BA = (0,1955 * DT^{1,648}) * 1,266$	0,9	Café (<i>Coffea arabica</i> L.)	BA= Biomasa aérea (kg/árbol) medido a 15 cm del suelo.	(Quilio <i>et al.</i> , 2010)
$BA = 0,01513 * D^{3,0054}$	0,9	Guamo (<i>Inga sp.</i>)	D=diámetro a 1,30 m (DAP)	(Quilio <i>et al.</i> , 2010)
$BA = EXP(-1,8656 + (2,3733 * LN(D)))$	0,9	Carbonero (<i>Albizia caribonaria</i> Britton.)	D=diámetro a 1,30 m (DAP)	(Alvarez <i>et al.</i> , 2011)
$BA = 10^{-1,11 + (2,64 * LOG(D))}$	1,0	Limón (<i>Citrus limon</i> (L) Burm) y aguacate (<i>Persea Americana</i>)	D=diámetro a 1,30 m (DAP)	(Segura y Andrade, 2008)
$Raíces = e^{-(-1,06 + 0,88 * LN(BA))}$	0,8	Biomasa de raíces a partir de biomasa arriba del suelo.	BA= Biomasa aérea (kg/árbol)	(Penman <i>et al.</i> , 2003)

$$\text{Dióxido de carbono equivalente (CO}_2\text{eq)} = \text{BM} \times 0,50 \times 3,66$$

Donde:

BM = peso seco (gr)

0,50 = 50%, porcentaje de carbono

3,66 = Constante para convertir carbono en dióxido de carbono equivalente (CO₂eq), factor de conversión a dióxido de carbono equivalente y que resulta de la siguiente ecuación:

$$\text{Peso molecular del CO}_2 / \text{Peso molecular del carbono} = 44/12 = 3,66$$

Por su parte, para el cultivo de café, cada seis meses se evaluó una planta por tratamiento, mientras que las especies arbóreas fueron evaluadas cada dos meses. La biomasa total se obtuvo sumando la biomasa del café y de las especies arbóreas asociadas en cada tratamiento, la cual finalmente fue transformada, acorde con la descripción anterior.

Cuantificación y balance de carbono en sistemas productivos

Para esta actividad se utilizó la metodología desarrollada por Arias *et al.* (2013), a partir de la cual, con la información generada para cada uno de los cultivos, se cuantificaron las fijaciones y las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI); además, se determinó el balance por sistema de cultivo. Por lo tanto, se determinó la información de los diferentes procesos, etapas y fases asociadas, que tienen relación con los procesos de fijación y emisiones de CO₂ atmosférico, y se cuantificó el balance de carbono mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Balance de carbono} = \text{Fijaciones} - \text{Emisiones}$$

Dentro de esta metodología se tuvo en cuenta las emisiones de CO₂ dirigidas hacia la atmósfera, las cuales fueron generadas por el transporte con automotores, debido a que allí hay un uso de

combustibles como la gasolina, derivado de las diferentes etapas del proceso, el cual implica actividades como el transporte de plántulas, árboles, material vegetal para la resiembra fertilizantes, agroquímicos, entre otros insumos. Estas emisiones se calcularon mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Emisión de CO}_2\text{eq transporte} = \text{Consumo combustible} \times \text{Factor de emisión del combustible}$$

De igual forma, para el cálculo de emisiones de CO₂eq, asociado con el control de arvenses con guadaña, discriminando su funcionamiento con gasolina, se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Emisión de CO}_2\text{eq guadaña} = \text{Consumo gasolina} \times \text{Factor de emisión de la gasolina}$$

Además, las emisiones de CO₂eq asociadas con la fertilización nitrogenada fueron calculadas en relación con el grado del fertilizante y la cantidad de nitrógeno que contenga, puesto que se genera la emisión de óxido nitroso (N₂O) a la atmósfera; en los cálculos, el óxido nitroso fue convertido a dióxido de carbono equivalente, con el fin de facilitar la contabilidad del carbono, en términos de CO₂eq, teniendo en cuenta, además, que 1 g de nitrógeno aplicado emite 2,19g de CO₂eq; el cálculo se realizó acorde con las siguientes ecuaciones:

1. Emisión de CO₂eq fertilización nitrogenada = Consumo fertilizante x Factor de emisión de fertilizante
2. Factor de emisión del fertilizante = Grado de nitrógeno del fertilizante x 100 x 2,19

La estimación del total de emisión por tratamiento se realizó mediante la sumatoria de cada una de las emisiones determinadas.

Análisis de la información

Los datos obtenidos en campo fueron registrados en una base de datos, en hoja de cálculo Excel. Mediante el análisis de varianza (ANDEVA), con una probabilidad del 95%, se determinaron los efectos entre las fuentes de variación y los tratamientos, de acuerdo con el modelo lineal general (gml); además, se realizó una comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0,05$), utilizando el paquete estadístico SAS 9,4 (SAS Institute, Inc, Cary, NC).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las tablas 4, 5, 6 y 7 se observan los resultados obtenidos, de acuerdo con la aplicación de la metodología descrita. En dichas tablas, también se refleja el estimado del balance de carbono, para los cuatro sistemas productivos, de los cuatro municipios. La Unión fue el municipio que presentó la máxima deficiencia de carbono en el tratamiento 1, con un valor de -2,470.19 gramos de CO₂ eq/ha. Resultados similares fueron obtenidos por Canal y Andrade (2019), quienes encontraron que los sistemas agroforestales con *Cordia alliodora* fueron los más amigables con el ambiente, en términos de huella de carbono, dado que la fijación de carbono

en su biomasa fue mayor, a las emisiones de gases de efecto invernadero, durante la producción y el procesamiento de café; ello, en contraste con los sistemas con plátano y monocultivo, siendo el monocultivo el de mayor déficit, con valores de $-6,4 \pm 2,1$ Mg CO₂eq/ha/año.

El municipio con mayor excedente de carbono en el tratamiento 3 fue Sandoná, el cual obtuvo un valor de 18.295,9 gramos de CO₂ eq/ha. Al respecto de este tipo de resultados, Hergoualch *et al.* (2012) encontraron, al séptimo año de evaluar la captura en un sistema de monocultivo de café y un sistema agroforestal establecido con Inga densiflora, que las existencias de carbono sobre el suelo en monocultivo de café fueron de $9,8 \pm 0,4$ Mg C/ha, mientras que en el sistema agroforestal ascendieron a $25,2 \pm 0,6$ Mg C/ha; con ello, a su vez demostraron que la implementación de sistemas agroforestales aumentaría las remociones netas de GEI atmosférico y que, por tanto, estos eran una alternativa importante para la incorporación de mecanismos y de estrategias que contribuyeran a la reducción de las emisiones de carbono (Cabrera *et al.*, 2016).

Por su parte, el municipio de La Florida alcanzó el mayor valor de emisión correspondiente al tratamiento 2, y a su vez mostró la menor emisión en el tratamiento 1. Este resultado es acorde con lo propuesto por Arias *et al.* (2013), quienes afirman que la cuantificación de las emisiones de dióxido de carbono atmosférico, en un cultivo, están dadas por las diferentes prácticas culturales que se suscitan durante el ciclo productivo del mismo; entre ellas se encuentran, por ejemplo, el transporte de insumos; las aspersiones para control fitosanitario con la utilización de equipos motorizados; la fertilización nitrogenada; el control de arvenses con el uso de guadaña; los gastos de energía eléctrica consumida por motores; los gastos de energía eléctrica consumida por bombillos, entre otras fuentes de energía. De igual forma, la actividad con mayor emisión fue la fertilización nitrogenada, encontrándose con ello, resultados similares a los reportados por Hernández *et al.* (2018).

Los anteriores resultados muestran la importancia que, en términos ambientales, tienen los sistemas agroforestales de café, para la mitigación del cambio climático. Ello, en tanto los sistemas productivos, con mayor diversidad de especies vegetales, almacenan mayor cantidad de carbono total, debido a que presentan mayor presencia de biomasa viva, a diferencia de los sistemas de café establecidos en monocultivos a libre exposición. En tal sentido, estos sistemas agroforestales o sistemas en asocio tienen un alto potencial, como sumideros de carbono o de fijación y almacenamiento de carbono, los que a su vez permiten la producción agropecuaria y el mejoramiento o el incremento de los ingresos de los productores (Díaz *et al.*, 2016) (Cabrera *et al.*, 2016) (Patiño *et al.*, 2018).

Por otra parte, el análisis de varianza para la cuantificación de Carbono presentó diferencias altamente significativas ($p < 0,0001$), para el modelo analizado, con un coeficiente de determinación (R^2) de 0,53 y un coeficiente de variación del 33,95%. De las fuentes de variación determinadas se tiene que la interacción, entre bloque (Municipio) y altitud, es altamente significativa, mientras que el efecto de los tratamientos solo es significativo (Tabla 8).

Tabla 4. Balance de carbono en un cultivo de café variedad Castillo de cinco años, en cuatro sistemas productivos, del municipio de Sandoná.

Etapas y prácticas	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3		Tratamiento 4	
	Emisión	Fijación	Emisión	Fijación	Emisión	Fijación	Emisión	Fijación
Almacenamiento de carbono en el cultivo	-	458,24	-	1.453,81	-	21.201,55	-	17.889,47
Emisiones de CO ₂ asociadas al transporte de plántulas	0,478	-	0,478	-	0,478	-	0,478	-
Especies arbóreas	0	-	39,48	-	29,62	-	17,77	-
Material vegetal para resiembra	7,5	-	7,67	-	7,63	-	7,58	-
Insumos	104,96	-	107,43	-	106,79	-	106,07	-
Emisiones de CO ₂ por equipos utilizados en el control de arvenses	28,68	-	29,35	-	29,18	-	28,98	-
Emisiones de CO ₂ por fertilización nitrogenada	2.685,16	-	2.748,27	-	2.731,95	-	2.713,45	-
Total	2.827,18	458,24	2.932,68	1.453,81	2.905,65	21.201,55	2.874,32	17.889,47
Balance (fijaciones –emisiones)	-2.368,94		-1.478,87		18.295,90		15.015,15	

Nota: Emisión (g Co₂eq) Fijación (g Co₂eq)

Tabla 5. Balance de carbono en un cultivo de café variedad Castillo de cinco años, en cuatro sistemas productivos, en el municipio de Consacá

Etapas y prácticas	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3		Tratamiento 4	
	Emisión	Fijación	Emisión	Fijación	Emisión	Fijación	Emisión	Fijación
Almacenamiento de carbono en el cultivo	-	416,85		741,23		13.021,29		1.292,07
Emisiones de CO ₂ asociadas al transporte de plántulas	0,86	-	0,86	-	0,86	-	0,86	-
Especies arbóreas	0	-	194,79	-	146,11	-	87,65	-
Material vegetal para resiembra	6,57	-	6,73	-	6,69	-	6,64	-
Insumos	91,99	-	94,15	-	93,6	-	92,96	-
Emisiones de Co ₂ por equipos utilizados en el control de arvenses	28,68	-	29,35	-	29,18	-	28,98	-
Emisiones de Co ₂ por fertilización nitrogenada	2.685,16	-	2.748,27	-	2.731,95	-	2.713,45	-
Total	2.813,26	416,85	3.074,15	741,23	3.008,39	13.021,29	2.930,54	16.292,07
Balance (fijaciones –emisiones)	-2.396,41	-2.332,92	10.012,90	13.361,53				

Nota: Emisión (g Co₂eq) Fijación (g Co₂eq)

Tabla 6. Balance de carbono en un cultivo de café variedad Castillo de cinco años, en cuatro sistemas productivos, en el municipio de La Florida.

