

Revista Semilla del Este



Vol.4,(2), Abril-Septiembre 2024/ ISSN L-2710-7469

Centro Regional Universitario Panamá Este



REVISTA ESPECIALIZADA EN GESTIÓN AMBIENTAL

https://revistas.up.ac.pa/index.php/semilla_este



Revista Semilla del Este

Vol. 4 (2)

Abril - septiembre 2024

ISSN L: 2710-7469

PUBLICACIÓN SEMESTRAL

https://revistas.up.ac.pa/index.php/semilla_este

**AUTORIDADES DE LA
UNIVERSIDAD DE PANAMÁ**

Dr. Eduardo Flores Castro

Rector

Dr. José Emilio Moreno

Vicerrector Académico

Dr. Jaime Javier Gutiérrez

Vicerrector de Investigación y Postgrado

Mgter. Arnold Muñoz

Vicerrector Administrativo

Mgter. Mayanin Rodríguez

Vicerrectora de Asuntos Estudiantiles

Mgter. Ricardo Him

Vicerrector de Extensión

Mgter. Ricardo A. Parker

Secretario General

Mgter. José Luis Solís

Director General de los Centros Regionales Universitarios

Directores de la Revista

Dra. Marta Sánchez de Peralta. Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario Panamá Este, Facultad de Ciencias de la Educación. Panamá.
marta.sanchezp@up.ac.pa martadeperalta@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-3705-5393>

Magíster Roberto Carrizo. Universidad de Panamá, Facultad de Administración de Empresas y Contabilidad. Panamá.
roberto.carrizo@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0001-6516-0011>

Editor Jefe de la Revista

Dr. Alonso Santos-Murgas. Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología. Panamá.
santosmurgasa@gmail.com <https://orcid.org/0000-0001-9339-486X>

Secretario Técnico de la Revista

Ing. Alexander Santana. Universidad de Panamá, Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, Oficina de Publicaciones Académicas y Científicas, Panamá.
alexander.santana@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0002-0455-0996>

Equipo Editorial de la Revista

Licenciada Zaira Delgado. Universidad de Panamá. Vicerrectoría de Investigación y Postgrado. Oficina de Publicaciones Académicas y Científicas. Panamá.
zaira.delgado@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0002-0634-714X>

Dr. Francisco Farnum Castro. Universidad de Panamá. Vicerrectoría de Investigación y Postgrado. Oficina de Publicaciones Académicas y Científicas. Panamá.
francisco.farnum@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0002-5879-2296>

Ingeniero Edgar J. Pérez. Universidad de Panamá. Vicerrectoría de Investigación y Postgrado. Oficina de Publicaciones Académicas y Científicas. Panamá.
edgar.perezr@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0002-0466-001X>

Dra. Damaris V. Tejedor-De León. Universidad de Panamá. Vicerrectoría de Investigación y Postgrado. Oficina de Publicaciones Académicas y Científicas. Panamá.
damaris.tejador@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0002-4350-196X>

Licenciada Kellineth Achong. Universidad de Panamá. Vicerrectoría de Investigación y Postgrado. Oficina de Publicaciones Académicas y Científicas. Panamá
kellineth.achong@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0002-2912-327X>

Contacto

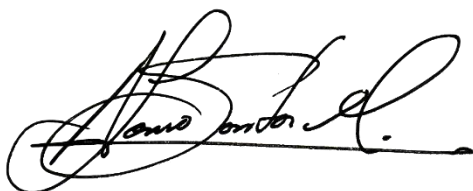
semilladeleste@up.ac.pa

EDITORIAL

La Revista Semilla del Este, medio de publicación científica indexado y especializado en Gestión Ambiental de la Universidad de Panamá, se complace en presentarles el segundo número del cuarto volumen, el cual cuenta con un total de 10 contribuciones originales en materia de investigación y gestión ambiental desarrollados tanto en el territorio nacional como en otros países de la región latinoamericana como Colombia; como guía, en esta entrega se ha priorizado la Gestión Sostenible de Recursos Naturales y la Biodiversidad, recibiendo trabajos en materia de: Moluscos terrestres, fertilización química del pasto, mejoramiento de las técnicas tradicionales para la propagación y producción de vástagos, evaluación de la respuesta del cultivo de maíz a cinco dosis de nitrógeno, influencia del entorno en el comportamiento de las avispas, alimentación avícola, contaminantes que agravan el cambio climático, análisis de la calidad del agua mediante macroinvertebrados bentónicos, degustación de comida, Entomofagia por panameños, identificación de fragmentación boscosa con tecnologías robóticas avanzadas y la actualización de la distribución de una especie de murciélago en Panamá.

En esta ocasión deseo extender mis más sinceros agradecimientos a los lectores, autores, revisores y en especial, al Equipo Editorial de la Revista Semilla del Este, por todo el apoyo brindado durante la conformación de este volumen.

Esperando que este número despierte el interés de todos los lectores y autores.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Alonso Santos Murgas', with a stylized flourish at the end.

Profesor, Alonso Santos Murgas, PhD.

Editor jefe, Revista Semilla del Este

INDICE

LAND SNAILS AND SLUGS (MOLLUSCA: GASTROPODA) IN THE INTERNATIONAL LOADING AND UNLOADING AREAS OF PANAMA	7
EVALUACIÓN DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN LA PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PASTO BRACHIARIA HÍBRIDO CIAT BR02/1794 CV. COBRA	24
EVALUACIÓN DEL EFECTO DE INDUCTOR DE ENRAIZAMIENTO EN LA TITHONIA DIVERSIFOLIA UTILIZADA EN ALIMENTACIÓN COMO FUENTE PROTEÍCA	42
IDENTIFICACIÓN DE FRAGMENTACIÓN BOSCOsa CON TECNOLOGÍAS ROBÓTICAS AVANZADAS (VANT) EN UN SEGMENTO DEL PARQUE NACIONAL SANTA FÉ, VERAGUAS, PANAMÁ 2024	54
NUEVO REPORTE DE HYLONYCTERIS UNDERWOODI (PHYLLOSTOMIDAE: GLOSSOPHAGINAE) EN LA REPÚBLICA DE PANAMÁ	68
ACEPTACIÓN DE CARNE DE POLLOS ALIMENTADOS CON EISENIA FETIDA (OPISTHOPORA: LUMBRICIDAE): UN ESTUDIO DE MERCADO PRELIMINAR EN DAVID, CHIRIQUÍ.....	78
ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS Y VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS EN LA QUEBRADA LA CUCALINA DE PAMPLONITA-COLOMBIA	87
DEGUSTACIÓN DE SPHENARIUM PURPURASCENS (ORTHOPTERA: ACRIDIDAE) Y COMADIA REDTENBACHERI (LEPIDOPTERA: COSSIDAE) POR PANAMEÑOS EN CHAPINGO – TEXCOCO, MÉXICO.....	102
RESPUESTA DEL MAÍZ A LA APLICACIÓN DE DIFERENTES DOSIS DE NITRÓGENO EN ROTACIÓN CON KUDZÚ PUERARIA PHASEOLOIDES, BAJO DOS TIPOS DE LABRANZA.....	111
INFLUENCIA DEL ENTORNO: ¿CÓMO PUEDE SER INTERPRETADO EL COMPORTAMIENTO SOCIAL DE LAS AVISPAS?.....	124

**LAND SNAILS AND SLUGS (MOLLUSCA: GASTROPODA) IN THE
INTERNATIONAL LOADING AND UNLOADING AREAS OF PANAMA**

**BABOSAS TERRESTRE (MOLLUSCA: GASTROPODA) EN LAS ZONAS
INTERNACIONALES DE CARGA Y DESCARGA DE PANAMÁ**

Dora Isabel Quirós

Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales y Tecnologías, Departamento de
Zoología. Panamá
semilladeleste@up.ac.pa

Daniel Emmen

Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales y Tecnologías, Departamento de
Zoología. Panamá
emmen.daniel@gmail.com <https://orcid.org/0000-0001-9309-0487>

Ramy Jhasser Martínez

Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales y Tecnologías, Departamento de
Zoología. Panamá
ramyjhasser522@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-6789-2504>

***Corresponding authors:** ramyjhasser522@gmail.com

Recepción: 29 de enero de 2024

Aprobación: 28 de febrero de 2024

DOI <https://doi.org/10.48204/semillaeste.v4n2.5037>

ABSTRACT

This study aims to identify the species of land snails and slugs that may invade Panama through the loading and unloading sites of national and international merchandise in Panama

City and Colon, along with their probable places of origin. The investigation also considers the ecological, economic, and health impacts of these potential invasive species. Between September 2008 and September 2009, sampling was conducted at the main seaports and airports of Panama City and Colon, including their containers, warehouses, and surrounding natural habitats. The study utilized GPS for accurate location marking, and sampling occurred twice a week. Specimens were collected, with live material fixed in 70% alcohol, and slugs dissected for identification through sexual organs. Taxonomic identification involved conchological characteristics and expert consultation, with the data analyzed for species abundance correlation with precipitation and humidity. A total of 2379 individuals were collected, identifying seven species across nine genera and four taxonomic families, with the Subulinidae family being the most abundant. Notably, *Praticolella griseola*, an agricultural pest, and *Hapiella w. f. decolorata* were new records for Panama. The study found species richness and abundance correlated with rainfall but not relative humidity. The research highlighted the quarantine importance of several species due to their roles as pests and vectors of diseases like *Angiostrongylus cantonensis* and *A. costarricensis*. Panama hosts a moderate ecological diversity of gastropods, with certain species posing significant risks to agriculture, public health, and native ecosystems. The study underscores the necessity for ongoing surveillance and management of non-native mollusk introductions, particularly in a global trade hub like Panama. Identifying and understanding the distribution of invasive gastropods are crucial for developing effective control measures and mitigating their impact on the environment and human health.

Keywords: Gastropods, invasive species, Port of Balboa, Port of Manzanillo, slugs

RESUMEN

Este estudio tiene como objetivo identificar las especies de caracoles y babosas terrestres que podrían invadir Panamá a través de los sitios de carga y descarga de mercancías nacionales e internacionales en la Ciudad de Panamá y Colón, junto con sus probables lugares de origen. La investigación también considera los impactos ecológicos, económicos y de salud de estas posibles especies invasoras. Entre septiembre de 2008 y septiembre de 2009, se realizó muestreo en los principales puertos marítimos y aeropuertos de la Ciudad de Panamá y Colón,

incluyendo sus contenedores, almacenes y hábitats naturales circundantes. El estudio utilizó GPS para marcar las ubicaciones con precisión, y el muestreo se llevó a cabo dos veces por semana. Se recolectaron especímenes, con material vivo fijado en alcohol al 70%, y se diseccionaron babosas para la identificación a través de órganos sexuales. La identificación taxonómica involucró características conquiológicas y consulta experta, con los datos analizados para correlacionar la abundancia de especies con la precipitación y la humedad. Se recolectaron un total de 2379 individuos, identificando siete especies en nueve géneros y cuatro familias taxonómicas, siendo la familia Subulinidae la más abundante. Notablemente, *Praticolella griseola*, una plaga agrícola, y *Hapiella w. f. decolorata* fueron nuevos registros para Panamá. El estudio encontró que la riqueza y abundancia de especies se correlacionaba con la lluvia, pero no con la humedad relativa. La investigación destacó la importancia de cuarentena de varias especies debido a sus roles como plagas y vectores de enfermedades como *Angiostrongylus cantonensis* y *A. costarricensis*. Panamá alberga una diversidad ecológica moderada de gasterópodos, con ciertas especies que representan riesgos significativos para la agricultura, la salud pública y los ecosistemas nativos. El estudio subraya la necesidad de vigilancia y manejo continuos de las introducciones de moluscos no nativos, particularmente en un centro de comercio global como Panamá. Identificar y comprender la distribución de gasterópodos invasores es crucial para desarrollar medidas de control efectivas y mitigar su impacto en el medio ambiente y la salud humana.

Palabras clave: Gasterópodos, especies invasoras, Puerto de Balboa, Puerto de Manzanillo, babosas

INTRODUCTION

Gastropods belonging to the phylum Mollusca have about 100,000 described species and potentially 100,000 species yet to be described (Strong *et al.* 2008). The influence of direct or indirect human-caused dispersal of terrestrial gastropods should be taken into consideration when interpreting the capacity or extent of species to modify their range. Transport constitutes more than 90% of the unintentional introductions of foreign species (Roques *et al.* 2009). The human introduction of some species of gastropods by ship, car, or train transport with plants, soil, or building material seems to be the most important method

of spreading (Ascensão & Capinha 2017). There are many reports of gastropods species inadvertently incorporated into shipments of plant materials in international trading, and exported grain shipments have been rejected due to snail contamination (Michalak 2010; Mienis & Rittner 2010).

The impact of invasive species on ecosystems is enormous and might go beyond damage to biodiversity. Since exotic species have evolved in a different environment, they may have a new predation behavior with novel weapons or new properties that may alter the functioning of the new ecosystem. Invasions of exotic species often involve significant economic losses and severe health problems, which makes them a direct threat to human well-being (Aguirre *et al.* 2009). Worldwide, 39% of known extinctions of local animals have been caused by the introduction of foreign species (Pérez-Bedmar & Pérez 2003). Some snails, especially carnivorous species, can affect the indigenous land snail fauna and may rapidly exterminate local species in some cases.

An indirect damage that might be caused by mollusks is due to the transmission of parasites and pathogens to humans and the rejection of exports due to contamination of products. Land slugs and snails are involved in the transmission of bacteria such as *Salmonella* (Monge-Nájera 2003) and parasites causing angiostrongyliasis, clonorchiasis, fascioliasis, fasciolopsiasis, opisthorchiasis, paragonimiasis and schistosomiasis (Lu *et al.* 2018). Nematodes found in some of these terrestrial mollusks are *Angiostrongylus costarrisensis* (Morera 1987) and *A. cantonensis* (Maceira 2003) which cause intestinal angiostrongyliasis and eosinophilic meningoencephalitis (brain disease) that can lead to death. The nematode *A. costarrisensis* has been reported for the American continent in several countries including Panama causing these diseases (Valente *et al.* 2018).

The economic risks of alien mollusks in Panama might be caused by feeding damage and contamination of crops with their feces and mucus. In Central America economic losses caused by mollusks range from 15-20% of potential yield, which is equivalent to \$27-45 million dollars per year (Andrews & Dundee 1987). Slugs and snails damage a wide variety of crops, mainly vegetables and legumes (Thome 1993; Maceira 2003). Land mollusks are vulnerable to dehydration because their skin is highly permeable and because they move by

laying down a band of moist mucus (Moreno-Rueda *et al.* 2009). The environmental factor is classified as the major cause that supports the life of Gastropoda because of the low migration capabilities. The most recent studies of the relationship between the distribution and abundance of terrestrial slugs and snails and environmental conditions are those of Nunes & Santos (2012) and the published data on land snails of Panama is limited or focuses on taxonomy with scarce ecological studies.

Despite the existence of important ports of entry, no studies have been conducted in Panama to identify species arriving at ports from other regions that may pose a risk to crops as well as human and animal health. Therefore, the purpose of this work was to determine the species of land snails and slugs that may invade the country through the sites of loading and unloading of national and international merchandise in Panama City and Colon and their probable place of origin.