Etapas y prácticas	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3		Tratamiento 4	
	Emisión	Fijación	Emisión	Fijación	Emisión	Fijación	Emisión	Fijación
Almacenamiento de carbono en el cultivo	-	414,09	-	818,77	-	11.962,84	-	9.636,78
Emisiones de CO ₂ asociadas al transporte de plántulas	0,866	-	0,866	-	0,866	-	0,866	-
Especies arbóreas	0	-	192,81	-	144,61	-	86,75	-
Material vegetal para resiembra	6,49	-	6,65	-	6,61	-	6,56	-
Insumos	90,91	-	93,05	-	92,5	-	91,87	-
Emisiones de CO ₂ por equipos utilizados en el control de arvenses	28,68	-	29,35	-	29,18	-	28,98	-
Emisiones de CO ₂ por fertilización nitrogenada	2.685,16	-	2.748,27	-	2.731,95	-	2.713,45	-
Total	2.812,11	414,09	3.070,99	818,77	3.005,72	11.962,84	2.928,48	9.636,78
Balance (fijaciones –emisiones)	-2.398,02		-2.252,23		8.957,12		6.708,30	

Nota: Emisión (g Co₂eq) Fijación (g Co₂eq)

Tabla 7. Balance de carbono en un cultivo de café variedad Castillo de cinco años, en cuatro sistemas productivos, en el municipio de La Unión.

Etapas y prácticas	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3		Tratamiento 4	
	Emisión	Fijación	Emisión	Fijación	Emisión	Fijación	Emisión	Fijación
Almacenamiento de carbono en el cultivo	-	444,77	-	1.289,60	-	8.147,61	-	7.188,16
Emisiones de CO ₂ asociadas al transporte de plántulas	1.109	-	1.109	-	1.109	-	1.109	-
Especies arbóreas	0	-	2,02	-	1,51	-	0,91	-
Material vegetal para resiembra	13,33	-	13,65	-	13,57	-	13,47	-
Insumos	186,68	-	191,07	-	189,94	-	188,65	-
Emisiones de Co ₂ por equipos utilizados en el control de arvenses	28,68	-	29,35	-	29,18	-	28,98	-
Emisiones de Co ₂ por fertilización nitrogenada	2.685,16	-	2.748,27	-	2.731,95	-	2.713,45	-
Total	2.914,96	444,77	2.985,46	1.289,60	2.967,26	8.147,61	2.946,57	7.188,16
Balance (fijaciones –emisiones)	-2.470,19		-1.695,86		5.180,35		4.241,59	

Nota: Emisión (g Co₂eq) Fijación (g Co₂eq)

Tabla 8.

Significancias obtenidas a través del análisis de varianza, para la cuantificación de carbono en las fuentes de variación, definidas en el diseño experimental.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F-Valor	Pr>F	Sign.
Modelo	23	85302836,6	3708819	3,67	<0,0001	**
Bloque	3	1348430,05	449476,68	0,44	0,7221	n.s
Altitud	3	45344833,03	15114944,34	14,94	<0,0001	**
Bloque*Altitud	5	25177744,23	5035548,85	4,98	0,0006	**
Tratamiento	3	9831266,79	3277088,93	3,24	0,027	*
Tratamiento*Altitud	9	3600562,46	400062,5	0,4	0,9335	n.s
Error	72	72845481,2	1011742,8	–	–	–
Total	95	158148317,8	–	–	–	–

En cuanto a la interacción entre los municipios que corresponden a los bloques y a la altitud se tiene que, los promedios que presentaron diferencias estadísticas, son los que superaron a la media general, más una vez ($\mu + \sigma$) o dos veces ($\mu + 2\sigma$), su correspondiente error estándar. Por su parte, solo presentaron diferencia significativa los sistemas establecidos en altitud del rango alto, sobre los 1900 m.s.n.m, en el municipio de La Unión, con un promedio de 4,866,96 g CO₂eq (Tabla 9).

La cantidad de carbono almacenado en sistemas agroforestales se ve influenciado por factores físicos (nutrientes de suelos, drenaje, luminosidad, precipitación, temperatura, entre otros) y por factores biológicos; en tanto mayor biomasa exista en el sistema, el almacenamiento de carbono también se incrementará (Cabrera *et al.*, 2016). Vásquez *et al.* (2012), respecto de la evaluación del potencial de captura de carbono en la biomasa de *Inga junicuil*, en sistemas agroforestales, encontró que el contenido de carbono está relacionado con las variables fisiográficas pendiente y altitud del sitio, siendo las zonas con pendientes menores al 40% y de mayor altitud, las que resultan más potenciales, en cuanto al almacenamiento y al contenido de carbono.

Tabla 9.

Comparación de medias del contenido de carbono, entre la interacción de municipio y altitud evaluados.

Bloque (municipio)	Altitud	Promedio g CO ₂ eq	Sign.
Sandoná	Alto	3.737,82	Ns
Sandoná	Medio	2.382,66	Ns
Sandoná	Bajo	2.754,69	Ns
Consacá	Alto	3.547,72	Ns
Consacá	Medio	2.783,41	Ns
Consacá	Bajo	2.451,13	Ns
La Florida	Alto	3.369,36	Ns
La Florida	Medio	2.926,07	Ns
La Florida	Bajo	2.155,91	Ns
La Unión	Alto	4.866,96	**
La Unión	Medio	1.284,12	Ns
La Unión	Bajo	3.287,96	Ns
	μ	2.962,32	
	Σ	903,72	
	$\mu + \sigma$	3.866,04	
	$\mu + 2\sigma$	4.769,76	

Nota: μ = media general; σ = desviación estándar; * =diferencias significativas; ** =diferencias altamente significativas.

Respecto de la comparación de medias del contenido de carbono, obtenidas a partir de los tratamientos, se indica que entre los tratamientos dos, tres y cuatro, no hay diferencia significativa y se obtuvieron los mayores promedios (Tabla 10). Resultados similares fueron obtenidos por Díaz *et al.* (2016), quienes encontraron que el contenido de carbono, en cuatro sistemas disímiles de uso de tierra, presentaron diferencias altamente significativas; sus comparaciones de medias también indicaron que, los bosques primario y secundario, tuvieron los mayores promedios (300,27 y 275,73 tC ha⁻¹, respectivamente), superando a los demás sistemas de uso de tierra a libre exposición, como el cafeto, el cacao y el pijuayo, los que obtuvieron promedios de carbono de 2,35; 11,92 y 13,90 tC ha⁻¹, respetivamente.

No obstante, Hernández *et al.* (2018) afirman que las tasas de fijación, para las variedades de café Castillo y Caturra, con edades de 8 años, se encuentran entre 45,7 y 61 toneladas por hectárea, con densidades de siembra de 5.000 plantas/ha. Adicionalmente, Vásquez *et al.* (2012) determinaron que, en general, al evaluar arboles de *Inga* sp., mediante relaciones alométricas en ejemplares de alrededor de 5 a 80 cm de diámetro basal, y de 1 a 27 m de altura, se tienen capturas de carbono de 64,3 Mg C/ha. Esto refleja que los sistemas de producción de café, en asocio con especies arbóreas, podrían llegar a convertirse en proyectos de pago por servicios ambientales, generando ingresos extra a los caficultores y contribuyendo a mitigar el cambio climático (Vásquez *et al.*, 2012) (Díaz *et al.*, 2016) (Hernández *et al.*, 2018).

Tabla 10.

Comparación de medias del contenido de carbono, entre los cuatro tratamientos evaluados ($p < 0,05$).

Tratamiento	Componentes	Distancia siembra (m)	Media	Grupo
T1	Café sin sombrío	Café: 1,3 x 1,3	2.587,10	B
T2	Café con sombrío más limón y aguacate	Café: 1,3 x 1,3 Limón: 8 x 16 Aguacate: 8 x 16	2.702,90	B A
T3	Café con sombrío de guamo	Café: 1,3 x 1,3 Guamo: 9 x 9	3.272,20	A
T4	Café con sombrío de carbonero	Café: 1,3 x 1,3 Carbonero: 12 x 12	3.287,10	A

CONCLUSIONES

Los sistemas agroforestales de guamo y carbonero (9 x 9), ubicados en los municipios de Sandoná, La Florida y La Unión, resultan ser más eficientes, al afrontar el cambio climático en términos de fijación de CO₂eq, respecto del sistema de guamos y carbonero (12 x 12), localizado en el municipio de Consacá. No obstante, los sistemas de café, en asocio con especies arbóreas, tienen mayor capacidad de eliminar carbono, respecto del café que se encuentra a libre exposición, constituyéndose este como uno de los mayores reservorios de CO₂, el que, a su vez, se considera como uno de los principales gases responsables del cambio climático.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Gobernación de Nariño por la financiación del proyecto, a través de los recursos que fueron destinados para este, desde el Fondo Ciencia Tecnología e Innovación del Sistema General de

Regalías (SGR) del departamento. También, al Departamento Académico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Ministerio de CTeI y a la Universidad de Nariño, por la ejecución y la administración. Igualmente, agradecemos a los investigadores y a los docentes que integran el Grupo de Investigación en Producción de Frutales Andinos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez, E., Saldarriaga, J., Duque, A., Cabrera, K., Yepes, A., Navarrete., D. & Phillips, J. (2011). Selección y validación de modelos para la estimación de la biomasa aérea en los bosques naturales de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

Arias, J., Riaño, N. y Aristizábal, M. (2013). Balance de energía basado en la contabilidad del carbono en tres sistemas productivos cafeteros. *Cenicafe*, 64 (2), 7-16.

Cabrera, M., Vaca, S., Aguirre, F. y Aguirre, H. (2016). Almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales cafetaleros en las provincias de Jaén y San Ignacio, Cajamarca. *Pakanuros*, 4(1), 43-54.

Canal, D. y Andrade, H. (2019). Sinergias mitigación - adaptación al cambio climático en sistemas de producción de café (*Coffea arabica*), de Tolima, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 67(1), 36-46.

De Beenhouwer, M., Geeraert, L., Mertens, J., Maarten, Van., Aerts, R., Vanderhaegen, K. y Honnay, O. (2016). Biodiversity and carbon storage co-benefits of coffee agroforestry across a gradient of increasing management intensity in the SW Ethiopian highlands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 222, 193-199.

Díaz, P., Fachin, G., Tello, Ch. y Arévalo, L. (2016). Carbono almacenado en cinco sistemas de uso de tierra, en la región San Martín Perú. *Revista Internacional de Desarrollo Regional Sustentable*, 1(2), 57-67.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2016). El estado de los bosques del mundo 2016. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra. FAO.

Fernández, M. (2013). El Sector del Café y el cambio climático. Centro de Comercio Internacional. <https://www.intracen.org/guia-del-cafe/el-cambio-climatico/El-Sector-del-Cafe-y-el-cambio-climatico/>

Gómez, L., Cabellero, A. y Baldión, J. (1991). Ecotopos cafeteros. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, CENICAFE – Agroclimatología, División de Desarrollo Social..

Hergoualch, K., Blanchart, E., Skiba, U., Hénault, C., & Harmand, J. (2012). Changes in carbon stock and greenhouse gas balance in a coffee (*Coffea arabica*) monoculture versus an agroforestry system with *Inga densiflora*, in Costa Rica. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 148, 102-110.

Hernández, J., Riaño, N., Riaño, A., Ariza, W., Posada, H., Valenzuela, J., Vega, M., Murgueitio, Y. y Castro J. (2018). Determinación de la huella de carbono en el sistema de producción de café pergamino seco de cuatro municipios del sur del departamento del Huila (Colombia). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9 (2), 109-120.

SAS Institute Inc., S. I. (2009). SAS 9.2 Macro Language: Reference. Cary, NC [Paquete estadístico]. SAS Institute Inc.

Jiménez, A., Guerrero, A., García, E. y Carrillo, E. (2019). Producción de biomasa total, rendimiento y composición de la semilla de *Jatropha curcas* L. con diferentes dosis de fertilización. *Interciencia*, 44, (9), 529-534.

Matta, Y. (2017). Exportaciones de Colombia. *Expresiones*, Revista Estudiantil de Investigación, 4 (8), 74 .

Patiño, S., Suárez, L., Andrade, H. y Segura, M. (2018). Captura de carbono en biomasa en plantaciones forestales y sistemas agroforestales en Armero-Guayabal, Tolima, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 2, (2), 121-133.

Penman, J., Gytarsky, M., Hiraishi, T., Krug, T., Kruger, D., Pipatti, R. , Buendia, L. , Miwa, K. , Ngara, T. , Tanabe, K. & Wagner, F. (2003). Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. Prefecture: Institute for Global Environmental Strategies.

Puerta, G., González, F., Correa, A., Álvarez, I., Ardila, J., Girón, O., Ramírez, C., Baute, J., Sánchez, P., Santamaria, M. y Montoya, D. (2016). Diagnóstico de la calidad del café según altitud, suelos y beneficio en varias regiones de Colombia. *Cenicafé* 67 (2), 15-51.

Quilio, A., Castellanos, E. & Pons, D. (2010). Estudio de línea base de carbono en cafetales. Universidad del Valle de Guatemala UVG..

Segura M. & Andrade, H. (2008). Cómo Construir Modelos Alométricos de Volumen, Biomasa o Carbono de Especies Leñosas Perennes. *Rev. Agroforesteria en las Américas (CATIE)*, 46, 89-96. <http://hdl.handle.net/11554/6935>

Sistema de Información sobre la Biodiversidad en Colombia. (2020) Biodiversidad en cifras. SIB.. <https://sibcolombia.net/biodiversidad-en-cifras-2020/>.

Vásquez, E., Campos, G., Enrique, J., Rodríguez, G. y Velasco, V. (2012). Captura de carbono por Inga jinicuil Schltdl: en un sistema agroforestal de café bajo sombra. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 3, (9), 11-21.

MURCIÉLAGOS Y GANADERÍA: POSIBILIDADES EN LA ORINOQUÍA Y AMAZONÍA COLOMBIANA

Bats and cattle raising: possibilities in the Colombian Orinoco and Amazon regions

 **Francisco Sánchez¹**
E-mail: fasbos@gmail.com

¹*Biólogo, Ph.D. Grupo de investigación ECOTONOS. Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta, Colombia.*

Fecha recepción: 15 de marzo de 2021 / Fecha Aprobación: 22 de marzo de 2021 / Fecha Publicación: 30 de junio 2021

RESUMEN

La ganadería es considerada como un renglón importante para la economía colombiana, a la vez que es fundamental para la nutrición de su población, lo cual también aplica para las regiones de la Orinoquía y de la Amazonía de ese mismo país. No obstante, la ganadería también ha generado consecuencias ambientales negativas, que incluye la pérdida de biodiversidad; a su vez, dichos impactos negativos también tienen el potencial de comprometer la misma producción ganadera. Por ello, se entiende necesario incorporar la biodiversidad dentro de las actividades ganaderas, especialmente en aquellas regiones naturales que son biodiversamente ricas. Con base en lo anterior, se revisó la información relacionada con los beneficios prestados por los murciélagos en diferentes sistemas agrícolas, así como lo atinente a la interacción ganadería-murciélagos. La información consultada indicó que los murciélagos son valiosos controladores de insectos que afectan a múltiples sistemas agrícolas; así mismo, existen ejemplos que sugieren que este tipo de control también se da en los sistemas ganaderos. Así bien, se entiende que, dada la riqueza de murciélagos insectívoros en la Orinoquía y en la Amazonía, hay un alto potencial para que estos se conviertan en aliados en el ejercicio de la ganadería en dichas regiones. Para lograr este propósito se recomienda lo siguiente: 1) realizar campañas pedagógicas con el fin de mejorar la actitud de los ganaderos hacia los murciélagos; 2) mantener o establecer controles específicos a los murciélagos vampiros; 3) analizar la dieta de los murciélagos que pueden consumir especies plaga; 4) desarrollar estudios que permitan identificar, cómo diferentes sistemas de producción y diferentes manejos del paisaje, afectan la actividad y la calidad del hábitat para los murciélagos; 5) con el fin de determinar el valor de los murciélagos para la ganadería, desarrollar experimentos que permitan evaluar la adición de refugios artificiales para estos y llevar a cabo experimentos de exclusión.

Palabras claves.

Agroecosistemas, *Chiroptera*, control biológico, servicios ecosistémicos.

Cómo citar:

Sánchez, F. (2021). Murciélagos y ganadería: posibilidades en la Orinoquía y Amazonía Colombiana. *Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias -FAGROPEC*. Universidad de la Amazonia. Vol. 13 (1), 60-72. DOI: <https://doi.org/10.47847/fagropec.v13n1a6>



ABSTRACT

Cattle raising is important for the Colombian economy and fundamental for the nutrition of its population, and this is also true for its Orinoco and Amazon regions. Unfortunately, livestock has had negative environmental consequences, including loss of biodiversity. These negative impacts have the potential to compromise livestock production itself. Consequently, there is a need to incorporate biodiversity into this activity in those biodiversity-rich natural regions. In light of the above, the information about the benefits provided by bats to different agricultural systems and about the cattle raising-bat interaction was reviewed. The available information indicates that bats are valuable controllers of insect pests in multiple agricultural systems. Furthermore, there are examples that suggest bats may have a positive impact on cattle raising systems. Since the Orinoco and Amazon regions are rich in insectivorous bats, there is a high potential for them to become allies of cattle raising in these areas. To achieve this, the following measures are recommended: 1) development of educational campaigns to improve the attitude of farmers towards bats, 2) maintaining or establishing specific controls for vampire bats, 3) analysis of the diet of bats that may consume pest insects, 4) development of studies to identify how different production systems and landscape management affect the activity and habitat quality for bats, and 5) determine the value of bats for cattle raising by developing experiments to evaluate the addition of artificial roosts for bats and exclusion experiments.

Key words

Agroecosystems, biological control, Chiroptera, ecosystem services.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población humana ha hecho que los paisajes rurales se expandan por la necesidad de alimento (Ellis *et al.*, 2010), y por ello, la ganadería, que es una de las actividades que genera más transformación de las coberturas naturales en el mundo (Ramankutty *et al.*, 2006; UNEP, 2010). En Colombia, la ganadería es una actividad económica arraigada y un 30% del área del país está dedicada a ella; su expansión ha generado la pérdida de coberturas naturales como bosques y sabanas, con el agravante de que más del 75% del área ganadera presenta algún grado de erosión (IDEAM & UDCA, 2015; Mora Marín *et al.*, 2017). La ganadería, principalmente la extensiva, se ha convertido en un agente de cambio y deterioro ambiental reconocido en todas sus regiones naturales del país (Mora Marín *et al.*, 2017). En la Amazonía, la ganadería está concentrada en el piedemonte de la Cordillera Oriental siguiendo el desarrollo de las vías terrestres, mientras que en la Orinoquía esta práctica está bastante extendida en la región (SINCHI, 2007). En los llanos orientales colombianos, la ganadería se concentró inicialmente en las sabanas, pero su efecto transformador en el piedemonte ha llevado a que sus bosques sean hoy ecosistemas amenazados (Romero-Ruiz *et al.*, 2012; Etter *et al.*, 2017).