MATERIAL AND METHODS

Containers and warehouses at loading and unloading areas in the main seaports and airports of cities of Panama and Colon, as well as the surrounding area, were examined carefully during one year from September 2008 to September 2009. Sampling points were the followings:

1. Panama City: Tocumen International Airport, Balboa Port and backyards, containers, and warehouses of eight commercial companies that receive merchandise from these seas and airports.
2. Colon City: Cristobal and Manzanillo ports and two additional sampling sites (Colon Free Zone, International Loading Area).

Each area already mentioned was visited, choosing as collection points those that are the natural habitats of gastropods and had the necessary characteristics for the development of a gastropod population or a community such as humid soils with leaf litter or presence of rocks and fallen logs, inside the wooden pallets, near the channels, in the vegetation and near cement floors. Special care was given to places of transport and storage of ceramic

containers, tiles, clay, and wood. The sampling points were established using a global positioning device (GPS) Magellan® brand, so that it would always sample the same place. Sites selected were those that would guarantee to obtain the highest number of samples. The sampling was done twice a week by three collectors surveying the area for 15 minutes, equivalent to 45 minutes per site approximately. Sampling was conducted for one year to determine the effect of the dry and rainy season on fluctuations in gastropod populations. Temperature, elevation, and relative humidity was recorded in each collection site. Monthly precipitation and environmental humidity were obtained from the Instituto Nacional de Estadística y Censo Panamá (2021).

Taxonomic determination of the collected material: Dry material (empty shells) and live material were collected. The living material was placed in containers covered with water for 12 hours and then fixed in 70% alcohol, as suggested by Calvo (1994). Slugs were dissected to identify them through their sexual organs. All the collected material was placed in the reference collection of the Laboratory of Biological Studies of Arthropods (LEBA-UP) located in the Gemelo Torre 1 of the University of Panama and in the Museum of the Smithsonian Institution in Washington, D.C, United States. Snail samples were identified using conchological characters such as morphology of the shell, its structure, ornamentation, and some visible external characteristics (Morales & Carrillo 2000; Robinson 2010). Since distinguishing closely related species is difficult even for experts in the group and would be impossible without extensive training, most of the taxonomic determination was carried out with the collaboration of Dr. David Robinson from the Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS), a section of the United States Department of Agriculture (USDA). Economic, ecological, and medical importance were determined by reviewing the literature and website, however detailed data for many species were unavailable. The abundance of species per month, precipitation, and relative humidity at the collection sites were plotted and a correlation analysis between precipitation and the abundance of mollusks per month was carried out using Microsoft Excel (2007).

RESULTS AND DISCUSSION

A total of 2379 individuals corresponding to seven species, nine genera and four taxonomic families were collected during one year in Panama and Colon ports (Table 1). The identified species were: *Allopeas gracile*, *Subulina octona*, *Bulimulus unicolor*, *Praticolella griseola*, *Diplosolenodes occidentales*, *Leptinaria unilamellata concéntrica* and *Sarasinula plebeia*. Six specimens of *Hapliella* were considered like *Hapliella decolorata*. A total of 434 individuals were identified at the genus or family level. A lack of anatomical data did not allow us to determine the species of 375 specimens of *Succinea* and 54 individuals of the Physidae family. The species *Praticolella griseola*, which is considered an important agricultural pest in other countries, is a new report for Panama. Of the total number of individuals collected, only 3% were represented by slugs, while 97% were snails.

Species collected belong to Subclass Heterobranchia and Superorder Eupulmonata. There were three orders represented: Stylommatophora (five families, seven species), Systellomatophora (one family, two species) and Basomathophora (one family). The most species-rich family and the most abundant as well was Subulinidae (three species and 73% of all specimens).

Table 1 shows that the number of species found in Panama City was greater than in the Province of Colon. It is likely that this situation is due to the presence of more appropriate habitats in terms of humidity and vegetation in these collection sites. The sampling sites in the Province of Colon were characterized as open areas with lower humidity, making them unsuitable for slug and snail survival. The species *A. gracile* made up 61% of the total individuals collected followed by *Succinea* sp. (15%) and *S. octona* (11%). The remaining 13% of the specimens collected belong to seven species of land slugs and snails (Fig. 1).

Effect of relative humidity

The richness of land snail and slug species was higher in Panama City (eight species) while in Colon City only five species were collected. The species *Praticolella* (*Praticolella*) *griseola*, which is considered an important agricultural pest in other countries, is a new report

for Panama and was collected around the Cristobal and Manzanillo ports in Colon City. There was no previous report in Panama of *Hapiella w. f. decolorata* that was found around three commercial companies in Panama City. These two species made up only 1.76% of the specimens in this study.

The total abundance of slug and snail species together was found to correlate with rainfall but not with relative humidity. The abundance of specimens by month increased with increasing precipitation ($R^2 = 0.86$, $P = 0.05$, Figs 2, 3, 4). Despite the low correlation, Fig. 4 shows that the abundance of specimens of the three more common species (*A. gracile*, *S. octona* and *Succinea sp*) increased with increasing relative humidity ($R^2 = 0.034$, $P = 0.05$).

Table 1.

List of mollusk species and number of individuals collected in four sampling locations around ports of Panama and Colon City.

SPECIES FOUND IN THE SAMPLING LOCATIONS OF COLON CITY			
Cristobal Port	Manzanillo Port	International Loading Area	Colon Free Zone
<i>A. gracile</i>	<i>A. gracile</i>	---	<i>A. gracile</i>
<i>B. unicolor</i>	<i>B. unicolor</i>	---	---
<i>P. griseola</i>	<i>P. griseola</i>	---	---
<i>S. octona</i>	<i>S. octona</i>	<i>S. octona</i>	<i>S. octona</i>

	<i>Succinea sp.</i>	<i>Succinea sp.</i>	---	<i>Succinea sp.</i>
Number of individuals	372	527	45	51
Number of species	5	5	1	3

Abbreviations: **TIA**: Tocumen International Airport; **BP**: Balboa Port; **MP**: manzanillo Port; **CFZ**: Colon Free Zone; **ILA**:International Loading Area; **CP**: Cristobal Port).

Figure 1.

Monthly abundance of individuals per species and effect of rainfall during the year of study.

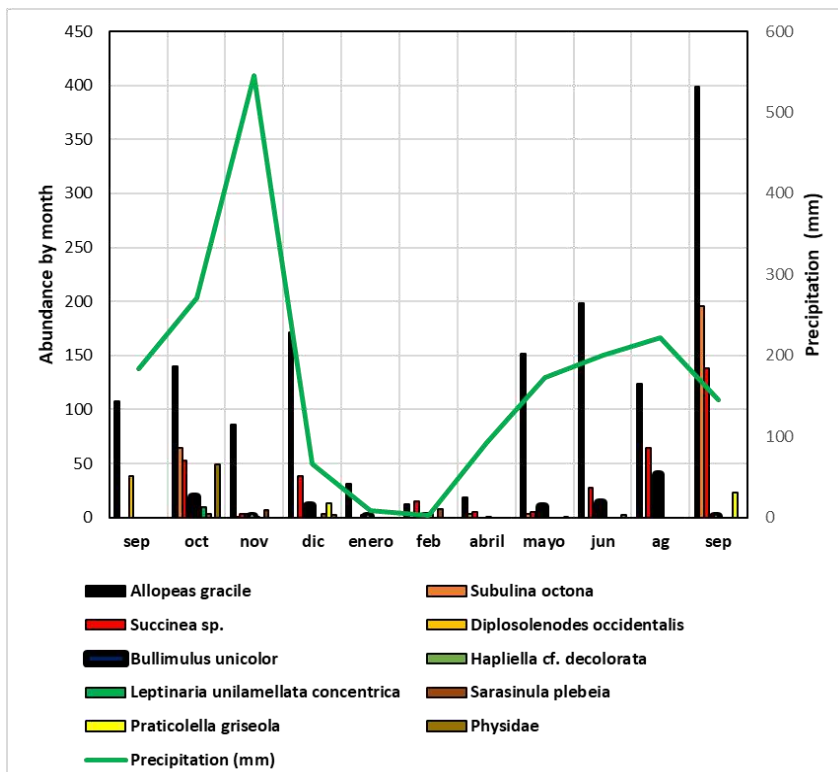


Figure 2.

Effect of rainfall in the abundance of slugs and land snails by month in Panama City during the year.

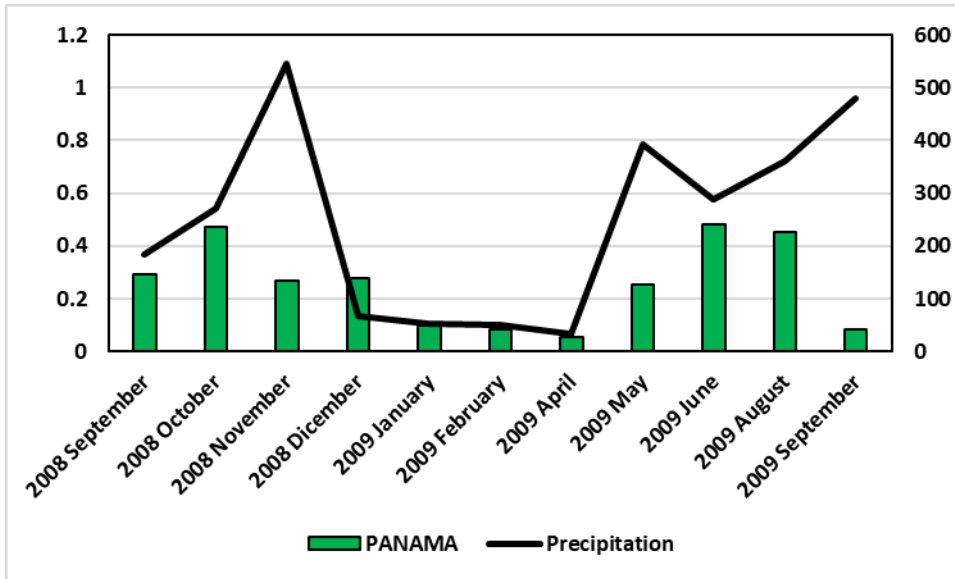


Figure 3.

Effect of rainfall in the abundance of slugs and land snails by month in Colon City during the year.

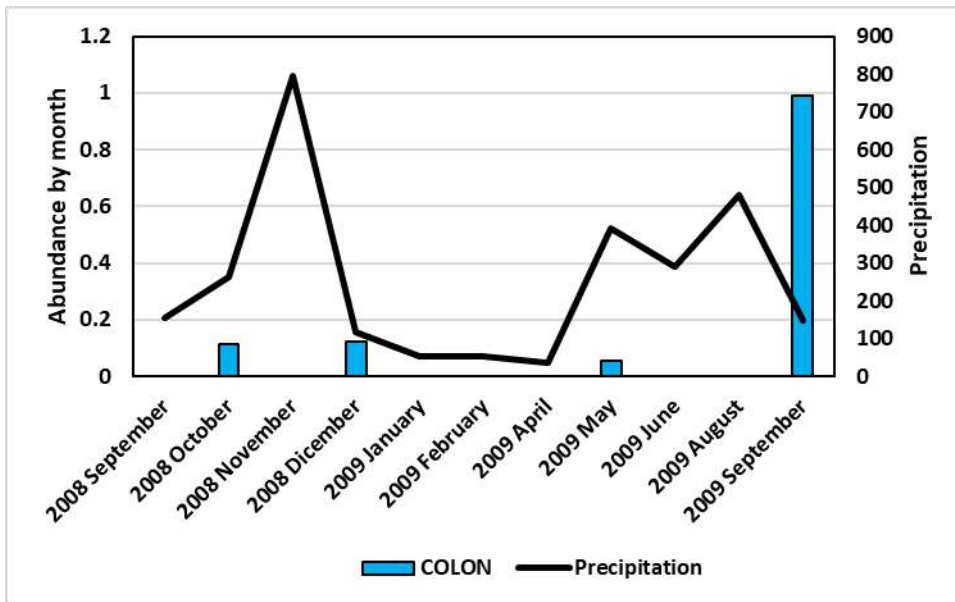
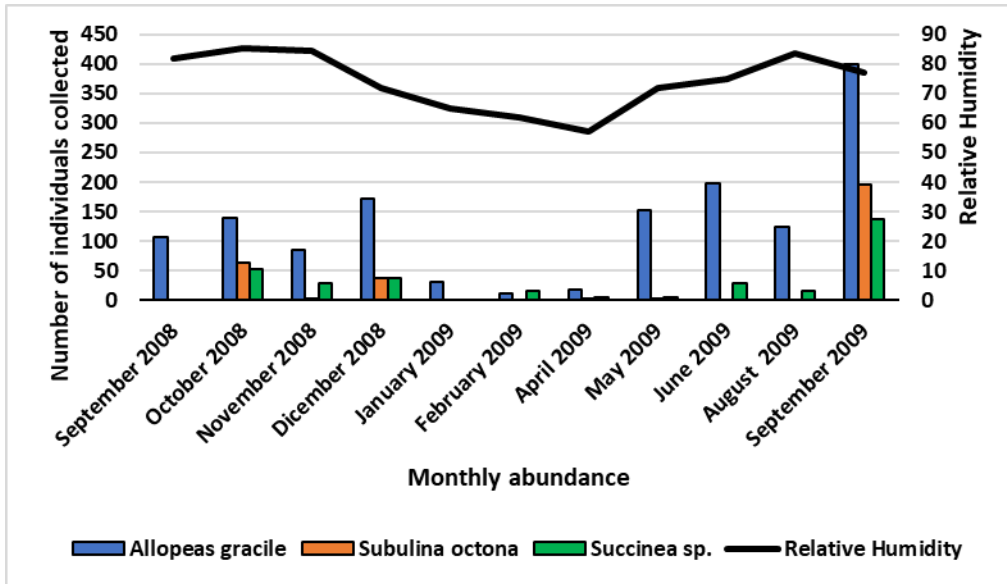


Figure 4.

Number of individuals collected by month and the effect of relative humidity during the year of study.



Seven species (five snail species and two slug species) were recorded in this study. The species *A. gracile* was the most abundant species in all the sites sampled during 2008 and 2009. According to Robinson (2010), this species is considered a pest because of its rapid reproduction and voracious appetite. This species is distributed from Southeast Asia to Central and South America so it has not been uncommon to find it in shipping sites in the Republic of Panama where it may have arrived in loads of plants or fruits. Although the species of the genus *Succinea*, the second most important group due to its abundance in this study, could not be identified until species, Morales and Carrillo (2000), have reported three species already established in Nicaragua which may indicate that this group could have colonized (and perhaps established) in our country due to the abundance of individuals found at most sampling sites. Additionally, species of this family are associated with all types of plant material, which makes their dissemination even easier.

Subulina octona, a species that occupied the third place in abundance, was collected mostly in the Port of Manzanillo (89%), on the Panamanian Caribbean coast. This species has been intercepted in Africa, Asia, and the Americas, indicating that it is now widely distributed.

The presence of this species in any country is of great quarantine importance since it has been reported as a carrier of *Angiostrongylus cantonensis* and *A. costarricensis*. Although the species of the Family Physidae collected in Panama have not yet been identified to species, it is important to note that at least one species of this group: *Physa acuta* has been reported as a carrier of *Angiostrongylus cantonensis* (Robinson 2010). The species *Diplosolenodes occidentalis* and *Sarasinula plebeia* are extremely important from an agricultural-quarantine point of view as they are pests of beans and other agricultural products (Saunders *et al.* 1998). Additionally, they are established hosts of *Angiostrongylus costarricensis*. (Aguirre 2000). The species *Sarasinula plebeia* is of great agricultural importance in Central American countries, where economic losses ranging from 35 to 100 % have been reported (Rueda *et al.* 2002).