Se ha argumentado que por la amplia distribución de los ambientes rurales, éstos deben aprovecharse para ayudar a la conservación de la biodiversidad (Rosenzweig, 2003; Harvey & González-Villalobos, 2007), generando la necesidad de encontrar espacios para incorporar a la biodiversidad en los sistemas productivos. Los ambientes rurales neotropicales manejados

correctamente, aunque no presentan los mismos niveles de biodiversidad que los ambientes naturales, pueden ayudar a la conservación de parte de la vida silvestre, particularmente cuando están próximos a áreas de reserva o incluyen áreas arboladas (Harvey *et al.*, 2008; Chazdon *et al.*, 2011). En las áreas rurales hay animales como los murciélagos que ayudan a preservar funciones ecosistémicas y adicionalmente pueden beneficiar a los humanos (Kunz *et al.*, 2011; Bredt *et al.*, 2012; Morrison & Lindell, 2012). Por ello, en este trabajo se revisan los servicios ecosistémicos prestados en diferentes sistemas de producción de alimentos, para reflexionar sobre cómo aprovechar a estos mamíferos en los sistemas ganaderos de la Orinoquía y Amazonía colombiana.

Algo sobre los murciélagos

Los murciélagos, orden Chiroptera, son los únicos mamíferos con vuelo verdadero, incluyen aproximadamente 1.400 especies (Burgin *et al.*, 2018), y en Colombia hay más de 205 (Sociedad Colombiana de Mastozoología, 2017). Chiroptera también tiene todos los grupos alimentarios conocidos entre los mamíferos y esta diversidad está asociada a funciones ecosistémicas como la dispersión de semillas, la polinización, y el control de las poblaciones de otros animales (Tschapka & Dressler, 2002; Kalka & Kalko, 2006; Lobo *et al.*, 2009). Por ello, los murciélagos son clave en la dinámica de los ecosistemas neotropicales. Además de los ambientes naturales, en Colombia se han registrado murciélagos en ambientes rurales y urbanos (Pérez-Torres *et al.*, 2009; Calongue *et al.*, 2010; Sánchez, 2011; Garcés-Restrepo *et al.*, 2016; Ramírez-Mejía *et al.*, 2020), y posiblemente se encuentran murciélagos en todos los ambientes dominados por los humanos del país. Aunque buena parte de la Orinoquía y la Amazonía no ha sido examinada con detalle, la información disponible sugiere que sus comunidades de murciélagos son diversas, y particularmente hacia el piedemonte pueden incluir un alto número de especies (Rivas-Pava *et al.*, 1996; Estrada-Villegas & Ramírez, 2013; Ramírez-Chaves *et al.*, 2013; Sánchez, 2017; Morales-Martínez *et al.*, 2018; Hernández-Leal *et al.*, 2021).

Lo aprendido en sistemas de producción agrícola

Los murciélagos insectívoros tienen altos requerimientos energéticos asociados al vuelo y a su tamaño pequeño, y pueden llegar a consumir más de 50% de su masa corporal por noche (Kunz *et al.* 1995; Whitaker, 1995). Dado que la mayoría de los murciélagos consumen insectos, y pueden controlar sus poblaciones (Jones & Rydell, 2003), ellos proporcionan servicios en sistemas productivos. Probablemente la primera evaluación sobre la importancia económica de los murciélagos insectívoros se realizó en el sur de Norte América, y destacó el ahorro en pesticidas generado por la actividad del murciélago *Tadarida brasiliensis* al alimentarse de polillas de la especie *Helicoverpa zea*, cuyas larvas atacan al algodón (Cleveland *et al.*, 2006). Se estimó que el valor de los murciélagos estaba entre US\$121.000 y 1'725.000, siendo más valioso el servicio cuando eran más abundantes las polillas. La expansión del síndrome de nariz blanca en Norte América, una enfermedad causada por el hongo *Geomyces destructans*, que ataca a los murciélagos insectívoros mientras hibernan y que ha tenido un efecto dramático sobre las poblaciones allí (Reeder & Moore, 2013), motivó otra evaluación. Se encontró que el

síndrome podría costar cerca de 3,7 mil millones de dólares al año para la agricultura del subcontinente al reducirse la disponibilidad de murciélagos controladores de insectos (Boyles *et al.*, 2011). En reconocimiento al valor de los murciélagos insectívoros, desde hace varios años los granjeros norteamericanos han promovido la construcción de refugios artificiales en sus granjas para incrementar la abundancia de los murciélagos (Tuttle *et al.*, 2004; Long *et al.*, 2006).

Por otra parte, un estudio en España encontró que el murciélago *Pipistrellus pigmaeus* era capaces de controlar las poblaciones de la polilla *Chilo supressalis*, que es plaga del arroz, y esto se hizo más evidente luego de instalar refugios artificiales para los murciélagos (Puig-Montserrat *et al.*, 2015). Se estimó que el servicio ofrecido por los murciélagos era de US\$26 por hectárea, que es similar al costo de los pesticidas para controlar las polillas. Otro estudio en Portugal encontró que el incremento en la actividad del murciélago *Pipistrellus kuhlii* tenía una efecto negativo sobre la abundancia de la polilla *Prays oleae*, plaga de los cultivos del olivo, y este efecto dependió de la cantidad de cobertura boscosa disponible (Costa *et al.*, 2020).

A su vez, en los cultivos de cacao del sureste de Asia se han utilizado experimentos de exclusión que han reconocido un incremento de la productividad del cultivo gracias al control de insectos realizado por aves y murciélagos (Maas *et al.*, 2013; Maas *et al.*, 2018). Sin embargo, otros estudios sugieren que hormigas y aves afectan positivamente la producción de cacao, mientras que los murciélagos no (Gras *et al.*, 2016). En cultivos de café de sombra en México se ha encontrado que el control de plagas prestado por los murciélagos es más importante que el realizado por las aves (Williams-Guillén *et al.*, 2008). En otro estudio en Costa Rica, la exclusión de aves en plantaciones de café generó un mayor daño en las hojas del café, mientras que la exclusión de los murciélagos no impactó negativamente a las plantas (Karp & Daily, 2014). Una revisión de los servicios prestados por aves y murciélagos en bosques tropicales y paisajes agroforestales resalta que los servicios pueden fluctuar debido a diferentes factores, entre los que se incluyen estacionalidad climática, manejo del cultivo y la composición particular de aves y murciélagos presentes (Maas *et al.*, 2015).

Trabajos adicionales han resaltado como varias especies de murciélagos insectívoros se alimentan de múltiples especies de insectos plaga (Braun de Torres *et al.*, 2019; Kemp *et al.*, 2019). Por ejemplo, el murciélago *Miniopterus schreibersii* tiene una amplia distribución en Europa, puede consumir cerca de 44 especies de insectos plaga y su dieta depende de la intensidad de la agricultura en un área (Aizpurua *et al.*, 2018). Un murciélago insectívoro del piedemonte llanero colombiano, *Saccopteryx leptura*, parece beneficiar a la agricultura al consumir insectos de las familias Curculionidae y Cicadellidae (Cruz-Parrado *et al.*, 2018).

Murciélagos y ganadería

Cuando se piensa en la relación entre la ganadería y los murciélagos en el neotrópico es común llegar a la asociación vampiros, ganado y rabia, dadas las serias repercusiones sanitarias y económicas asociadas a la propagación del virus (Thompson *et al.*, 1972; Lee *et al.*, 2012;

Escobar *et al.*, 2015). En efecto, la rabia es una de las enfermedades zoonóticas de mayor preocupación en América Latina al afectar tanto al ganado como a los humanos, y que puede acarrear altos costos a la ganadería (Benavides *et al.*, 2017; Maxwell *et al.*, 2017). Sin embargo, a pesar de que la rabia transmitida por murciélagos es un problema serio, hay más posibilidades en la relación entre ganadería y murciélagos, y se ha iniciado la exploración de esta conexión desde otros puntos de vista.

Ejemplos de lo que ha ocurrido en el norte de Colombia han dejado varias lecciones sobre la relación entre murciélagos y ganadería. La diversidad de murciélagos capturados con redes de niebla en una finca ganadera fue comparable a la de bosques secos con moderado grado de intervención (Vela-Vargas & Pérez-Torres, 2012). Una comparación funcional encontró que los murciélagos frugívoros grandes de follaje y los nectarívoros pequeños de follaje eran más pequeños en los sistemas de ganadería convencional dominada por pastos que en los sistemas silvopastoriles, SSP (Castillo-Figueroa & Pérez-Torres, 2018). El murciélago *Artibeus lituratus* tiene una mejor condición corporal en fragmentos de bosque en SSP que en aquellos con ganadería convencional (Chacón & Ballesteros, 2019). Sin embargo, por el uso de agroquímicos en una finca con SSP, se han encontrado metales pesados en murciélagos frugívoros, nectarívoros, omnívoros e insectívoros estrictos (Racero-Casarrubia *et al.*, 2017).

Por otra parte, un estudio que utilizó seguimiento acústico en un sistema agroforestal en Portugal encontró que la riqueza y la actividad de murciélagos insectívoros aéreos depende de la abundancia de ganado, pero el incremento de la ganadería reduce la cobertura de árboles (Costa *et al.*, 2019). Los autores concluyeron que modificaciones en la vegetación a escala fina pueden afectar la estructura de la comunidad y actividad de los murciélagos. Algunos trabajos ya han empezado a resaltar el papel de los murciélagos como controladores de plagas que afectan al ganado. En Inglaterra se encontró que la actividad total de los murciélagos insectívoros aéreos era mayor en pastizales con vacas, que en aquellos sin ganado (Downs & Sanderson, 2010). Los autores recomendaron adicionalmente mantener las áreas arboladas y evitar el uso de medicinas antiparasitarias en el ganado basadas en la ivermectina. Dos estudios en Italia indican que los murciélagos insectívoros aéreos son más activos en potreros con ganado que aquellos vacíos, y sugieren que se debe a la presencia de insectos hematófagos que afectan al ganado (Ancilloto *et al.*, 2017; Ancilloto *et al.*, 2021). Los autores encontraron una relación positiva entre la heterogeneidad espacial y la actividad de varias especies capaces de explotar espacios abiertos y de borde, y también reportaron un incremento de la actividad con el tamaño de la manada. Los autores además identifican la necesidad de entender mejor la interacción de los murciélagos y sus presas para reconocer los aliados de los sistemas ganaderos, y de manejar los sistemas ganaderos debido a que mayores tamaños de manadas tienen impactos sobre la estructura de la vegetación, que a su vez puede afectar negativamente la actividad de los murciélagos (Ancilloto *et al.*, 2017).

Un trabajo reciente en el piedemonte llanero colombiano también realizó seguimiento acústico de murciélagos insectívoros aéreos en un sistema convencional y un SSP (Hernández-Leal *et*

al., 2021). Similar a los estudios en Europa, la mayoría de la especies reaccionaron a la heterogeneidad del paisaje, la mayor actividad se concentró en el sistema convencional. Hasta donde mi revisión de la literatura lo indica, no se han realizado estudios sobre la relación ganadería-murciélagos en la Amazonía colombiana.

CONCLUSIONES

Las lecciones de los sistemas de producción agrícola del mundo indican con claridad que los murciélagos pueden convertirse en aliados para disminuir los costos de producción al reducir el uso de pesticidas, lo que adicionalmente ayuda a la protección de la biodiversidad por la reducción del costo ambiental asociado a la contaminación química. La información sobre los murciélagos en sistemas ganaderos también sugiere que ayudan a mantener funciones ecosistémicas y muy posiblemente, en el control de insectos que afectan el ganado. Adicionalmente el tipo de manejo del sistema ganadero afecta tanto la diversidad de murciélagos en general, como la actividad de murciélagos insectívoros en particular. También sabemos que la Amazonía y Orinoquía cuentan con una considerable riqueza de especies insectívoras, lo que equivale a un alto potencial para ayudar a la producción ganadera. La ganadería está profundamente arraigada en ambas regiones naturales del país, y ha moldeado la forma de vida de sus habitantes, su cultura y también es responsable de la transformación de sus ecosistemas naturales (SINCHI, 2007; Bustamante, 2019). Se espera que la ganadería continúe aumentando alrededor del planeta, debido a la demanda asociada al aumento de la población humana. Sin embargo ha indicado también que esta práctica no es sostenible a menos que se conserve la biodiversidad (Alkemade *et al.*, 2014).

Por lo anterior, debe ser de interés para los ganaderos apoyar la conservación de los murciélagos insectívoros, para lo que se hace necesario el desarrollo de trabajo pedagógico con los mismos, debido a la percepción negativa que hay sobre este grupo animal, al ser asociados regularmente con vampiros y la subvaloración que existe sobre los beneficios recibidos. Esto, a pesar, que solo tres especies del neotrópico tienen hábitos hematófagos y de que realmente solo la especie *Desmodus rotundus* puede alimentarse de ganado y generar problemas serios (Aguirre *et al.*, 2010; Lee *et al.*, 2012).

Adicionalmente, ya desde hace tiempo existen mecanismos de control específicos para vampiros (Thompson *et al.*, 1972), que evitan hacer daño a otros murciélagos que pueden ser aliados del sistema de producción. También son necesario estudios sobre la dieta de los murciélagos insectívoros que habitan en las zonas ganaderas de la Orinoquía y Amazonía, para reconocer especies particulares que estén consumiendo insectos plaga del ganado o de la vegetación que consumen. Como resultado del análisis de la información, resulta posible recomendar además, la necesidad de realizar mediciones adicionales de la actividad de los murciélagos insectívoros, que permitan reconocer la forma en que los diferentes sistemas ganaderos y manejos del paisaje, afectan la actividad de los murciélagos insectívoros; dado que en el momento solo existe un estudio en el piedemonte llanero, que indica que diferentes

especies reaccionan a la heterogeneidad espacial entre diferentes sistemas de producción ganadera (Hernández-Leal *et al.*, 2021).

Todas las referencias encontradas indican que los murciélagos insectívoros reaccionan a la heterogeneidad del paisaje y generalmente se benefician de zonas que preservan áreas boscosas y elementos lineares como cercas vivas. En este sentido, sería conveniente evaluar con más detalle el uso de SSP en las variadas condiciones geográficas y climáticas de la Orinoquía y Amazonía. En efecto, se ha indicado que los SSP mejoran la calidad del suelo, los pastos, la producción de carne y adicionalmente pueden funcionar como sitios de paso para la fauna silvestre (Fey *et al.*, 2015; Peri *et al.*, 2016; Lerner *et al.*, 2017), pero es posible que los beneficios de los SSP en relación con los murciélagos dependan del contexto. También sería conveniente evaluar el efecto del uso de medicinas como la ivermectina sobre los murciélagos, para determinar el efecto de su aplicación sobre estos potenciales aliados.

Por último, la información disponible permite precisar la necesidad de realizar experimentos en que se adicionen refugios artificiales para incrementar la abundancia de murciélagos, junto con experimentos de exclusión para medir el valor de ellos para la ganadería. Este tipo de información debe hacer posible mejorar el manejo de los sistemas ganaderos con base en las particularidades de la Amazonía y la Orinoquía, para aprovechar a los murciélagos en el marco de procesos de acercamiento a una producción de ganado que puedan heredar y mantener las generaciones venideras (Alkemade *et al.*, 2014).

Agradecimientos

Este trabajo deriva de las reflexiones alrededor del proyecto “*Servicios ecosistémicos asociados a murciélagos insectívoros en sistemas silvopastoriles y de ganadería convencional del piedemonte llanero colombiano*”, financiado por The Nature Conservancy y la Universidad de los Llanos. Gracias a todo el equipo de trabajo del proyecto. Gracias también a María Fernanda Patiño, Beatriz Patiño y Nicolás Baldrich por sus comentarios al documento y a Dinesh Rao por el apoyo con el inglés del documento.

LITERATURA CITADA

- Aguirre, L. F., Moya, M., Galarza, M., Vargas, A., Barboza, K., Peñaranda, D., Perez, J., Terán, M. y Tarifa, T. (2010). Plan de acción para la conservación de los murciélagos amenazados de Bolivia. MMAA-VBCCGDF-DGB, BIOTA-PCMB, UICN-SSC-BSG, CBG-UMSS.
<https://n9.cl/fl8eb>
- Aizpurua, O., Budinski, I., Georgiakakis, P., Gopalakrishnan, S., Ibañez, C., Mata, V., Rebelo, H., Russo, D., Szodoray, F., Zhelyaskova, V., Zrnčić, V., Gilbert, M. & Alberdi, A.. (2018). Agriculture shapes the trophic niche of a bat preying on multiple pest arthropods across Europe: evidence from DNA metabarcoding. *Molecular Ecology*, 27(3), 815-825.
<https://doi.org/10.1111/mec.14474>

- Alkemade, R., Reid, R., van den Berg, M., de Leeuw, J., & Jeuken, M. (2014). Assessing the impacts of livestock production on biodiversity in rangeland ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(52), 20900-20905. <https://doi.org/10.1073/pnas.1011013108>
- Ancilloto, L., Ariano, A., Nardone, V., Budinski, I., Rydell, J. & Russo, D. (2017). Effects of free-ranging cattle and landscape complexity on bat foraging: Implications for bat conservation and livestock management. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 241, 54-61. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2017.03.001>
- Ancilloto, L., Festa, F., De Benedetta, F., Pejic, B. & Russo, D. (2021). Free-ranging livestock and a diverse landscape structure increase bat foraging in mountainous landscapes. *Agroforestry Systems* 95, 407-418. <https://doi.org/10.1007/s10457-021-00591-0>
- Benavides, J., Rojas Paniagua, E., Hampson, K., Valderrama, W. & Streicker, D. (2017). Quantifying the burden of vampire bat rabies in Peruvian livestock. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 11(12), e0006105. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006105>
- Boyles, J. G., Cryan, P. M., McCracken, G. F. & Kunz, T. H. (2011). Economic importance of bats in agriculture. *Science*, 332(6025), 41-42. <https://doi.org/10.1126/science.1201366>
- Braun de Torres, E., Brown, V., McCracken, G. & Kunz, T. (2019). Sympatric bat species prey opportunistically on a major moth pest of pecans. *Sustainability*, 11(22), 6365. <https://doi.org/10.3390/su11226365>
- Bredt, A., Uieda, W. & Pedro, W. (2012). Plantas e morcegos na recuperacao de áreas degradadas e na paisagem urbana. *Rede de Sementes do Cerrado*. <https://n9.cl/kdkk>
- Burgin, C. J., Colella, J. P., Kahn, P. L. & Upham, N. S. (2018). How many species of mammals are there? *Journal of Mammalogy*, 99(1), 1-14. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyx147>
- Bustamante, C. (2019). *Gran Libro de la Orinoquia Colombiana*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/35408>
- Calongue, B., Vela-Vargas, I. & Pérez-Torres, J. (2010). Murciélagos asociados a una finca ganadera en Córdoba (Colombia). *Revista MVZ Córdoba*, 15(1), 1938-1943. <https://doi.org/10.21897/rmvz.331>
- Castillo-Figueroa, D., & Pérez-Torres, J. (2018). Respuestas funcionales de murciélagos asociados a fragmentos de bosque seco tropical en Córdoba (Colombia): implicaciones del tipo de manejo en sistemas de ganadería extensiva. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 8(3), 197-211. <http://dx.doi.org/10.18636/bioneotropical.v8i3.724>
- Cleveland, CJ, Betke, M., Federico, P., Frank, JD, Hallam, TG, Horn, J., López, JD, Jr, McCracken, GF, Medellín, RA, Moreno-Valdez, A., Sansone, CG, Westbrook, JK y Kunz, TH. (2006). Economic value of the pest control service provided by Brazilian free-tailed bats in south-central Texas. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 4(5), 238-243. <https://doi.org/10.1890/1540->

[9295\(2006\)004\[0238:EVOTPC\]2.0.CO:2](#)

Costa, A., Silva, B., Jiménez-Navarro, G., Barreiro, S., Melguizo-Ruiz, N., Rodríguez-Pérez, J., Vasconcelos, S., Beja, P., Moreira, F. & Herrera, J. (2020). Structural simplification compromises the potential of common insectivorous bats to provide biocontrol services against the major olive pest *Prays oleae*. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 287(1), 106708.

<https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106708>

Costa, P., Medinas, D., Silva, B., Mira, A., Guiomar, N., Sales-Baptista, E., Ferraz-de-Oliveira M., Simões, M., Belo, A. & Herrera, J. (2019). Cattle-driven forest disturbances impact ensemble composition and activity levels of insectivorous bats in Mediterranean wood pastures.

Agroforestry Systems, 93, 1687-1699. <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0275-x>

Cruz-Parrado, K., Moreno, G. & Sánchez, F. (2018). Dieta de *Saccopteryx leptura* (Chiroptera: Emballonuridae) en un área exurbana del piedemonte llanero colombiano. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 14(2), 138-142. <http://dx.doi.org/10.18359/rfcb.3255>

Chacón, J., & Ballesteros, J. (2019). Mejor condición corporal de *Artibeus lituratus* en fragmentos de bosque seco asociados a sistemas silvopastoriles que en sistemas convencionales de ganadería en Córdoba, Colombia. *Oecologia Australis*, 23(3), 589-605.