The most abundant family in this study was Subulinidae with 1741 individuals (73%), followed by Succineidae with 349 individuals. *Succinea* sp. was abundant in very humid places or near ponds, which is consistent with what was said by Monge-Nájera (2003), that it is an amphibious species. This species was found in almost all the places sampled. Physidae is the only freshwater family found in this study. It was associated with areas of high humidity, near tributaries of water produced by rainfall. Two species identified in this study, (*Praticolella (Praticolella) griseola* and *Hapiella w. f. decolorata*) might be considered exotic species since they were recently introduced to Panama and therefore are of quarantine importance posing a threat to Panama's agriculture and public health. The species *P. griseola* was more abundant at the sampling sites of the Province of Colon, with only one individual found in the Province of Panama. This species is reported for the first time for the Republic of Panama and is of great quarantine importance because it is an aggressive pest of papaya (*Carica papaya*), an important fruit for Panamanian citizens (Robinson 2010).

The collection site with the highest abundance of individuals collected in the Province of Panama was the Tocumen International Airport with 622 individuals belonging to six species. In the Province of Colon, the site with the highest abundance of individuals was the Port of Manzanillo with 527 individuals belonging to five species. The type of cargo that represents a potential risk for the introduction of exotic species of snails and slugs, according to Robinson (personal communication), is that coming from Europe, specifically from Italy,

where ceramic products are shipped since these might contain mollusks that are attracted by the humid environment of plastic packaging and wooden pallets. In addition, shipments of agricultural products from Europe, Pacific Rim islands (Hawaii, Tahiti, Micronesia, Guam, etc.) can harbor slugs and snails that await a favorable environment for reproduction (Birch 1960; Iannacone 2006). In all these countries, these mollusks have caused such large losses in agricultural production that export earnings from agricultural products have dropped considerably. On the other hand, it is important to note the great importance that these organisms have as transmitters of diseases to animals and humans (Robinson 2010). These mollusks are more abundant in the rainy season when they show their greatest activity and reproduction and all were found associated with international cargo containers, green areas, or scattered nearby garbage. The number of species and the abundance of individuals decreases due to high temperatures and low humidity during the dry season. Perhaps these mollusks enter a process of estivation and possibly remain several centimeters underground until the end of the dry season. In contrast, during the rainy season, a significant increase in the number of species and abundance of individuals was observed at all sampling sites since humidity is an indispensable factor for the life of these organisms (Morales & Carrillo 2000).

An analysis of total diversity of all sampling sites in the provinces of Panama and Colon found that there is a moderate distribution of individuals per species ($J' = 0.50$), so there is a moderate ecological diversity ($H' = 1.00$). According to this study there is no clear predominance of one or more species despite the great abundance of individuals collected from *A. gracile* ($D' = 0.52$).

According to our registers in Panama, introduced land mollusks seldom invade natural wild environments. It seems that they stay limited to disturbed environments (Hausdorf 2002).

In this study were found families and species of snails and slugs (Physidae, Succineidae, Veronicellidae, *P. griseola*, *A. gracile* and *S. octona*), which are potentially transmitters of nematodes, parasites, bacteria, and viruses that can affect the health of humans and native animals. Most of the species registered have been reported before in Central America, Caribbean Islands, and the surrounding areas. In a similar study carried out in Colombia, the invasive species came from Europe (Hausdorf 2002). Perhaps species from other continents

are already present in Panama but are not recorded because the taxonomy of snails is poorly known, and some species are difficult to distinguish. The origin of the exotic species of gastropods found in this study could not be determined with precision due to the unpredictable movement of containers and merchandise in the ports of entry that prevent the relationship between the collected individuals and the country of origin. With the results obtained in the quantitative analysis of ecological diversity, it has been found that Panama has a relatively high ecological diversity of these mollusks and there is not yet a considerable predominance of any species for this region.

Unfortunately, there is no information about the time of introduction of the non-native snails and how many species have arrived since Panama emerged from the ocean to become a Mesoamerican bridge approximately 20 million years ago (O’Dea *et al.* 2016). Nowadays, because of the geographic position of Panama and the increasing global trade, it is possible that the process of the introduction of alien mollusks is continuing. To be able to take appropriate control measures we must keep surveying new introductions and analyze the real distribution and impact of already established non-native land mollusks.

ACKNOWLEDGMENTS

We are most grateful to Dr. David G. Robinson who assisted during field work and did most of the taxonomic determination (United States Department of Agriculture, APHIS). Thanks to Stephany Castillo and Jorge Ortega for their contribution with the field work. Furthermore, we appreciate the support of Amy Rhoda, William Tang, Tim Stevens, Marcos Gonzalez, Scott Weihman with whom we were in contact during most of this work and whom we appreciate. We are also thankful to Prof. Miguel Aviles † specialist in mollusks of Panama for his support to determine some specimens. We are indebted to Fanny Domínguez, Ciro Zurita, Ricardo Halphen, Migdalia Castillo, Alcibíades Castro, Cristino Rodríguez and Alexis Madrid (Ministry of Agriculture MIDA) for their administrative and fieldwork support. Thanks to Rufino Barrios for being a patient driver.

REFERENCES

- Aguirre LJ. 2000. Evaluación agroeconómica de tres prácticas para el control de babosa (*Sarasinula plebeia*) en el cultivo de frijol en el Departamento de Olancho, Honduras.
- Aguirre Muñoz A, Alfaro M, Gutiérrez E, Morales S. 2009. Especies exóticas invasoras, impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio/Sarukhán, J. (Coord. gen.) p. 277-318.
- Andrews L, Dundee DS. 1987. Las babosas veronicelidos de Centroamérica con énfasis en *Sarasinula plebeia* (= *Vaginulus plebeius*). Ceiba. 28: 163-172.
- Ascensão F, Capinha C. 2017. Aliens on the move: transportation networks and non-native species. In Borda-de-Água L, Barrientos R, Beja P, Pereira HM (Eds) Railway ecology, Springer Cham, New York, USA. 293-297.
- Birch JB. 1960. Some snails and slugs of quarantine significance to the United States. *Sterkiana*, 2(1): 13-53.
- Calvo M. 1994. Manual de preparación y conservación de invertebrados no artrópodos. Bouncopy S.A. Madrid, España, 140 pp.
- Hausdorf B. 2002. Introduced land snails and slugs in Colombia. *Journal of Molluscan Studies*, 68(2): 127-131.
- Iannacone J. 2006. Dos casos de especies invasoras en el Perú. *Biologist*, 4(2): 18-19.
- Instituto Nacional de Estadística & Censo – Panamá. 2015. Precipitación anual y máxima mensual registradas en las estaciones meteorológicas de la República, según provincia, comarca indígena y estación: años 2015. www.inec.gob.pa/publicaciones.
- Lu XT, Gu QY, Limpanont Y, Song LG, Wu ZD, Okanurak K, Lv ZY. 2018. Snail-borne parasitic diseases: an update on global epidemiological distribution, transmission interruption and control methods. *Infectious diseases of poverty*, 7(1): 28.
- Maceira D. 2003. Las especies de la familia Veronicellidae (Mollusca, Soleolifera) en Cuba. *Revista Biología Tropical*. 51(Suppl. 3): 453-461.
- Michalak PS. 2010. New pest response guidelines: *Temperate terrestrial gastropods*. United States Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service, Cooperating State Departments of Agriculture, USA, 142 pp.

- Microsoft Corporation. (2007). Microsoft Excel. Retrieved from <https://office.microsoft.com/excel>
- Mienis, HK, Rittner O. 2010. The presence of life specimens of *Monacha cartusiana* (OF Müller, 1774) and *Cerņuella virgata* (Da Costa, 1778) (Mollusca, Gastropoda, Hygromiidae) has prevented the import of 23 tons of apples from France into Israel. MalaCo, Le J électronique la Malacol Cont française, 6, 268-269.
- Monge-Nájera J. 2003. Introducción: un vistazo a la historia natural de los moluscos. Revista Biología Tropical. 51 (Supl. 3): 1-3.
- Morales CM, Carrillo J. 2000. Biogeografía de caracoles continentales del Departamento de Masaya, suroeste de Chontales y río San Juan. Tesis de Licenciatura. Universidad Centroamericana Nicaragua.
- Moreno-Rueda G, Ruiz-Ruiz A, Collantes-Martín E, Arrébola JR. 2009. Relative importance of humidity and temperature on microhabitat use by land snails in arid versus humid environments. In Fernández-Bernal A, De la Rosa MA (Eds.), Arid Environments and Wind Erosion, Nova Science Publishers, UK, 331-343.
- Morera P. 1987. Los veronicellidos como problema para la salud humana. Ceiba. 28(2): 173-175.
- Nunes GKM, Santos SD. 2012. Environmental factors affecting the distribution of land snails in the Atlantic Rain Forest of Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ, Brazil. Brazilian Journal of Biology. 72(1): 79-86.
- O’Dea A, Lessios HA, Coates AG, Eytan RI, Restrepo-Moreno SA, Cione AL, Jackson JB. 2016. Formation of the Isthmus of Panama. Science advances. 2(8): e1600883.
- Pérez-Bedmar M, Pérez VS. 2003. Educación ambiental y especies exóticas: desde las normativas globales hasta las acciones locales. Revista Ecosistemas. 12(3).
- Robinson DG. 2010. Mollusk Identification Manual. Edition 2. USA. (Unpublished manuscript).
- Roques A, Rabitsch W, Rasplus JY, Lopez-Vaamonde C, Nentwig W, Kenis M. 2009. Alien terrestrial invertebrates of Europe. In: Drake JA (Eds.) Handbook of alien species in Europe. Springer, NY, USA, 63–80.
- Rueda A, Caballero R, Kaminsky R, Andrews KL. 2002. Vaginulidae in Central America, with emphasis on the bean slug *Sarasinula plebeia* (Fischer). In: Barker GM (Eds), Molluscs as Crop Pests. CABI Publishing, NY, USA, 105.

- Saunders JL. 1998. Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central (Vol. 52). CATIE.
- Strong EE, Gargominy O, Ponder WF, Bouchet P. 2008. Global diversity of gastropods (Gastropoda: Mollusca) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 149-166.
- Thomé JW, Dos Santos PH, Pedott L. 1997. Annotated list of the Veronicellidae from the collection of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia and the National Museum of Natural History Smithsonian Institution, Washington, DC, USA (Mollusca: Gastropoda: Soleolifera). *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 110(4), 520-536.

**EVALUACIÓN DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN LA PRODUCCIÓN DE
MATERIA SECA Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PASTO *Brachiaria* híbrido
CIAT BR02/1794 CV. COBRA**

EVALUATION OF NITROGENOUS FERTILIZATION IN THE PRODUCTION OF DRY
MATTER AND CHEMICAL COMPOSITION OF PASTURE *Brachiaria* hybrid CIAT
BR02/1794 CV. COBRA

Mayra Herrera

Universidad de Panamá, Departamento de Zootecnia. Panamá
mherrera2695@gmail.com

Edgar Alexis Polo Ledezma

Universidad de Panamá, Departamento de Zootecnia. Panamá
epolo61@hotmail.com <https://orcid.org/0000-0002-1246-2355>

Sebastián Urieta

Universidad de Panamá, Departamento de Zootecnia. Panamá
suv208@hotmail.com <https://orcid.org/0000-0001-8949-5414>

Recepción: 20 de febrero de 2024

Aprobación: 26 de marzo de 2024

DOI <https://doi.org/10.48204/semillaeste.v4n2.5038>

RESUMEN

En el IPT México-Panamá, ubicado en Panamá Este se evaluó el efecto de la fertilización nitrogenada en la producción de materia seca y composición química del pasto *Brachiaria* híbrido CIAT BR 02/1794 cv. Cobra, en un diseño de bloques completos al azar. Las dosis estudiadas fueron de 50, 75, 100, 150 y 200 kg/N/año. No hubo diferencias significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos nitrogenados, observándose respuestas por el rango de 2652.90, 2508.28, 2165.26, 2101.40 y 2031.57 kg/ha para los tratamientos 50, 200, 75, 100 y 150 Kg/N/ha respectivamente. Entre los intervalos de cortes realizados si existió diferencias significativas ($P<0.05$). Los mayores valores de proteína cruda fueron obtenidos con el

incremento de las dosis de nitrógeno. Estos resultados indican que los mayores porcentajes de proteína en el pasto Cobra se obtuvieron con la aplicación de 200 kg/ha/N con 13.13 %, siendo considerado como excelente para una gramínea decumbente al realizar cortes cada 30 días. La fibra cruda no presentó diferencias significativas ($P>0.05$) con la aplicación de los tratamientos nitrogenados evaluados, pero sí hubo diferencias significativas ($P<0.05$) con respecto a los cortes realizados.

Palabras clave: fertilización nitrogenada, producción de materia seca, composición química, *Brachiaria* híbrido, Cobra.

ABSTRACT

In the Mexico-Panama IPT, located in East Panama, the effect of nitrogen fertilization on the production of dry matter and chemical composition of the *Brachiaria* hybrid grass CIAT BR 02/1794 cv. Cobra, in a randomized complete block design. The doses studied were 50, 75, 100, 150 and 200 kg/N/year. There were no significant differences ($P>0.05$) between the nitrogenous treatments, observing responses in the range of 2652.90, 2508.28, 2165.26, 2101.40 and 2031.57 kg/ha for the 50, 200, 75, 100 and 150 Kg/N/ha treatments, respectively. There were significant differences between the intervals of cuts made ($P<0.05$). The highest crude protein values were obtained with increasing nitrogen doses. These results indicate that the highest protein percentages in Cobra grass were obtained with the application of 200 kg/ha/N with 13.13 %, being considered excellent for a decumbent grass when cutting every 30 days. The crude fiber did not present significant differences ($P>0.05$) with the application of the evaluated nitrogenous treatments, but there were significant differences ($P<0.05$) with respect to the cuts made. For the phosphorus content, no significant differences were shown ($P>0.05$), when applying the nitrogenous treatments to the Cobra grass, but there were significant differences ($P<0.05$) in the cuts made.

Keywords: nitrogen fertilization, dry matter production, chemical composition, hybrid *Brachiaria*, Cobra.