<https://doi.org/10.4257/oeco.2019.2303.16>

Chazdon, R., Harvey, C., Martínez-Ramos, M., Balvanera, P., Stoner, K., Schondube, J., Avila Cabadilla, L.D. & Flores-Hidalgo, M. (2011). Seasonally dry tropical forest biodiversity and conservation value in agricultural landscapes of Mesoamerica. In Dirzo, R., Young, H.S., Mooney, H.A. & Ceballos G. (Eds.), *Seasonally dry tropical forests* (pp. 195-219). Island Press/Center for Resource Economics. https://doi.org/10.5822/978-1-61091-021-7_12

Downs, N., & Sanderson, L. (2010). Do bats forage over cattle dung or over cattle? *Acta Chiropterologica*, 12(2), 349-358. <https://doi.org/10.3161/150811010X537936>

Ellis, E., Goldewijk, K., Siebert, S., Lightman, D. & Ramankutty, N. (2010). Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000. *Global Ecology and Biogeography*, 19(5), 589-606.

<https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00540.x>

Escobar, L. E., Peterson, A. T., Favi, M., Yung, V., & Medina-Vogel, G. (2015). Bat-borne rabies in Latin America. *Revista del Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo*, 57(1), 63-72.

<https://doi.org/10.1590/S0036-46652015000100009>

Estrada-Villegas, S. & Ramírez, B. (2013). Bats of Casanare, Colombia. *Chiroptera Neotropical*, 19(3), 1-13. <https://n9.cl/kmwn>

Etter, A., Andrade, A., Saavedra, K., Amaya, P., Arevalo, P., Cortes, J., Pacheco, D., & Soler, D. (2017). Lista roja de ecosistemas de Colombia (Vers. 2.0). Pontificia Universidad Javeriana; Conservación Internacional Colombia. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10861.08165>

- Fey, R., Malavasi, U. & Malavasi, M. (2015). Silvopastoral system: a review regarding the family agriculture. *Revista de Agricultura Neotropical*, 2(2), 26-41.
<https://doi.org/10.32404/rean.v2i2.265>
- Garcés-Restrepo, M., Giraldo, A., López, C. & Ospina-Reina, N. F. (2016). Diversidad de murciélagos del campus Meléndez de la Universidad del Valle, Santiago de Cali, Colombia. *Boletín Científico Centro de Museos*, 20(1), 116-125. <https://doi.org/10.17151/bccm.2016.20.1.9>
- Gras, P., Tschardt, T., Maas, B., Tjoa, A., Hafsa, A. & Clough, Y. (2016). How ants, birds and bats affect crop yield along shade gradients in tropical cacao agroforestry. *Journal of Applied Ecology*, 53(3), 953-963. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12625>
- Harvey, C. A. & González-Villalobos, J. A. (2007). Agroforestry systems conserve species-rich but modified assemblages of tropical birds and bats. *Biodiversity and Conservation*, 16, 2257-2292. <https://doi.org/10.1007/s10531-007-9194-2>
- Harvey, C., Komar, O., Chazdon, R., Ferguson, B., Finegan, B., Griffith, D., Martínez-Ramos, M., Morales, H., Nigh, R., Soto-Pinto, L., Van Breugel, M. & Wishnie, M. (2008). Integrating agricultural landscapes with biodiversity conservation in the Mesoamerican hotspot. *Conservation Biology*, 22(1), 8-15. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00863.x>
- Hernández-Leal, F., Sánchez, F. & Lizcano, D. J. (2021). Murciélagos insectívoros aéreos en un paisaje ganadero del piedemonte llanero colombiano. *Biota Colombiana*, 22(1), 15-33. <https://doi.org/10.21068/c2021.v22n01a11>
- IDEAM, MADS & UDCA. (2015). Síntesis del estudio nacional de la degradación de suelos por erosión en Colombia - 2015. MADS- IDEAM - MADS. <https://n9.cl/h0vr>
- Jones, G. & Rydell, J. (2003). Attack and defense: interactions between echolocating bats and their insect prey. In T. H. Kunz & M. B. Fenton (Eds.), *Bat ecology* (pp. 301-345). The University of Chicago Press. <https://n9.cl/nejf>
- Kalka, M. & Kalko, E. (2006). Gleaning bats as underestimated predators of herbivorous insects: diet of *Micronycteris microtis* (Phyllostomidae) in Panama. *Journal of Tropical Ecology*, 22(1), 1-10. <https://doi.org/10.1017/S0266467405002920>
- Karp, D. S. & Daily, G. (2014). Cascading effects of insectivorous birds and bats in tropical coffee plantations. *Ecology*, 95(4), 1065-1074. <https://doi.org/10.1890/13-1012.1>
- Kemp, J., López-Baucells, A., Rocha, R., Wangenstein, O. S., Andriatafika, Z., Nair, A. & Cabeza, M. (2019). Bats as potential suppressors of multiple agricultural pests: A case study from Madagascar. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 269, 88-96. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.09.027>
- Kunz, T., Braun de Torrez, E., Bauer, D., Lobova, T. & Fleming, T. (2011). Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1223(1), 1-38.

<https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06004.x>

Kunz, T., Whitaker, J. & Wadanoli, M. (1995). Dietary energetics of the insectivorous Mexican free-tailed bat (*Tadarida brasiliensis*) during pregnancy and lactation. *Oecologia*, 101(4), 407-415. <https://doi.org/10.1007/BF00329419>

Lee, D., Papes, M. & van den Bussche, R. (2012). Present and potential future distribution of common vampire bats in the Americas and the associated risk to cattle. *PLoS ONE*, 7(8), e42466. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0042466>

Lerner, A., Zuluaga, A., Chará, J., Etter, A. & Searchinger, T. (2017). Sustainable cattle ranching in practice: moving from theory to planning in Colombia's livestock sector. *Environmental Management*, 60 (2), 176-184. <https://doi.org/10.1007/s00267-017-0902-8>

Lobova, T., Geiselman, C. & Mori, S. (2009). Seed dispersal by bats in the Neotropics. The New York Botanical Garden Press. <https://n9.cl/ybz2t>

Long, R., Kiser, W. & Kiser, S. (2006). Well-placed bat houses can attract bats to Central Valley farms. *California Agriculture*, 60(2), 91-94. <https://escholarship.org/uc/item/9bs900wj>.

Maas, B., Clough, Y. & Tschardtke, T. (2013). Bats and birds increase crop yield in tropical agroforestry landscapes. *Ecology Letters*, 16(12), 1480-1487. <https://doi.org/10.1111/ele.12194>.

Maas, B., Karp, D., Bumrungsri, S., Darras, K., Gonthier, D., Huang, J., Lindell, C., Maine, J., Mestre, L., Michel, N., Morrison, E., Perfecto, I., Philpott, S., Sekercioglu, C., Silva, R., Taylor, P., Tschardtke, T., Van Bael, S., Whelan, C. & Williams-Guillén, K. (2015). Bird and bat predation services in tropical forests and agroforestry landscapes. *Biological Reviews*, 91(4), 1081-1101. <https://doi.org/10.1111/brv.12211>

Maas, B., Tschardtke, T., Tjoa, A., & Anshary, A. (2018). Effects of ecosystem services provided by birds and bats in smallholder cacao plantations of central Sulawesi. Göttingen University Press. <https://n9.cl/7gqec>

Maxwell, M., Freire de Carvalho, M., Hoet, A., Vigilato, M., Pompei, J., Cosivi, O. & del Rio Vilas, V. (2017). Building the road to a regional zoonoses strategy: A survey of zoonoses programmes in the Americas. *PLoS ONE*, 12(3), 1-19. . <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174175>

Mora, M., Ríos, L., Ríos, L. & Almario, J. (2017). Impacto de la actividad ganadera sobre el suelo en Colombia. *Ingeniería y Región*, 17, 1-12. <https://doi.org/10.25054/issn.2216-1325>

Morales-Martínez, D., Rodríguez-Posada, M., Fernández-Rodríguez, C., Calderón-Capote, M. & Gutierrez-Sanabria, D. (2018). Spatial variation of bat diversity between three floodplain-savanna ecosystems of the Colombian Llanos. *Therya*, 9(1), 41-52. <https://doi.org/10.12933/therya-18-537>.

Morrison, E. & Lindell, C. (2012). Birds and bats reduce insect biomass and leaf damage in tropical forest restoration sites. *Ecological Applications*, 22(5), 1526-1534. <https://doi.org/10.1890/11->

1118.1.

- Pérez-Torres, J., Sánchez-Lalinde, C. & Cortés-Delgado, N. (2009). Murciélagos asociados a sistemas naturales y transformados en la Ecorregión Eje Cafetero. En J. M. Rodríguez, J. C. Camargo, J. Niño, A. M. Pineda, L. M. Arias, M. A. Echeverry & A. Miranda (Eds.), Valoración de la biodiversidad en la Ecorregión del Eje Cafetero. Publiprint Ltda. <https://n9.cl/y1rbt>.
- Peri, P., Dube, F. & Varela, A. (2016). *Silvopastoral Systems in Southern South America*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-24109-8>.
- Puig-Montserrat, X., Torre, I., López-Baucells, A., Guerreiri, E., Monti, M., Ràfols-García, R., Ferrer, X., Gisbert, D. & Flaquer, C. (2015). Pest control service provided by bats in Mediterranean rice paddies: linking agroecosystems structure to ecological functions. *Mammalian Biology*, 80(3), 237-245. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2015.03.008>.
- Racero-Casarrubia, J., Pinedo-Hernández, J., Ballesteros-Correa, J. & Marrugo-Negrete, J. (2017). Metales pesados en especies de murciélagos (Quiróptera) asociados a una finca bajo manejo silvopastoril en el departamento de Córdoba, Colombia. *Acta Zoologica Mexicana*, 33(1), 45-54. <https://n9.cl/fr6ju>
- Ramankutty, N., Graumlich, L., Achard, F., Alves, D., Chhabra, A., DeFries, R., Foley, J., Geist, H., Houghton, R., Goldewijk, K., Lanbin, E., Millington, A., Rasmussen, K., Reid, R. & Turner, B.. (2006). Global Land-Cover Change: Recent Progress, Remaining Challenges. In E. F. Lambin & H. J. Geist (Eds.). *Land-use and land-cover change* (pp. 9-39). Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/3-540-32202-7_2
- Ramírez-Chaves, H., Noguera-Urbano, E. & Rodríguez-Posada, M. (2013). Mamíferos (Mammalia) del departamento de Putumayo, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 37(143), 263-286. <https://racefyn.co/index.php/racefyn/article/view/9/9>
- Ramírez-Mejía, A., Urbina-Cardona, J. N. & Sánchez, F. (2020). Functional diversity of phyllostomid bats in an urban–rural landscape: a scale-dependent analysis. *Biotropica*, 52(6), 1168-1182. <https://doi.org/10.1111/btp.12816>
- Reeder, D. & Moore, M. (2013). White-nose syndrome: a deadly emerging infectious disease of hibernating bats. In R. A. Adams & S. C. Pedersen (Eds.). *Bat Evolution, Ecology, and Conservation* (pp. 413-434). Springer Science+Business Media. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7397-8_20
- Rivas-Pava, P., Sánchez-Palomino, P. & Cadena, A. (1996). Estructura trófica de la comunidad de quirópteros en bosques de galería de la Serranía de la Macarena (Meta - Colombia). In H. H. Genoways & R. J. Baker (Eds.). *Contributions in Mammalogy: a memorial volume honoring* (pp. 237-248). Museum of Texas Tech University.
- Romero-Ruiz, M., Flantúa, S., Tansey, K. & Berrio, J. (2012). Landscape transformations in savannas of northern South America: Land use/cover changes since 1987 in the Llanos Orientales