INTRODUCCIÓN

Para que las pasturas realmente hagan aportes significativos a la economía de la finca, el productor debe conocer el estado fisiológico de mayor producción y mejor calidad en que debe cosecharlas, así como sus bondades y limitaciones para satisfacer las necesidades nutricionales de los animales. Sin embargo, su crecimiento y productividad está influida por las condiciones climáticas existentes, principalmente por la distribución anual de las lluvias, que unido a otros factores del medio ambiente y de manejo (fertilización), repercuten en que estos no reflejen totalmente su potencialidad productiva y nutritiva (Herrera, 1983). Estos elementos interactúan y tienen un marcado efecto en el crecimiento de las especies y variedades de pastos en los diferentes meses del año, provocando un desbalance estacional en los rendimientos, que ocasiona un déficit de alimento principalmente en el período poco lluvioso. A esta situación hay que añadir, que los suelos destinados al cultivo de pastos en su mayoría son de baja fertilidad y mal drenaje (Blanco, 1991). El principal factor de la fertilización del suelo que limita la producción y composición química de los forrajes es la disponibilidad de nitrógeno para la planta. Los cultivares del género *Brachiaria* son originarios de África, debido a la fácil adaptación a los suelos pobres y pueden establecerse tanto en ambiente de difícil manejo como en ambientes completamente favorables. El pasto *Brachiaria* híbrido CIAT BR02/1794 cv. Cobra, es un híbrido de segunda generación perteneciente al Grupo Papalotla que recientemente ha salido al mercado internacional como otra alternativa forrajera. El pasto Cobra, bajo sistemas intensivos de producción (riego y fertilización) puede lograr producciones de 6 a 8 kg de forraje verde por metro cuadrado cada 60 días; con esto su gran producción de forraje y calidad lo convierten en una excelente alternativa para ganado de levante o ganado estabulado (Grupo Papalotla, 2024). Se puede establecer en suelos de buena fertilidad con Ph de 4.5 – 8.0, alturas de 0 a 1,400 metros sobre el nivel mar (m.s.n.m), precipitaciones anuales mínimo de 500 milímetros y temperaturas de 17 – 27°C (Info Pastos y Forrajes, 2021). Es por esto que su estudio es de vital importancia ya que se evaluaría el comportamiento del pasto *Brachiaria* híbrido cv. Cobra, con el fin de aportar resultados estadísticos de la viabilidad del pasto, así como su potencial bromatológico para que el mismo se pueda presentar como una alternativa a la producción ganadera del país.

Cabe recalcar que el pasto *Brachiaria* híbrido cv. Cobra nunca ha sido evaluado agronómicamente en Panamá.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo experimental se realizó en terrenos del IPT México-Panamá, ubicado en Tanara, distrito de Chepo, Provincia de Panamá. La ubicación geográfica corresponde a los 09°08' Latitud Norte y 79°12' Longitud Oeste. La pluviosidad anual promedio de la región es de 2180,9 mm anuales. El suelo del área experimental presentó textura franco arcilla arenosa, con un porcentaje de arena de 45%, 21% de limo y 34% de arcilla, y materia orgánica de 1,44%, con pH medido en agua de 5,51 y cuyos niveles de minerales son los siguientes: 272 ppm de P, 71 ppm de K, 46 ppm de Na, 80 ppm de Fe, 3 ppm de Cu, 82 ppm de Mn, 9 ppm de Zn, 7,84 meq de Ca/100g de suelo, 4,52 meq de Mg/100g de suelo, 0,1 meq de H/100g de suelo sin aluminio en forma libre. La preparación del suelo consistió primero en una limpieza manual del terreno, para luego darle un pase de rastra, utilizando un tractor. La siembra se hizo con semilla gámica, utilizando semilla a una razón de 5.0 kilogramos/hectárea, la cual se hizo a chuzo una distancia de 50 cm entre hilera y 25 entre planta. Se realizó una fertilización basal con abono completo 12-24-12 a razón de 3.0 quintales/hectárea (124,7gramos/unidad experimental) al momento de la siembra. Luego de establecido el pasto se realizó un corte de nivelación y se hizo una fertilización nitrogenada. Los cortes fueron realizados cada 30 días. El ensayo experimental fue realizado con un diseño de bloque completamente al azar, con cinco (5) tratamientos y tres (3) repeticiones cada uno. Los cinco tratamientos consistieron en aplicaciones de fertilización nitrogenada, los cuales fueron: 50, 75, 100, 150 y 200 kilogramos /Nitrógeno /hectárea aportados mediante la adición del fertilizante Urea. Las unidades experimentales consistieron en parcelas de tamaño 3.0x3.0 metros (9.0 m²) con el pasto *Brachiaria* híbrido cv. Cobra, sembrados en hileras con separación de 2.00 metro entre bloques y 1.00 metro de separación entre parcela. Los análisis estadísticos, ya sea el análisis de varianza, así como la Prueba de Comparación de Medias de Tukey, ambos con un nivel de significancia del 5%, fueron realizados con el software Infostat® versión 2015. Las variables a evaluar en esta investigación fueron las siguientes: altura de la planta (cm), cobertura del pasto (%), materia seca (%), proteína cruda (%) fibra cruda (%). Durante la realización del ensayo las precipitaciones registradas fueron las

siguientes: noviembre; 577.2 mm, diciembre; 29.4 mm y enero; 0.00 mm. mensuales respectivamente.

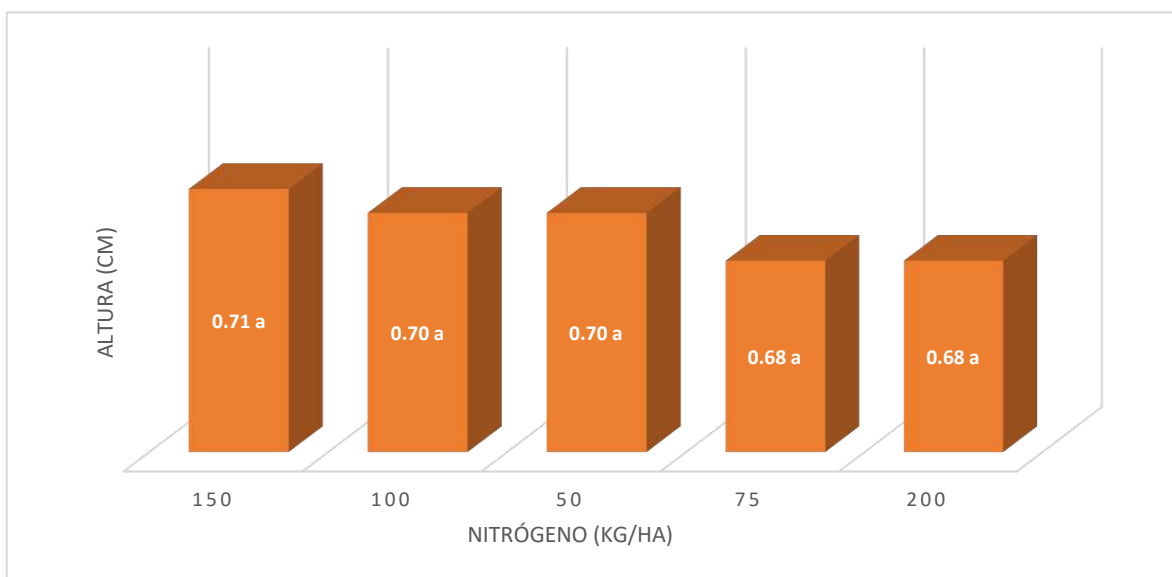
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Altura de la planta (cm)

La altura de planta es una variable de vital importancia ya que de esta depende aprovechar la mejor calidad nutricional de las especies forrajeras. Los valores que se obtuvieron en el ensayo oscilaron entre valores de 0.68 a 0.71 centímetros (Fig. 1), los cuales son característicos de pastos con hábito de crecimiento semi erectos. Los niveles de fertilización nitrogenada de 150, 100 y 50 kg/ha presentaron las mayores alturas de crecimiento de las plantas con 0.71, 0.70 y 0.70 centímetros respectivamente. (Fig. 1). Las dosis de 75 y 200 kg/ha de nitrógeno reflejaron alturas de 0.68 centímetros.

Figura 1.

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE LA ALTURA DE PLANTA (cm) EN EL PASTO Brachiaria híbrido cv. CIAT BR02/179 Cobra

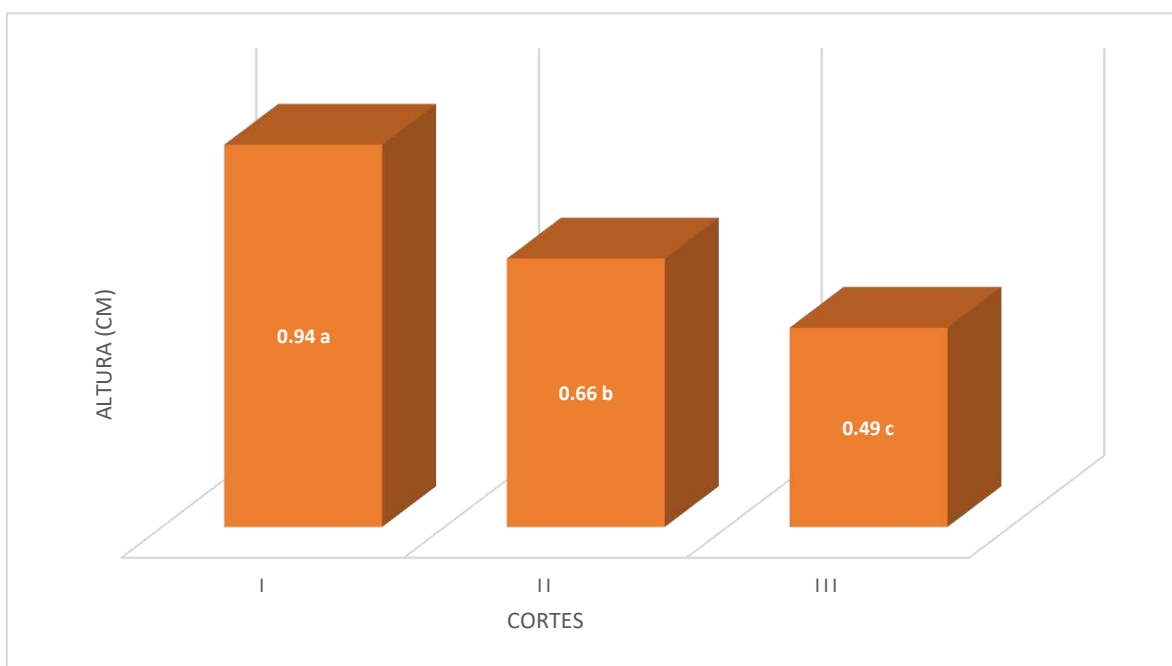


En cuanto a los intervalos de corte realizados al pasto Cobra cada 30 días se presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$), siendo el primer y segundo corte los que mayor altura

presentaron con 0.94 y 0.66 centímetros respectivamente (Fig. 2). La menor altura de corte se observó en el tercer corte del estudio (0.49 cm.); por efecto de la disminución de precipitación pluvial en el área. El crecimiento y el desarrollo de las plantas están fuertemente controlados (estimulados o frenados) por las condiciones ambientales. Dentro del medio abiótico, la temperatura, la luz y la disponibilidad de agua y nutrientes se destacan por ser altamente determinantes de los mencionados procesos.

Figura 2.

EFECTO DE LOS CORTE SOBRE LA ALTURA DE PLANTA (cm.) EN EL PASTO Brachiaria híbrido cv. CIAT BR02/1794 Cobra



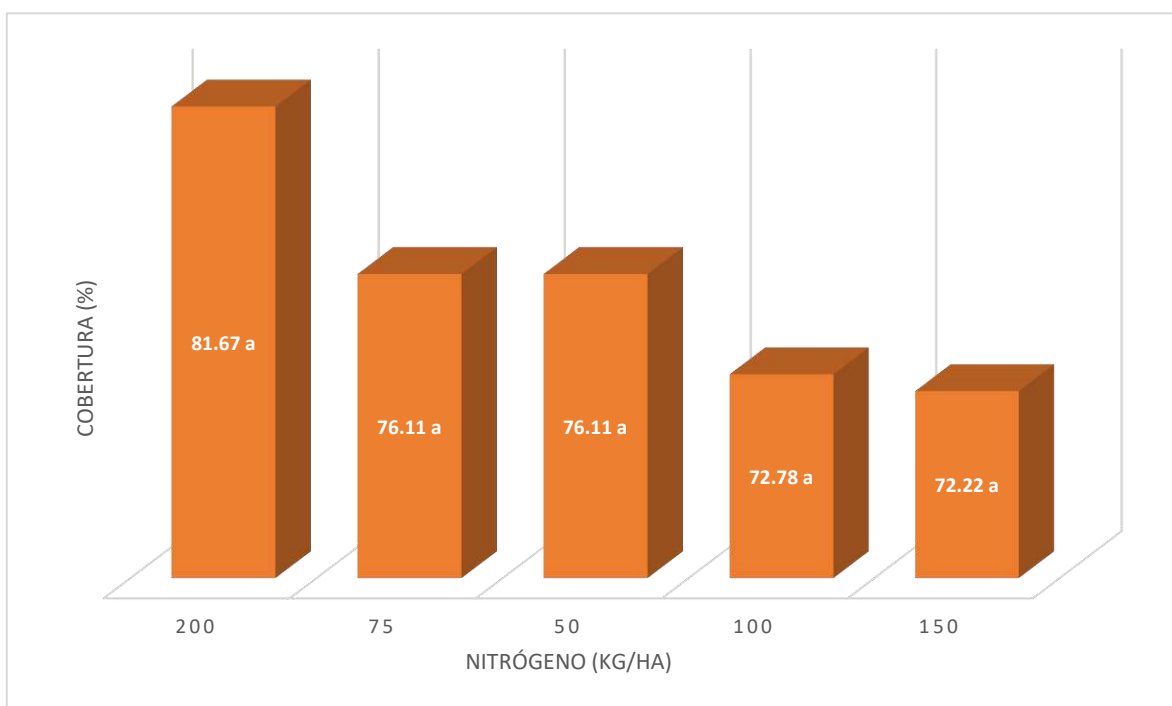
B. Cobertura (%)

La cobertura o Índice de Área Foliar (IAF), es la proporción de hojas que cubren la proyección de ellas en el suelo. Es un indicador útil de la capacidad fotosintética de la comunidad vegetal de las especies forrajeras. A medida que el IAF aumenta, menor será la cantidad de luz que llegue al suelo y mayor será la tasa de crecimiento. Los resultados del análisis de varianza para la variable cobertura indican que no existió diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos nitrogenados.

Los resultados presentados en los tratamientos fueron los siguientes: 150 kg/ha; 72.22%, 100 kg/ha; 72.78%, 50 kg/ha; 76.11%, 75 kg/ha; 76.11% y 200 kg/ha; 81.67% (Fig. 3).

Figura 3.

EFEECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE LA COBERTURA (%) EN EL PASTO Brachiaria híbrido cv. CIAT BR02/1794 Cobra

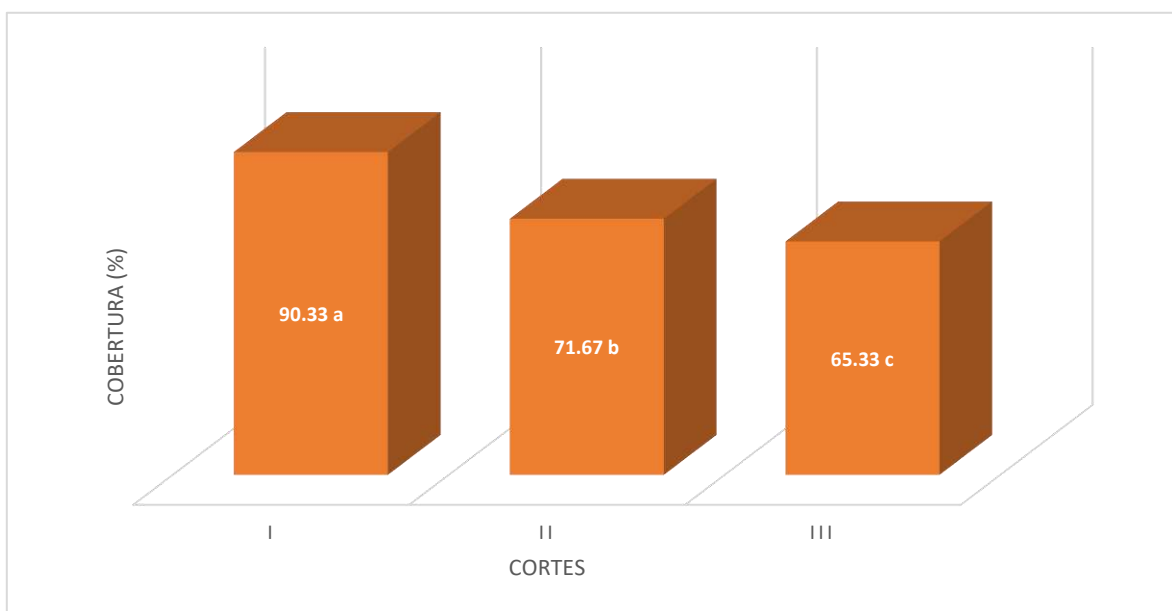


En la figura 4 se puede observar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre los cortes en el pasto Cobra, en donde se indica que hubo efecto significativo ($P < 0.05$) sobre la cobertura del suelo. El mayor porcentaje de cobertura se presentó al realizar el primer corte con 90.33%, disminuyendo al realizar el segundo y tercer corte significativamente ($P < 0.05$) con porcentajes de 71.67 y 65.33% respectivamente (Fig. 4). La variabilidad de la cobertura del pasto en los distintos cortes es relacionada con la variación de la precipitación en el campo. Comportamiento muy relacionado con la variable altura de planta. Un Índice de Área Foliar

elevado significa pérdida de forraje y en el otro extremo condiciones de sobrepastoreo que darán IAF siempre reducidos, van a significar rebrote muy lento, con agotamiento de la planta y menor producción de forraje (González, 2017)

Figura 4.

EFFECTO DE LOS CORTE SOBRE COBERTURA DE PLANTA (cm.) EN EL PASTO Brachiaria híbrido cv. CIAT BR02/1794 Cobra

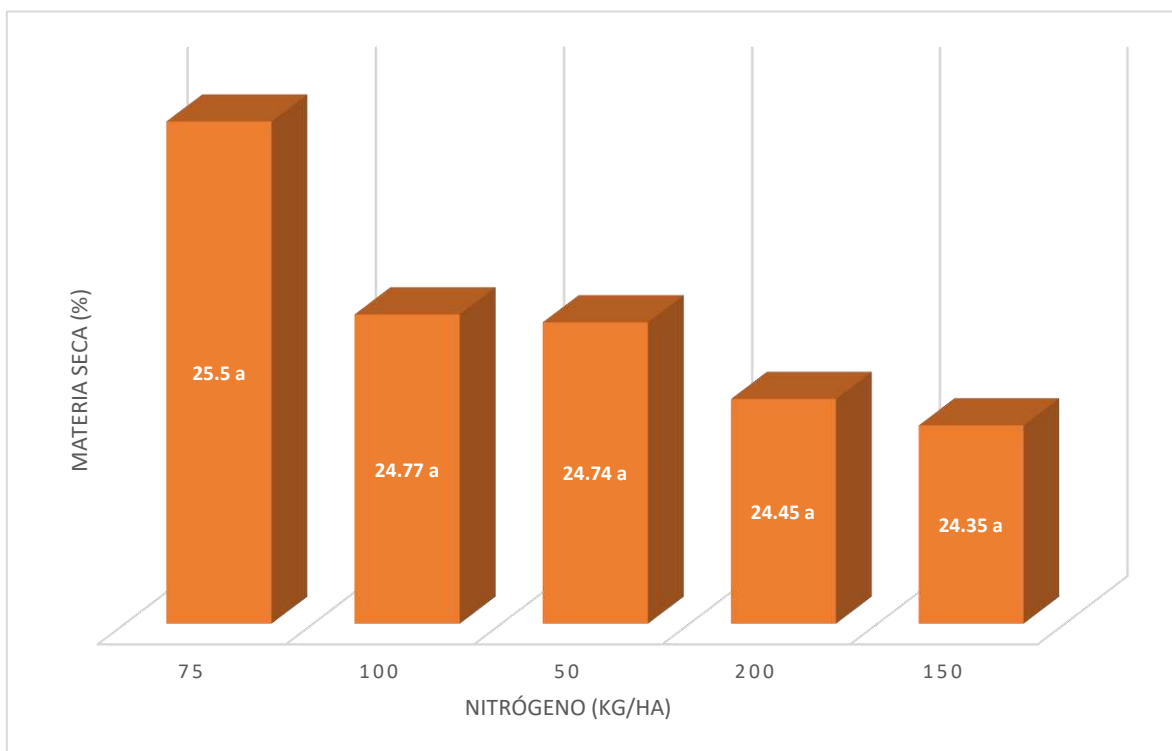


C. Materia seca (%)

El porcentaje de materia seca es un valor indicativo de la relación entre el material utilizable de la planta y la porción de la misma que solo corresponde al agua (Guerra, 2005). Un pasto en condiciones naturales durante la época lluviosa debe presentar un porcentaje de materia seca entre los 15 y 28 por ciento; los que pueden llegar hasta los 35 por ciento de acuerdo a los niveles de la zona, el tipo de pasto y sobre todo la edad, ya que a medida que la planta envejece, sus contenidos de agua disminuyen (Guerra, 2005). El análisis de varianza para la variable materia seca (%) no presentó diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos de fertilización nitrogenada (Fig. 5), sin embargo, en los cortes realizados se presentó diferencias significativas ($P < 0.05$).

Figura 5.

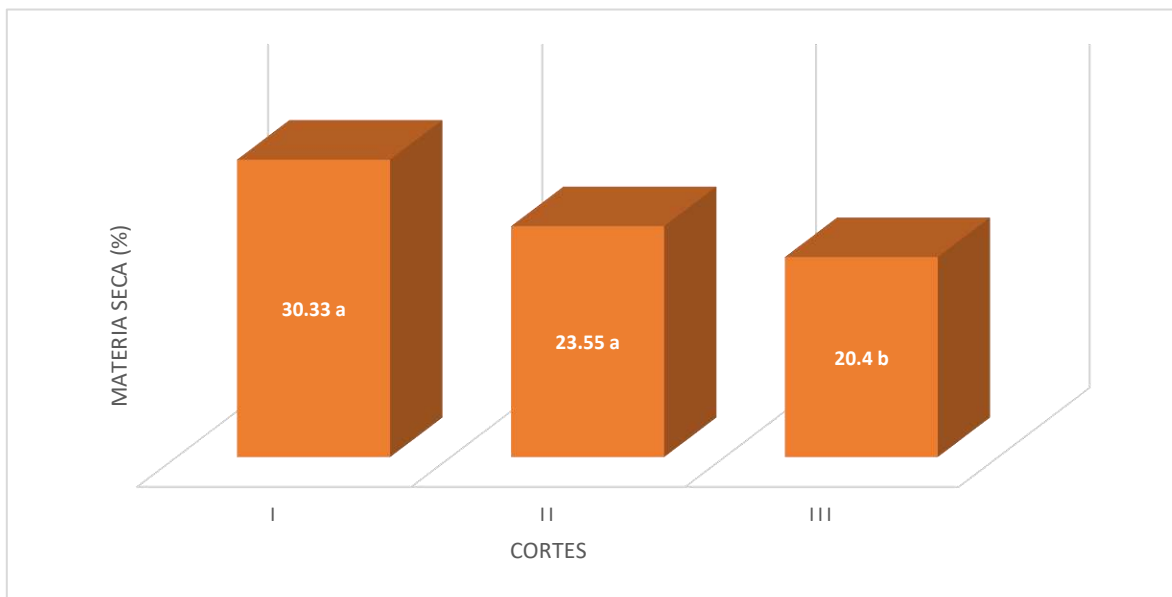
EFEECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE LA MATERIA SECA (%) EN EL PASTO Brachiaria híbrido cv. CIAT BR02/1794 Cobra



Los contenidos de materia seca producto del efecto de las frecuencias de corte se muestran en la Figura 6. La materia seca en el primer corte realizado fue la que mayor porcentaje presentó con 30.33%, presentándose diferencias significativas ($P < 0.05$) con el segundo y tercer corte con los siguientes porcentajes; 23.55% y 20.40% (Fig. 6).

Figura 6.

EFEECTO DE LOS CORTE SOBRE LA MATERIA SECA (%) EN EL PASTO Brachiaria híbrido cv. CIAT BR02/1794 Cobra



Los contenidos de materia seca presentados en *Brachiaria* híbrido cv. CIAT BR02/1794 (COBRA) están dentro de los niveles aceptados y considerados como niveles buenos de materia seca para una gramínea. Si hubieran sido superiores a los niveles aceptados dicho exceso de agua diluiría el valor nutritivo por unidad de peso y aumenta el costo neto de los nutrimentos. Establecer el consumo de materia seca, es un parámetro de suma importancia en nutrición debido a que este establece la cantidad de nutrientes disponibles para cubrir las demandas del animal. La estimación real o segura es importante para formulación de raciones, la prevención de deficiencias o excesos de consumo de nutrientes (National Research Council, 2001).

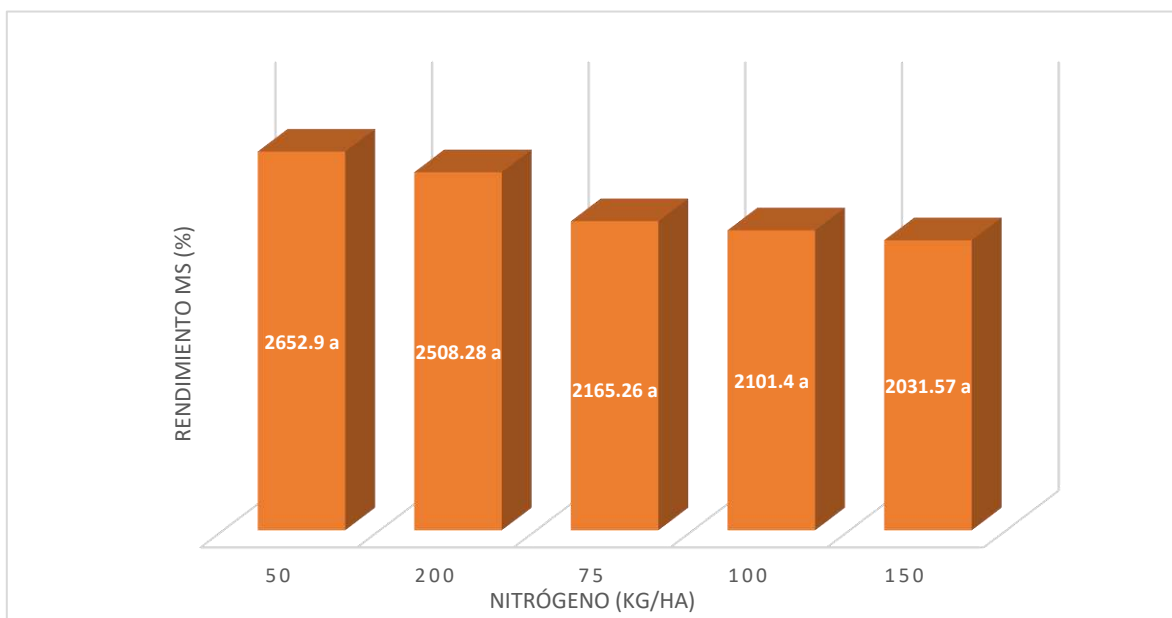
D. Rendimiento de materia seca (Kg/ha)

El análisis de varianza para la variable rendimiento de materia seca (kg/ha) indicó que no hubo diferencias significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos nitrogenados, sin embargo, entre los intervalos de cortes realizados si existió diferencias significativas ($P<0.05$).

En relación al efecto de los fertilizantes nitrogenados sobre el rendimiento de material seca se puede indicar que su respuesta fue por el rango de 2652.90, 2508.28, 2165.26, 2101.40 y 2031.57 kg/ha para los tratamientos 50, 200, 75, 100 y 150 Kg/N/ha respectivamente (Fig. 7). Cabe señalar donde estaban ubicadas las parcelas con los tratamientos de 100 y 150 kg/N/ha fueron afectadas por encharcamiento por lo que no pudieron presentar su mayor potencial de productividad. Sin embargo, no difirió su producción del resto de los tratamientos evaluados.

FIGURA 7.

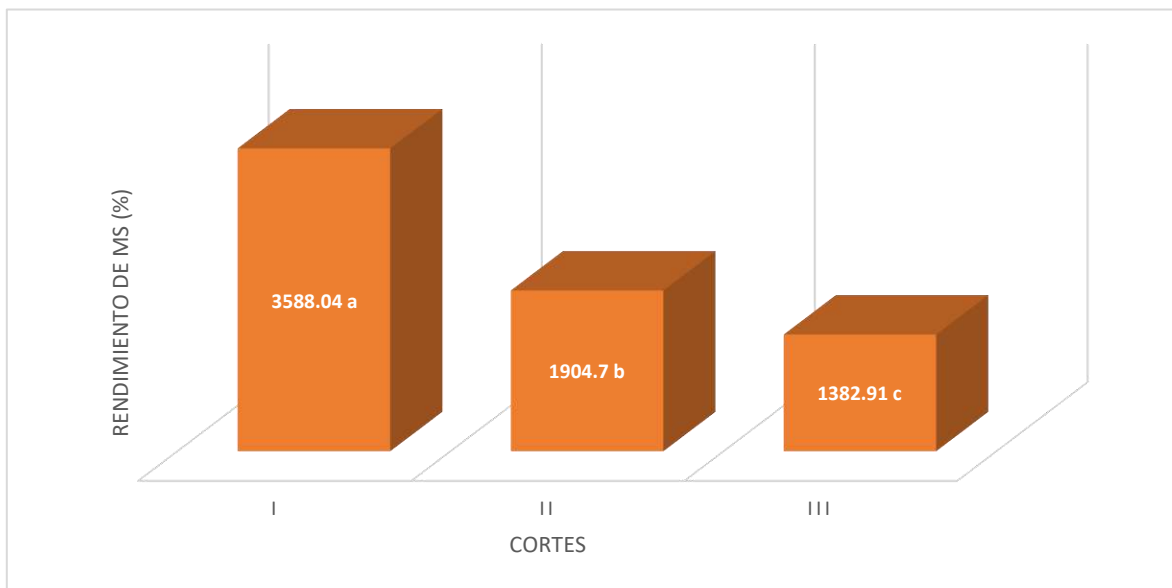
EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA (Kg/ha) EN EL PASTO Brachiaria híbrido cv. CIAT BR02/1794 Cobra



Los rendimientos de materia seca de los cortes tuvieron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre ellos, en el pasto *Brachiaria* híbrido Cobra. Presentándose el mayor rendimiento en el primer corte (3588.04 kg/ha), seguido por el segundo corte (1904.70 kg/ha). El menor rendimiento de materia seca se observó durante el tercer corte (1382.91 kg/ha), debido a la escasez de precipitaciones, que contribuyeron a la volatilización del amonio proveniente de la urea y además limitó la fotosíntesis (Fig. 8).

Figura 8.