- of Colombia. *Applied Geography*, 32(2), 766-776. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2011.08.010>.
- Rosenzweig, M. L. (2003). *Win-win ecology: how Earth's species can survive in the midst of human enterprise*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1017/S0030605304210419>.
- Sánchez, F. (2011). La heterogeneidad del paisaje del borde norte de Bogotá (Colombia) afecta la actividad de los murciélagos insectívoros. *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica*, 14(1), 71-80. <https://doi.org/10.31910/rudca.v14.n1.2011.759>.
- Sánchez, F. (2017). Murciélagos de Villavicencio (Meta, Colombia): evaluación preliminar de su diversidad trófica y servicios ecosistémicos. *Boletín Científico, Centro de Museos, Museo de Historia Natural*, 21(1), 96-111. <https://doi.org/10.17151/bccm.2017.21.1.8>
- SINCHI, I. A. (2007). Balance anual sobre el estado de los ecosistemas y el ambiente de la amazonia colombiana 2006. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas –Sinchi. <https://n9.cl/z5u8>
- Sociedad Colombiana de Mastozoología. (2017). Lista de referencia de especies de mamíferos de Colombia. Versión 1.2. SIP Colombia. Conjunto de datos/Lista de especies. <http://doi.org/10.15472/k11whs>.
- Thompson, R., Mitchel, G. & Burns, R. (1972). Vampire bat control by systemic treatment of livestock with an anticoagulant. *Science*, 177(4051), 806-808. <https://doi.org/10.1126/science.177.4051.806>
- Tschapka, M. & Dressler, S. (2002). Chiropterophily: on bat-flowers and flower-bats. *Curtis's Botanical Magazine (Series 6)*, 19(2), 114-125. <http://www.jstor.org/stable/45065530>
- Tuttle, M. D., Kiser, M., & Kiser, S. (2004). *The bat house builder's handbook*. Bat Conservation International.
- UNEP. (2010). *Latin America and the Caribbean: Environment Outlook-GEO LAC 3*. United Nations Environment Programme. <http://hdl.handle.net/20.500.11822/8663>
- Vela-Vargas, I. & Pérez-Torres, J. (2012). Murciélagos asociados a remanentes de bosque seco tropical en un sistema de ganadería extensiva (Colombia). *Chiroptera Neotropical*, 18(1), 1089-1110. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/vti-464684>.
- Whitaker, J. (1995). Food of the big brown bat *Eptesicus fuscus* from maternity colonies in Indiana and Illinois. *The American Midland Naturalist*, 134(2), 346-360. <https://doi.org/10.2307/2426304>.
- Williams-Guillén, K., Perfecto, I. & Vandermeer, J. (2008). Bats limit insects in a Neotropical agroforestry system. *Science*, 320(5872), 70. <https://doi.org/10.1126/science.1152944>



LAS PSITÁCIDAS Y EL CAUTIVERIO

The parrots and the captivity

 **Gloria Elena Estrada-Cely**¹
E-mail: gestmvz@gmail.com

¹PhD en Bioética. Docente Universidad de la Amazonia, Grupo de Investigación en Fauna Silvestre. Coordinadora de la Unidad de Apoyo Hogar de Paso para Fauna Silvestre – HPFS, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de la Amazonia. Centro de Investigación de la Biodiversidad Andino Amazónica - INBIANAM.

Fecha recepción: 1 de marzo de 2021 / Fecha Aprobación: 22 de marzo de 2021 / Fecha Publicación: 30 de junio 2021

RESUMEN

Las aves del orden de los psitaciformes o psitácidas, grupo al que pertenecen los loros, los pericos y los papagayos, suelen ser consideradas las que con mayor frecuencia son mantenidas en cautiverio, particularmente en zonas de alta diversidad biológica, como lo es la región de la Amazonía colombiana. Dada la alta mortalidad derivada de la extracción de especímenes adultos en los ambientes naturales, la mayor parte de los casos observables de sobrevivientes en cautiverio, corresponden a animales capturados, en estadios neonatales o juveniles, los cuales son criados por sus captores; de lo anterior, se derivan necesariamente procesos profundos de amansamiento, que acarrearán necesariamente alteraciones fisiológicas y conductuales, que podrían poner en riesgo el bienestar y la sobrevivencia de los especímenes, limitando, y en muchos casos imposibilitando, es la probabilidad de retorno a sus ambientes naturales, sin la previa mediación de procesos de rehabilitación, que son complejos, costosos y prolongados, además de poco frecuentes dentro del territorio nacional.

Palabras claves.

Fauna silvestre, amasamiento, rehabilitación, reubicación.

ABSTRACT

Birds of the order of the psittaciformes or psittacidae, a group to which parrots, parakeets and parrots belong, are usually considered the most frequently kept in captivity, particularly in areas of high biological diversity, such as the Colombian Amazon region. Given the high mortality derived from the extraction of adult specimens in natural environments, most of the observable cases of survivors in captivity correspond to captured animals, in neonatal or juvenile stages, which are raised by their captors; This necessarily leads to profound taming processes, which necessarily entail physiological and behavioral alterations that could endanger the well-being and survival of the specimens, limiting, and in many cases making it impossible to return them to their natural environments without the prior mediation of rehabilitation processes, which are complex, costly and lengthy, as well as infrequent within the national territory.

Key words

Wildlife, kneading, rehabilitation, relocation

Cómo citar:

Estrada-Cely, G. E. (2021). Las psitácidas y el cautiverio. *Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias -FAGROPEC*. Universidad de la Amazonia. Vol. 13 (1), 73-78.



INTRODUCCIÓN

Históricamente, el tráfico de especímenes de fauna silvestre, en países megadiversos como Colombia, se presenta de manera recurrente, fenómeno que también toca a las diversas regiones del mencionado país; ello teniendo en cuenta el número de especímenes que anualmente son recibidos, en los diferentes centros de manejo adecuados para tal fin.

De acuerdo con los estudios realizados por investigadores como Estrada, Guzmán y Parra (2019) y Estrada, Gaviria y Pacheco (2016), quienes hacen sus análisis sobre departamentos de alta diversidad biológica como el Caquetá, los que a su vez presentan importantes problemáticas ambientales, derivadas de la extracción de especímenes silvestres, así como transformaciones de los ecosistemas, el grupo taxonómico recibido con mayor frecuencia en los centros especializados de manejo de fauna silvestre -que para el caso del departamento antes mencionado corresponde a la Unidad de apoyo Hogar de Paso para Fauna Silvestre de la Universidad de la Amazonía- es el de las aves; a estas le siguen los mamíferos y finalmente los reptiles. De las aves, los dos géneros identificados con mayor frecuencia son los loros (Amazonas), y los papagayos (Aras), pertenecientes a la familia Psittacidae, la cual corresponde a uno de los grupos de aves más amenazados del mundo (Olah *et al.*, 2016).

La recepción de especímenes en los centros de manejo se produce principalmente como producto del rescate y de la entrega voluntaria a las autoridades ambientales, además del decomiso, que se presenta en algunas excepciones. Lo anterior, a pesar que la tenencia de animales silvestre en cautiverio puede configurarse como un doble delito, de ilícito aprovechamiento de los recursos naturales y de maltrato animal, que debe surtir proceso en concurso heterogéneo. Sin embargo, específicamente para el departamento del Caquetá, a la fecha, ninguna persona ha sido procesada por alguno de los delitos señalados anteriormente. Por lo anterior, se entiende que este grave ilícito, que atenta no sólo contra la sobrevivencia de los animales, sino también contra la estabilidad y la capacidad de resiliencia de los ecosistemas amazónicos, se ha mantenido en la impunidad, perpetuándose y limitando además los recursos económicos disponibles para el funcionamiento de los centros de manejo.

Ahora bien, para la tenencia legal de especímenes de la fauna silvestre, la normatividad nacional vigente ha señalado al menos 12 figuras, que pueden ser adoptadas por las autoridades ambientales. Sin embargo, por razones principalmente económicas y de interés político, para lo relacionado particularmente con el manejo de especímenes vivos, en Colombia son escasas las figuras de centros de atención y de valoración – CAV, así como de centros de atención, valoración y rehabilitación – CAVR, zoológicos, redes de amigos de la fauna, zocriaderos, tenedores de fauna silvestre, reexportación y hogares de paso. Dado el escenario anterior, las autoridades suelen recurrir, con bastante frecuencia, a la reubicación o la liberación de especímenes en ambientes naturales. Esta situación resulta preocupante, especialmente si se tiene en cuenta el elevado riesgo zoonótico e infeccioso derivado de la relación humano – animal silvestre y animal silvestre – animal doméstico, así como la necesaria antropización

padecida por los animales durante su cautiverio, de la que también se derivan alteraciones de tipo fisiológico y conductual, producto de las condiciones de cautividad (albergue, manejo, alimentación, etc.) agravado con la ausencia de procesos de rehabilitación desarrollados en los CAVR legalmente establecidos; estas situaciones impiden la garantía de adaptación de los especímenes a su medio natural (Estrada, 2020).