EFFECTO DE LOS CORTE SOBRE EL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA (Kg/ha) EN EL PASTO Brachiaria híbrido cv. CIAT BR02/1794 Cobra

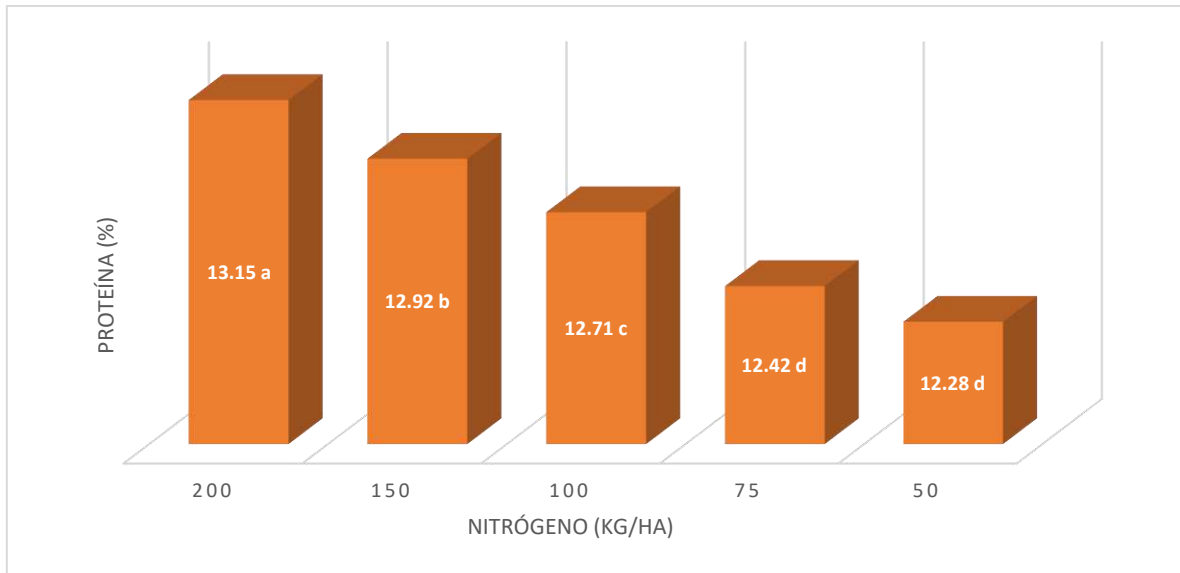


E. Proteína (%)

El análisis de varianza para la variable proteína cruda se evidenció diferencias significativas ($P < 0.05$) en los niveles de fertilización nitrogenada, así como en los períodos de corte efectuados. Los mayores valores de proteína cruda fueron obtenidos con el incremento de las dosis de nitrógeno. Estos resultados indican que los mayores porcentajes de proteína en el pasto Cobra se obtuvieron con la aplicación de 200 kg/ha/N con 13.15%, siendo considerado como excelente para una gramínea decumbente al realizar cortes cada 30 días. Los contenidos de proteína de las dosis 150 (12.92%), 100 (12.71%), 75 (12.42%) y 50 (12.28%) kg/ha/N según la Clasificación del Valor Nutritivo de los Forrajes de Fudge y Fraps (1974) se consideran dentro del rango de excelentes (Fig. 9).

Figura 9.

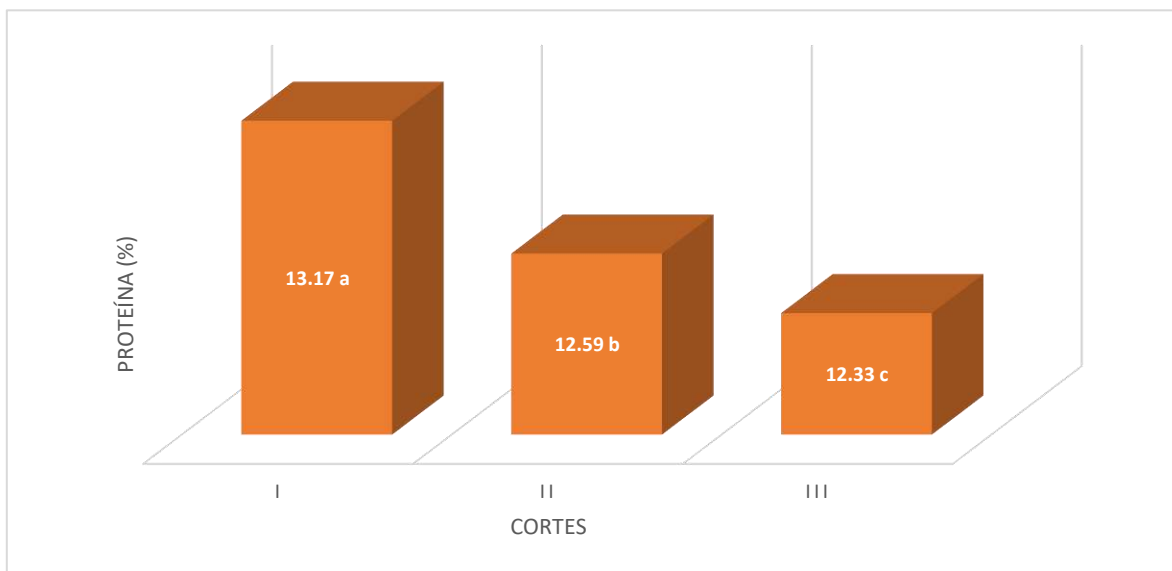
EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL CONTENIDO DE PROTEÍNA (%) EN EL PASTO Brachiaria híbrido cv. CIAT BR02/1794 Cobra



La proteína cruda fue decreciendo a lo largo de los cortes realizados. El mayor contenido se presentó en el primer corte con 13.17% difiriendo significativamente de los demás cortes realizados. En el tercer corte el contenido de proteína que se obtuvo fue 12.59% y a pesar de que difirió ($P < 0.05$) del segundo corte estadísticamente el contenido de proteína fue de 12.33%, indicando que después de casi dos meses con una precipitación pluvial reducida el pasto Cobra mantiene los niveles de proteínas elevados (Fig. 10).

Figura 10.

*EFECTO DE LOS CORTE SOBRE EL CONTENIDO DE PROTEÍNA (%) EN EL PASTO
Brachiaria híbrido cv. CIAT BR02/1794 Cobra*

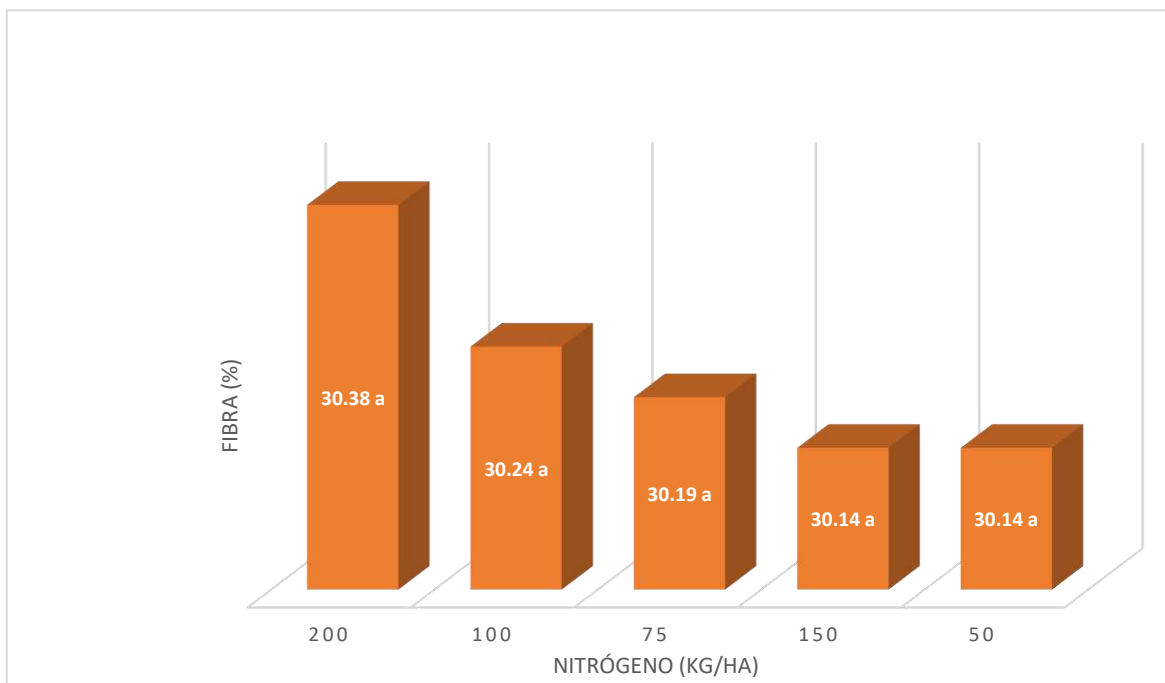


FIBRA (%)

Está bien establecido como un hecho que la concentración de fibra (lignina) en los forrajes es negativamente correlacionada con su digestibilidad (Jung and Deetz, 1993). El análisis de varianza para la fibra cruda no presentó diferencias significativas ($P>0.05$) con la aplicación de los tratamientos nitrogenados evaluados, pero sí hubo diferencias significativas ($P<0.05$) con respecto a los cortes realizados durante la investigación. Los contenidos de fibra cruda que se obtuvieron en las dosis nitrogenadas: 50 kg/N/ha: (30.14%), 150 kg/N/ha: (30.14%), 75 kg/N/ha: (30.19%), 100 kg/N/ha: (30.24%) y 200 kg/N/ha (30.38%) (Fig.11), según la Clasificación del Valor Nutritivo de los Forrajes expresados en base seca de Fudge y Fraps (1944), son considerados como porcentajes excelentes para una especie forrajera en el sentido de que sean bien digestibles y consumibles por el animal.

Figura 11.

EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL CONTENIDO DE FIBRA (%) EN EL PASTO Brachiaria híbrido cv. CIAT BR02/1794 Cobra

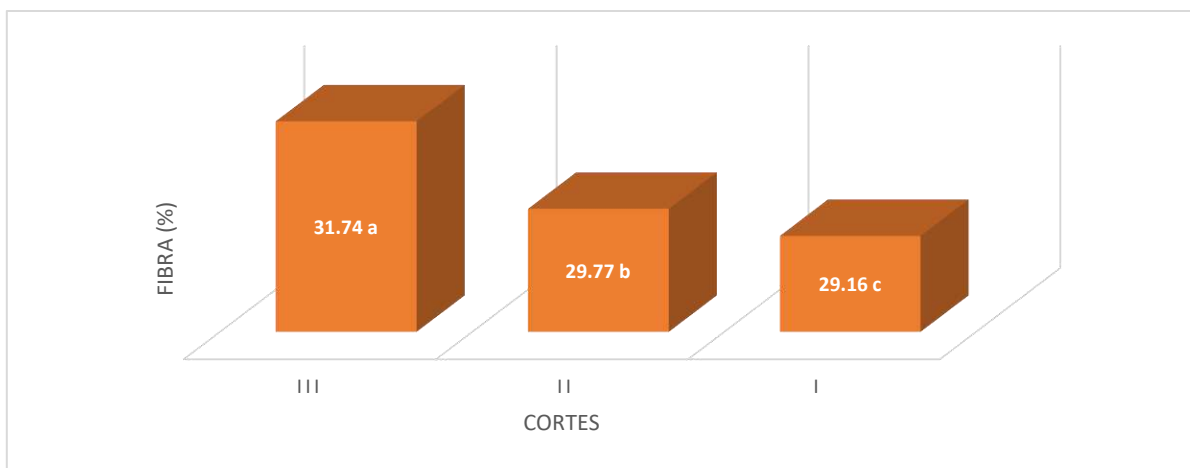


Según la Clasificación del Valor Nutritivo de los Forrajes expresados en base seca de Fudge y Fraps (1944), el contenido de fibra cruda en los tres cortes realizados en el trabajo está en el rango de bueno o sea que no posee altos contenidos de lignina que afecte la digestibilidad al consumirse el pasto Cobra. Los contenidos de fibra cruda se reportaron de la siguiente manera: en el primer corte 29.16%, segundo corte 29.77% y tercer corte 31.74% (Fig. 12). Hubo a cada corte aumento de la fibra cruda y esto corrobora lo que indicaron Buxton y Casler, (1993) que deficiencias de humedad en el suelo afecta la lignificación (fibras) de los forrajes, aunque este efecto ocurre mayormente como función de cambios en el desarrollo morfológico de la planta. Cuando el agua no es disponible en las cantidades que una especie de forraje requiere durante las diferentes etapas de su crecimiento, la digestibilidad es afectada debido a un estrés por falta de humedad. Un exceso de humedad, también afecta la deposición de lignina en los tejidos, en este caso disminuyendo la concentración de lignina y fibra detergente neutra (FDN) entre las paredes celulares (Buscaglia et al. 1994). La lignificación (fibra) tiende a incrementar en plantas que crecen bajo temperaturas cálidas. Esto parece ser relacionado con una mayor actividad enzimática en la síntesis de lignina o a un mayor reparto de materia seca dirigida a la formación de lignina en los tejidos. Wilson et

al. (1993) descubrió que sometiendo pastos tropicales (C4) y de clima templado (C3) bajo un regimiento de alta temperatura no alteraba la proporción de sus tejidos, pero se intensificaba en ambos la lignificación y bajaba la digestibilidad de la FDN de los forrajes. Los cortes se realizaron entre los meses de noviembre a enero.

Figura 12.

EFFECTO DE LOS CORTE SOBRE EL CONTENIDO DE FIBRA (%) EN EL PASTO Brachiaria híbrido cv. CIAT BR02/1794 Cobra



CONCLUSIONES

El pasto *Brachiaria* híbrido cv. BR02/1794 Cobra demostró excelente capacidad de rebrote en el área donde se efectuó esta investigación de Bosque Húmedo Tropical.

El efecto de la fertilización nitrogenada en la altura de las plantas en el pasto *Brachiaria* híbrido cv. BR02/1794 Cobra con las dosis de fertilizantes nitrogenados no mostró efecto significativo, sin embargo, hubo reducción en el crecimiento a medida que se acentuaban los meses de época seca (verano).

No existió diferencia significativa entre tratamientos nitrogenado para la variable cobertura. En los cortes del pasto Cobra, hubo efecto significativo sobre la cobertura del suelo con un porcentaje arriba del 50% en cada corte realizado.

Para la variable de materia seca no existió diferencias significativas entre los tratamientos de fertilización nitrogenada, sin embargo, en los cortes realizados se presentó diferencia significativa por el rango de 30.33% a 20.40% Estos niveles están aceptados para especies forrajeras del género *Brachiaria*.

El efecto de los fertilizantes nitrogenados sobre el rendimiento de materia seca indicó que hubo respuestas por el rango de 2600.00 a 2000.00 Kg/ha que son aceptables a pesar de algunos problemas de encharcamiento en las parcelas donde los tratamientos donde fueron mayores las fertilizaciones nitrogenadas. En los cortes disminuyó debido a la escasez de precipitaciones.

Los mayores valores de proteína cruda fueron obtenidos con el incremento de la dosis de fertilización nitrogenada, decreciendo a lo largo de los cortes realizados.

La fibra cruda no presentó diferencias significativas con la aplicación de los tratamientos nitrogenados evaluados, pero si hubo diferencias significativas con respecto a los cortes realizados durante la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blanco, F. (1991). La persistencia y el deterioro de los pastizales. Rev. Pastos y Forrajes. EEPF “Indio Hatuey” 14 (2): 87-103. Matanzas Cuba.

Buxton, D.R. & M.D. Casler. (1993). Environmental and genetic effects on cell wall composition and digestibility. p. 685–714.

Fudge, J.F & Fraps, G.S. (1974). “The chemical compositions of forrage grasses from the Gulf Coast prairie as related to soil and to requeriment for range cattle”. Texas Agr. Exp. Sta. Bull. 644, Collage Station, Texas. E.U.A.

Gonzales, K. (2017). Morfogénesis de gramíneas forrajeras y estructura de la pastura. Pasto y Forrajes. Zootecnia y Veterinaria es mi Pasión.
<https://zoovetespasion.com/pastos-y-forrajes/morfogenesis-de-gramineas-forrajeras-y-estructura-de-la-pastura/>

Grupo Papalotla, 2024. Pasto Cobra *Brachiaria* híbrido CV. CIAT BR02/1794. Tipo de crecimiento del Pasto Cobra. Semillas Papalotla. México D.F.

<https://grupopapalotla.com/producto-cobra.html>

Guerra, R. (2005). Efecto de la frecuencia y altura de corte sobre el porcentaje de materia seca y relación hoja/tallo de la *Brachiaria* híbrida (Pasto Mulato). Tesis Ing. Agro. Zootecnista. Panamá, UP. Pág. 9-10.

Herrera, R. S. (1983). La calidad de los pastos En: Los pastos en Cuba. Utilización. EDICA. La Habana.

Info Pastos y Forrajes.com. (2021). Ficha Técnica del Pasto Cobra (*Brachiaria* híbrido cv. CIAT BR02/1794). Pastos y Forrajes. <https://infopastosyforrajes.com/pasto-de-pastoreo/ficha-tecnica-del-pasto-cobra-brachiaria-hibrido-cv-ciat-br02-1794/>

Jung, H.G. & D.A. Deetz. (1993). Cell wall lignification and degradability. p. 315-346. In H. G. Jung, et al. (eds.). Forage Cell Wall Structure and Digestibility. ASA-CSSA-SSSA, Madison, Wisc.

National Research Council, (2001). The nutrient requirement of dairy cattle. Seventh revised edition. National Academy Press, Washington, D. C. pp: 381.



**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE INDUCTOR DE ENRAIZAMIENTO EN LA
Tithonia diversifolia UTILIZADA EN ALIMENTACIÓN COMO FUENTE
PROTEÍCA**

EVALUATION OF THE EFFECT OF ROOTING INDUCER IN *Tithonia diversifolia*
USED IN FOOD AS A PROTEIN SOURCE

Edgar Alexis Polo Ledezma

Universidad de Panamá, Departamento de Zootecnia. Panamá
epolo61@hotmail.com <https://orcid.org/0000-0002-1246-2355>

Sebastián Urieta

Universidad de Panamá, Departamento de Zootecnia. Panamá
suv208@hotmail.com <https://orcid.org/0000-0001-8949-5414>

Recepción: 20 de febrero de 2024

Aprobación: 1 de abril de 2024

DOI <https://doi.org/10.48204/semillaeste.v4n2.5039>

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es coadyuvar a mejorar las técnicas tradicionales para la propagación y producción de vástagos de *Tithonia diversifolia* mediante el uso de fitohormonas. Para la variable número de raíces de primer orden hubo diferencias significativas entre los distintos niveles de sustratos evaluados con el tratamiento testigo, destacándose el de RADIX 35% TB, a dosis de 1000 ppm de I.A, con un promedio de 133.72 raíces por estacas. El enraizante que produjo el mayor promedio de raíces de segundo orden fue con la concentración de 1000 ppm de I.A. con 726.17 raíces en promedio. En las estacas sin ninguna aplicación de enraizador (Testigo) se evidencio una reducida formación de raíces de segundo orden con promedios muy bajos a los 45 días de sembrada con promedios de 59.83 raíces. El tratamiento con concentraciones de 750 y 1000 ppm de I.A., presentaron los mayores valores en cuanto a formación de raíces de tercer orden en promedio con 118.83 y 106.17 respectivamente. Se observó un número de prendimiento de yemas mayor en las

concentraciones 1000 ppm de I.A. con 4.17 yemas en promedio por estacas. El estudio permitió llegar a las siguientes conclusiones: La utilización del inductor de enraizamiento mejora la formación inicial del sistema radicular en la planta de *Tithonia*, La aplicación del enraizador a concentraciones de 750 y 1000 ppm de I.A. mejora el proceso de enraizamiento de la *Tithonia*., Las concentraciones de enraizante a 750 ppm y 1000 ppm de I.A. influyo en el prendimiento de las yemas en la *Tithonia* y las concentraciones del enraizador a 1500 ppm de I.A. le causo una quemazón en las estacas reduciendo considerablemente el crecimiento del sistema radicular.

Palabras clave: inductor de enraizamiento, *Tithonia diversifolia*, Radix 35% TB, fuente proteica.

ABSTRACT

The objective of this research is to help improve traditional techniques for the propagation and production of *Tithonia diversifolia* shoots through the use of phytohormones. For the variable number of first-order roots, there were significant differences between the different levels of substrates evaluated with the control treatment, highlighting that of RADIX 35% TB, at a dose of 1000 ppm of AI, with an average of 133.72 roots per cuttings. The rooting agent that produced the highest average of second-order roots was with the concentration of 1000 ppm of I.A. with 726.17 roots on average. In the cuttings without any rooting application (Control), a reduced formation of second-order roots was evident with very low averages after 45 days of sowing with averages of 59.83 roots. The treatment with concentrations of 750 and 1000 ppm of AI, presented the highest values in terms of third order root formation on average with 118.83 and 106.17 respectively. A higher number of bud setting was observed at 1000 ppm concentrations of A.I. with 4.17 buds on average per cuttings. The study allowed us to reach the following conclusions: The use of the rooting inducer improves the initial formation of the root system in the *Tithonia* plant. The application of the rooting agent at concentrations of 750 and 1000 ppm of I.A. improves the rooting process of *Tithonia*. The rooting concentrations at 750 ppm and 1000 ppm of I.A. influenced the bud setting in *Tithonia* and the concentrations of the rooting agent at 1500

ppm of A.I. It caused burning in the cuttings, considerably reducing the growth of the root system.

Keywords: rooting inducer, *Tithonia diversifolia*, Radix 35% TB, protein source.

INTRODUCCIÓN

Las explotaciones ganaderas actualmente se caracterizan por la búsqueda de la eficiencia en la producción, sin sacrificar la calidad. A pesar de que en muchas especies vegetales se presentan naturalmente mecanismos de reproducción vegetativa, es posible que mediante intervención humana se hagan más eficientes y se generen nuevos tipos de multiplicación.

El éxito de la propagación vegetativa depende de muchos factores como, por ejemplo, el tipo de especie que se quiere reproducir, el método de reproducción vegetativa que se emplee, las características fisiológicas del material a multiplicar, el genotipo empleado y la metodología de manejo utilizada durante el proceso de propagación (Rodríguez & Vieto, 2002). La reproducción por medio de estacas permite una rápida obtención de material para siempre de un genotipo uniforme y es muy útil para la reproducción de aquellas especies que son difíciles de propagar por semilla. En la práctica del estacado pueden utilizarse sustancias para estimular el proceso de enraizamiento, favoreciendo la formación de raíces adventicias. Las auxinas son hormonas vegetales que determinan el crecimiento y favorecen la maduración de los frutos pero que tienen como función principal la inducción de la iniciación, desarrollo y regeneración de las raíces adventicias, estimulando la elongación o alargamiento de ciertas células e inhibiendo el crecimiento de otras en función de la cantidad de auxinas en el tejido vegetal y su distribución. Es así como hoy los denominados reguladores de crecimiento vegetal, se utilizan en la inducción exógena o artificial de las raíces, que se practica agrícola y comercialmente para incrementar la biomasa radical de las plantas, en un menor periodo de tiempo (González y col., 2008).

El ácido indol-3-butírico promueve el crecimiento y desarrollo de cultivos alimenticios y ornamentales cuando se aplica al suelo, esquejes, u hojas. El ácido indol-3-butírico es una sustancia cercanamente relacionada en estructura a un regulador de crecimiento natural encontrado en las plantas. El ácido indol-3-butírico es utilizado en muchos cultivos

ornamentales para promover el crecimiento y desarrollo de las raíces, flores y frutos, y para incrementar los rendimientos de las cosechas (González y col., 2008).

El nacedero (*Trichantera gigantea*) es un árbol no leguminoso originario del norte de Sudamérica, y forma parte de la familia *Acanthaceae*. A pesar de no ser de la familia leguminosa, tiene también la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico mediante simbiosis con bacterias del género *Frankia* y Actinomicetos (Dommergues 1982 citado por Botero 1988). La producción de semillas parece estar limitada por la baja polinización. Algunos estudios sugieren que las flores no se autofecundan. En muy pocas localidades colombianas se observa la formación de semillas viables del nacedero, y, en las raras ocasiones en que esto ocurre, la germinación de las semillas es inferior al 2 %. Esta baja frecuencia de la reproducción sexual del nacedero se compensa con una gran capacidad de regeneración vegetativa. Cuando un tallo maduro entra en contacto con el suelo, puede producir una planta nueva con facilidad. Por esta razón, el nacedero se propaga principalmente a partir de estacas grandes y pequeñas, postes y esquejes (CIPAV, 2015).

Las especies vegetales arbustivas Morera (*Morus alba*), Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) y el árbol de uso múltiple Nacedero (*Trichantera gigantea*), presenta lentitud en su desarrollo inicial (formación de sistema radicular), al establecerse los tallos directamente a campo. A causa de este lento desarrollo inicial de las plantas se presentará una evidente competencia por nutrientes y luminosidad con malezas del medio que posteriormente reducirán el potencial de rendimiento de esas especies vegetales.

Por lo anterior, el objetivo de esta investigación es coadyuvar a mejorar las técnicas tradicionales para la propagación y producción de vástagos de *Tithonia diversifolia* mediante el uso de fitohormonas, las cuales promueven el crecimiento radicular, logrando en forma más rápida plantas vigorosas en un menor periodo de tiempo sobre todo en la fase de establecimiento.

MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se realizó en época lluviosa en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá bajo condiciones de invernadero. Las parcelas experimentales fueron constituidas por macetas plásticas con capacidad de 2 Kg. de suelo. Se utilizó el producto **RADIX 35% TB** como estimulador de la formación de raíces en el

arbusto *Tithonia diversifolia*. Como material vegetativo se utilizaron estacas de ramas con crecimiento de un año, con aproximadamente 50-60 centímetros de largo, tomadas de la parte más leñosa y la parte media de la planta. Para la evaluación de la eficiencia del producto **RADIX 35% TB**, como estimulador de la formación de raíces en plantas de *Tithonia* se utilizaron cuatro tratamientos para este ensayo a saber:

Tabla 1.

Tratamientos inductores de enraizamiento radix 35 %

Tratamiento	Descripción de los Tratamientos
T-1	Testigo Absoluto (sin enraizador)
T-2	Tratamiento con RADIX 35% TB. A la dosis de 750 ppm de I.A (1 tableta en 4 litros de agua)
T-3	Tratamiento con RADIX 35% TB. A la dosis de 1000 ppm de I.A (1 tableta en 3 litros de agua)
T-4	Tratamiento con RADIX 35% TB. A la dosis de 1500 ppm de I.A (1 tableta en 2 litros de agua)

Los tratamientos con el enraizador **RADIX 35% TB**, se aplicaron por inmersión en el extremo basal de las estacas antes de la siembra. Como variables de respuesta medimos: número de raíces de primer orden, número de raíces de segundo orden, número de raíces de tercer orden y el número de yemas prendidas a los 45 días después de la siembra. Empleamos un diseño experimental de bloques completos al azar y cuatro repeticiones. El análisis de los datos se realizó mediante el procedimiento SPSS del paquete Statistical Package for the Social Sciences, y se empleó la comparación múltiple de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza para las evaluaciones de las variables número de raíces de primer orden, número de raíces de segundo orden, número de raíces de tercer orden y número de yemas prendidas (brotes) a los 45 días se muestra en la tabla 2, y son las siguientes:

Tabla 2.

Análisis de varianza para las variables número de raíces de primer orden, número de raíces de segundo orden, número de raíces de tercer orden y número de yemas prendidas (brotes) por efecto del enraizador RADIX/AIB 35% TB.

Variables	Fc.	Prob.	CV (%)
Número de raíces de primer orden	13.817	0.001 *	9.67
Número de raíces de segundo orden	146.663	0.006 *	10.96
Número de raíces de tercer orden	8.265	0.008 *	15.64
Número de yemas prendidas	10.090	0.003 *	12.55

Nota. * = **diferencias significativas 5%.**

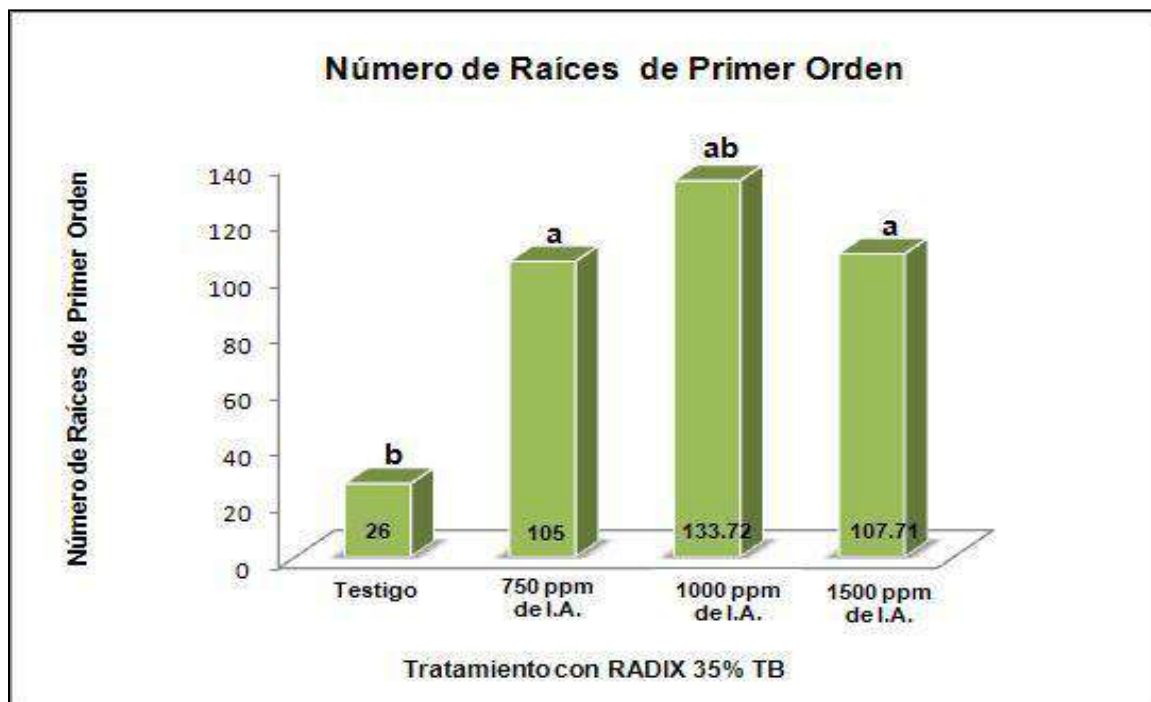
Número de raíces de primer orden

La raíz primaria es componente básico del sistema radicular. Influye enormemente en la forma del sistema radical y es la responsable de la extensión de éste. Las raíces primarias crecen en longitud debido a la actividad del meristemo apical, el cual está protegido por la cofia o caliptra (Atlas de Histología Vegetal y Animal, 2024).