DESARROLLO DEL TEMA

Para la mayoría de los centros de recepción de especímenes silvestre del país, principalmente los miembros de redes de amigos de la fauna, los hogares de paso y los CAV, la condición general de manejo de aves silvestre en cautiverio, especialmente la especie de los psitaciformes, supone la recepción de especímenes en su mayoría adultos y altamente antropizados, que se hace evidente en la recurrente repetición de frases o palabras que dichos especímenes articulan, así como por la costumbre de estos de alimentarse con comida caseras, además de su limitada movilidad o intento de vuelo o fuga, presentando generalmente un corte bilateral de las plumas de las alas.

Lo anterior supone la imposibilidad de su reubicación en ambientes naturales, a corto o a mediano plazo, pues cada uno de estos comportamientos, y las posibles alteraciones fisiológicas derivadas de los mismos, deben ser adecuadamente identificadas, diagnosticadas y tratadas. Además de esto, es necesario descartar la presencia de patologías de alto riesgo (principalmente infecciosas y zoonóticas), en el marco del desarrollo de costosos, complejos y prolongados procesos de rehabilitación, que no suelen ser asumidos por el Estado, aunque legalmente sea el responsable de implementar dichos procesos a través de las instituciones especializada para tal fin como los CAVR, que son escasas al rededor del territorio nacional, así como también resultan escasos los CAV, que además registran poca infraestructura y capacidad (Choperena y Mancera, 2016).

Sumado a lo anterior, la rehabilitación de cada uno de los individuos acogidos debe desarrollarse de manera paralela, con procesos de caracterización genética, así como con procesos de identificación, caracterización y estudio del posible hábitat de reubicación. Lo anterior, debe ir acompañado también de la identificación, el estudio y la caracterización genética de la población receptora, o de los especímenes de su especie con quienes estaría en contacto (esto según corresponda a especímenes gregarios o solitarios); ello con el fin de evitar estados de erosión genética, los cuales podrían poner en riesgo la sobrevivencia de la población y el equilibrio del ecosistema impactado. Así mismo, una vez finalizados los procesos sobre el espécimen, el hábitat y la población receptora, se deben implementar mecanismos de seguimiento post liberación. Sobre este particular, resulta preocupante la conclusión de análisis como los desarrollados por Estrada (2020), quien indica que el seguimiento a los especímenes silvestres reubicados en ambientes naturales en Colombia, se realiza sólo en el 0,84% de los casos documentados.

Por otra parte, es necesario precisar que las alteraciones conductuales producidas por el cautiverio, reconocidas genéricamente como antropización o amasamiento, pueden manifestarse de diferentes maneras con consecuencias perjudiciales para los animales, como se presenta a continuación:

- Reconocimiento de los seres humanos como fuente de alimento o de protección, no como depredadores naturales, por lo que, en los procesos de liberación en ambientes naturales de especímenes no rehabilitados, estos suelen ser fácilmente recapturados.
- Reconocimiento de algunos de sus depredadores naturales, esto es, de los caninos y los felinos, como especies de bajo riesgo para su supervivencia y no como depredadores naturales. Por lo anterior, en los procesos de liberación en ambientes naturales de especímenes no rehabilitados, estos suelen ser fácilmente depredados.
- Imposibilidad para el reconocimiento de fuentes efectivas de alimentación y escasa diferenciación de los alimentos tóxicos, por lo que, en los procesos de liberación en ambientes naturales de especímenes no rehabilitados, estos fácilmente pueden morir por inanición o intoxicación.
- Dada la frecuencia del registro en el corte de las plumas de las alas, la imposibilidad de los especímenes para la volar facilita su depredación y los imposibilita para el acceso a sus fuentes habituales de alimentación.
- Dado la ausencia de certeza en el descarte de patologías de altísimo riesgo, como la clamidiasis o la psitacosis, identificadas como de interés en atención a la predisposición a la infección de los miembros de la familia Psitacidae, puede existir una elevada posibilidad para el desarrollo de epizootias, epidemias o pandemias, dada su condición de zoonótica.
- Los especímenes en cautiverio, especialmente de ambientes poco enriquecidos o estimulantes, suelen desarrollar estereotipias, las cuales están asociadas con comportamientos repetitivos, que no presentan ninguna finalidad específica, y que pueden ser corregidas sólo mediante procesos continuos de modulación conductual, a través, principalmente, de la implementación de enriquecimientos ambientales. Por lo anterior, en los procesos de liberación en ambientes naturales de especímenes no rehabilitados, la presentación de este tipo de comportamientos supone un gasto energético adicional para el animal, haciéndolo, además, aún más susceptible a la depredación.
- Las conductas antropizadas, como la repetición de palabras o frases, suelen constituir una condición de rechazo para los congéneres de los especímenes que se encuentran en estados naturales. Por lo anterior, en los procesos de liberación en ambientes naturales de especímenes no rehabilitados, la presentación de este tipo de comportamientos supone su imposibilidad para conseguir pareja, migrar y reproducirse.

Algunos especímenes suelen estar habituadas a alimentarse con productos para el consumo humano, tal como chocolate, pan, arroz, etc.; de lo que se pueden derivar alteraciones propias de una alimentación no balanceada, lo cual a su vez puede producir lento crecimiento, talla inferior a la media de la especie, susceptibilidad para padecer patologías principalmente respiratorias y digestivas, etc. También suelen producirse desequilibrios orgánicos en las

concentraciones de Calcio / Fósforo, Sodio y Vitamina D3, que pueden desencadenar en patologías como:

- La *gota*, producto del incremento del ácido úrico en sangre, que favorece la precipitación en el tejido (Bmeditores, 2020) y se produce principalmente por tener una dieta con niveles muy elevados de proteína. La patología supone un daño renal, con posible afectación de las capas serosas del corazón, el hígado, el mesenterio, los sacos aéreos o el peritoneo de las aves afectadas (Dinev, 2020) y se puede observar como dos síndromes separados, el visceral y el articular, último que produce agrandamiento y malformación de las mismas.
- La *pseudo gota*, que se origina principalmente por exceso de calcio en la dieta, con bajos niveles de fósforo disponible, y conduce a la precipitación de cristales de urato de sodio y pirofosfato de calcio principalmente en articulaciones (Bmeditores, 2020), produciendo hinchazón dolorosa de las mismas, que restringe su movilidad.

Adicionalmente, es necesario considerar el crecimiento continuo de las uñas y de los picos de los loros. Para modelar y controlar este crecimiento, los animales suelen recurrir al consumo de alimentos duros o con cáscara, los cuales no suelen ser aportados en las dietas ofrecidas por la mayoría de los tenedores ilegales. El crecimiento descontrolado de estas estructuras puede llegar a limitar la capacidad de agarre de la percha, por lo cual se puede ver afectada la postura habitual y de alimentación de las especies.

De acuerdo con lo anterior, se puede concluir que la antropización producida por el cautiverio de aves silvestres, supone una condición de menoscabo grave, para la salud e integridad física de los animales, dentro del marco de un evidente delito de maltrato animal, según lo establece la Ley 1774 de 2016 del Congreso de la República, “Por medio de la cual se modifica el código civil, la Ley 4 de 1989, el código penal, el código de procedimiento y se dictan otras disposiciones” (2016). Por otra parte, dada la ausencia de zoo-criaderos en el país para el grupo animal de los psitaciformes, la tenencia de especímenes en cautiverio ha derivado necesariamente en su extracción de los ambientes naturales, situación de la que se configura el delito de ilícito aprovechamiento, según lo ha establecido en la Ley 599 del 2000 del Congreso de la República, “*Por la cual se expide el Código Penal*” (2000) del Congreso de la República; lo anterior también se relaciona con lo establecido en Ley 1453 de 2017 del Congreso de la República, “*Por medio de la cual se reforma el Código Penal, el Código de Procedimiento Penal, el Código de Infancia y Adolescencia, las reglas sobre extinción de dominio y se dictan otras disposiciones en materia de seguridad*” (2017).

CONCLUSIONES

La tenencia ilegal de fauna silvestre en cautiverio, entendida como el acto criminal que supone los delitos de ilícito aprovechamiento de los recursos naturales, y de maltrato animal, debe ser reconocida, comprendida y dimensionada en general, por parte de la población; no sólo debido

a la gravedad punitiva de dicho acto, sino también, y principalmente, por los impactos y las secuelas que este delito genera, tanto sobre los animales, como sobre sus ambientes naturales.

Del mismo modo, la tenencia en cautiverio y el desarrollo de procesos de antropización o amasamiento de los especímenes, supone el desarrollo de alteraciones fisiológicas y conductuales que comprometen su bienestar y la sobrevivencia de los mismos, e imposibilitan su retorno a los ambientes naturales, sin la previa mediación de procesos de rehabilitación, que resultan ser complejos, costosos y prolongados, además de poco implementados dentro del territorio nacional.

LITERATURA CITADA

- BM Editores. (2019, 10 de enero). Qué le sucede a mi ave. Parte 7: Gota aviar/insuficiencia renal. BM EDITORES. <https://acortar.link/VPXVYZ>.
- Choperena, M. y Mancera, N. (2016). Lineamientos para el seguimiento y monitoreo post-liberación de fauna silvestre rehabilitada. *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica*, 19(2), 411-424.
- Estrada-Cely, G., Guzmán-Ríos M., y Parra-Herrera, J. (2019). Estado actual de la fauna silvestre posdecomiso en el departamento del Caquetá – Colombia. *Rev. CES Med. Zootec*, 14(3), 64-85.
- Estrada, G., Gaviria, A., y Pacheco, J.. (2016). Estudio del marco normativo de la fauna silvestre en Colombia. *Revista Estudio de Derecho*, 73(162), 107 - 139.
- Estrada-Cely, G. (2020). Fauna silvestre posdecomiso: entre la eutanasia, el encarnizamiento terapéutico y la distanasia. *Revista FAGROPEC*, 12(1), 11-27.
- Dinev, I. (2020) Enfermedades de las aves. El sitio avícola. <https://acortar.link/bBrOUu>
- Olah, G., Butchart S., Symes A., Medina I., Conningham R. y Heisohn, R. (2016). Ecological and socio-economic factors affecting extinction risk in parrots. *Biodiversity and Conservation*, 25, 205-223.
- Ley 1774 de 2016. (2016, 6 de enero). Congreso de la República de Colombia. *Diario Oficial* No. 49.747.
- Ley 599 de 2010. (2010, 24 de julio). Congreso de la República de Colombia. *Diario Oficial* No. 44.097.
- Ley 1453 de 2011. (2011, 24 de junio). Congreso de la República de Colombia. *Diario Oficial*. No. 48.110.