Para la variable número de raíces de primer orden el análisis de varianza (Cuadro 1), indicó que hubo diferencias significativas entre los diferentes niveles de sustratos evaluados con el tratamiento testigo, destacándose el RADIX 35% TB, a dosis de 1000 ppm de I.A, con un promedio de 133.72 raíces por estacas. A medida que se incrementó la concentración del regulador de crecimiento así mismo aumento el porcentaje de enraizamiento. La que menor porcentaje de raíces de primer orden presento fue con el sustrato de 1500 ppm de I.A. de RADIX 35% TB con 107.71 raíces por estacas (Figura 1). Auxinas endógenas o aplicadas artificialmente, son un requerimiento para la iniciación de raíces adventicias en tallo, y en efecto se ha demostrado que la división de las primeras células iniciadoras de la raíz depende de la auxina (Hartmann y col., 1985).

Figura 1.

Raíces de primer orden enraizadas por efecto de la aplicación de RADIX 35% TB, en Tithonia diversifolia.



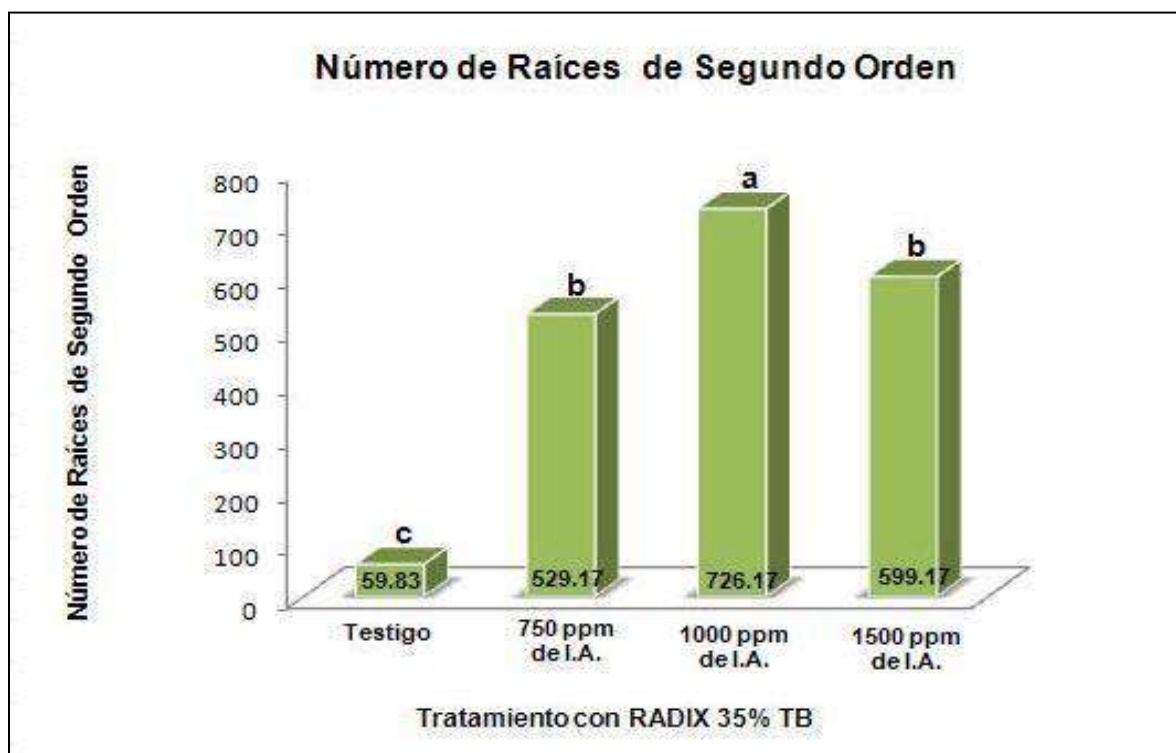
Nota. * Medias con la misma letra no difieren al 5%

Número de raíces de segundo orden

Las raíces secundarias se originan del cuello de la planta o de la raíz principal, su función es de absorción de agua y nutrientes (Infojardín, 2023). En el Cuadro 2 se muestra que hubo diferencia significativa (nivel del 5%) entre las concentraciones enraizantes estudiadas para el número de raíces de segundo orden en la *Tithonia diversifolia*. El enraizante que produjo el mayor promedio de raíces de segundo orden fue con el RADIX 35% TB y la concentración de 1000 ppm de I.A. con 726.17 en promedio (Figura 2). En las estacas sin ninguna aplicación de enraizador (Testigo) se evidencio una reducida formación de raíces de segundo orden con promedios muy bajos a los 45 días de sembrada con promedios de 59.83.

Figura 2.

Raíces de segundo orden enraizadas por efecto de la aplicación de RADIX 35% TB, en Tithonia diversifolia.



* Medias con la misma letra no difieren al 5%

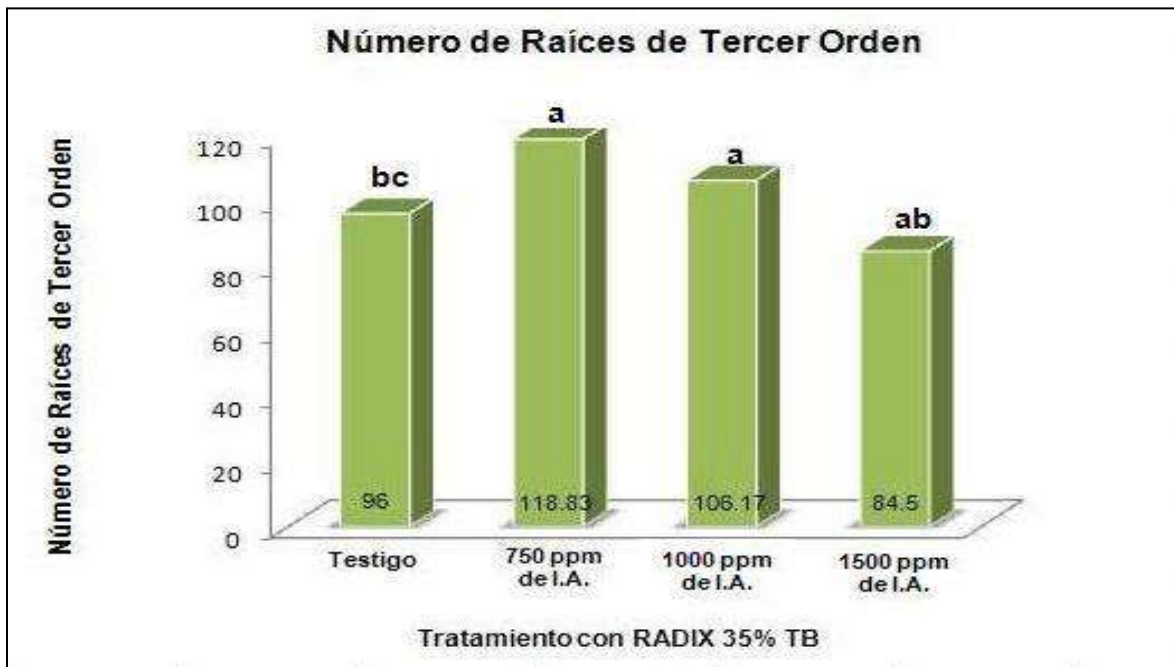
Número de raíces de tercer orden

Las raíces de tercer orden o adventicias son generalmente varias y se originan de lugares diferentes a la radícula (Troiani, H. y col. 2017)

El análisis de varianza nos indico que para la variable número de raíces de tercer orden hubo diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) (Cuadro 2) entre los sustratos evaluados siendo el tratamiento con RADIX 35% TB y con concentraciones de 750 y 1000 ppm de I.A. los que mayores valores en cuanto a formación de raíces de tercer orden en promedio presentaron con 118.83 y 106.17 respectivamente (Figura 3). Cabe señalar que la cantidad de raíces de tercer orden en todos los tratamientos enraizadores estudiados fueron muy bajas con respecto a las raíces de primer y segundo orden.

Figura 3.

Raíces de tercer orden enraizadas por efecto de la aplicación de RADIX 35% TB, en Tithonia diversifolia.



Nota. *Medias con la misma letra no difieren al 5%

Número de yemas prendidas

Las yemas son unas formaciones semejantes a botones que se producen en las plantas, a partir de las cuales se desarrollan los tallos, las hojas o las flores (Masats, J. (2023).

En relación al número de yemas prendidas el análisis de varianza nos indicó que hubo diferencias significativas (Cuadro 2) para el número de yemas prendidas con los tratamientos RADIX 35% TB que se estudiaron observándose un número de prendimiento de yemas mayor en las concentraciones 1000 ppm de I.A. con 4.17 yemas en promedio por estacas. Concentraciones de 750 y 1500 ppm de I.A. no difirieron en el prendimiento de yemas lo cual evidencia que no afectaron en la velocidad de crecimiento de la planta.

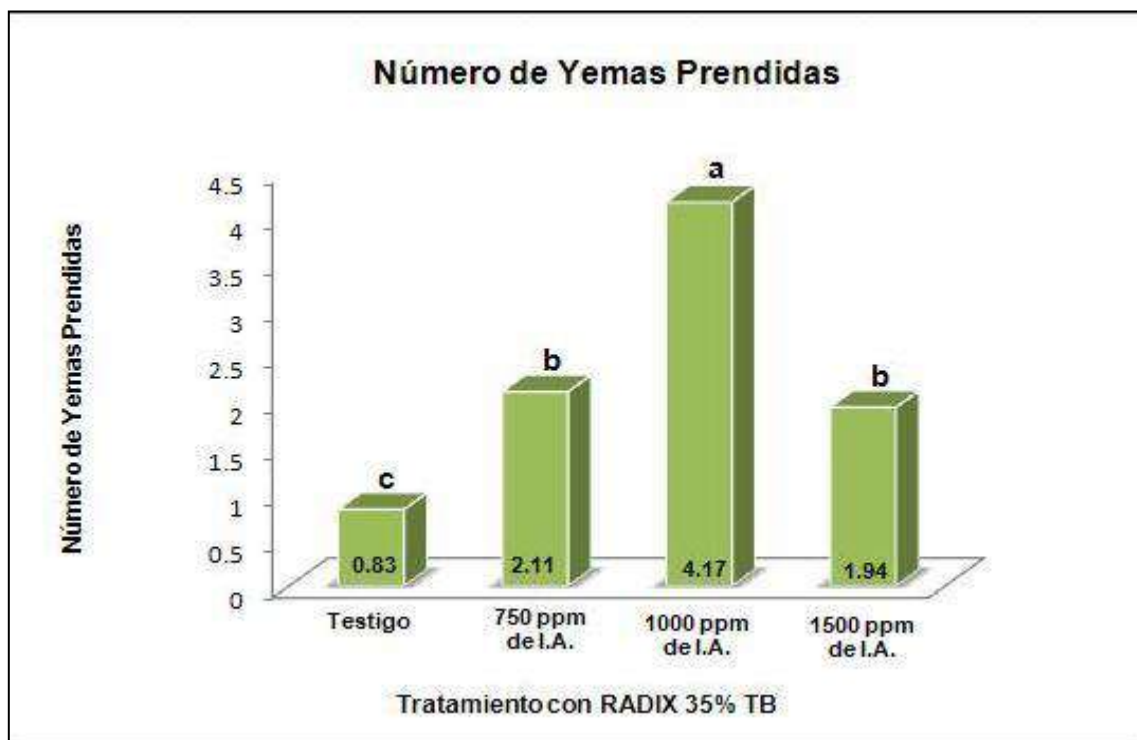
El prendimiento positivo de la cantidad de yemas pudo estar dado por la utilización de los enraizadores que se utilizan en un momento dado aunado a las condiciones favorables del ambiente y del origen del material del que provino las estacas (semillas), el cual fue la parte media de ramas de 120 días de edad, las que presentan yemas maduras, con elevadas concentraciones de carbohidratos de reserva lo cual permite un rápido establecimiento ,

características muy importantes que deben considerarse al momento de seleccionar el material según Cifuentes y Kee-Wook (1998).

Con respecto a posible fototoxicidad del enraizador RADIX 35% TB, en ninguna de las concentraciones estudiadas se presentaron apariciones del mismo (follaje clorótico aparente o crecimiento con malformaciones e inhibiciones de la formación de raíces)

Figura 4.

Número de yemas enraizadas por efecto de la aplicación de RADIX 35% TB, en *Tithonia diversifolia*.



Nota. *Medias con la misma letra no difieren al 5%

CONCLUSIONES

La utilización del inductor de enraizamiento RADIX 35 % TB mejora la formación inicial de el sistema radicular en la planta de *Tithonia diversifolia*.

La aplicación del enraizador RADIX 35% TB a concentraciones de 750 y 1000 ppm de I.A. mejora el proceso de enraizamiento de la *Tithonia diversifolia*.

Las concentraciones de enraizante a 750 ppm y 1000 ppm de I.A. influyo en el prendimiento de las yemas en la *Tithonia diversifolia*.

Las concentraciones del enraizador RADIX 35% TB a 1500 ppm de I.A. le causo una quemazón en las estacas sembradas reduciendo considerablemente el crecimiento del sistema radicular a su vez el rompimiento de las yemas.

RECOMENDACIONES

En las condiciones experimentales descritas, para garantizar un buen desarrollo y rápido crecimiento de la *Tithonia diversifolia* utilizar estacas maduras con más de 120 días de edad y concentraciones de inductores de enraizamiento entre 750 a 1000 ppm de I.A. de RADIX 35% TB.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Atlas de Histología Vegetal y Animal. (2024). Depto. de Biología Funcional y Ciencias de la Salud, Facultad de Biología, Universidad de Vigo, España.

https://mmegias.webs.uvigo.es/2-organos-v/guiada_o_v_rprimario.php

Botero, R. (1988). Los Árboles Forrajeros como Fuente de Proteína para la Producción Animal en el Trópico. Memorias de Seminario Taller Sistemas Intensivos para la Producción Animal y de Energía Renovable con Recursos Tropicales. CIPAV, Cali, Colombia.

Cifuentes, C.; Kee-Wook, S. (1998). Manual Técnico de Sericultura: Cultivo de la Morera y Cría del Gusano de Seda en el Trópico. Convenio Servicio Nacional de Aprendizaje -Centro de Desarrollo Tecnológico Sustentables. Colombia. 438 pp.

CIPAV. (2015) (Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria). Contexto Ganadero. Carta Fedegán No 117.

<https://www.contextoganadero.com/reportaje/el-nacedero-la-planta-forrajera-protectora-del-agua>

González, M. & González, D. (2008). Evaluación del efecto de Radix 35% TB, en el cultivo de leguminosas variedad () para incrementar, uniformizar y homogenizar el enraizamiento, y así dar el mantenimiento adecuado del sistema radicular de las plantas, en campo definitivo. Base Protocolo RADIX 35% TB en Leguminosas.

INFOJARDIN. (2023). Raiz Secundaria Definición.

<https://www.infojardin.com/glosario/pua/raiz-secundaria.htm>

- Hartmann, H.; D. Kester. (1985). Propagación de Plantas. Principios y Prácticas. Quinta impresión. Compañía editorial Continental.
- Masats, J. (2023). Yemas de las plantas. Características de las yemas en la planta. Editorial Botanical - on line. <https://www.botanical-online.com/botanica/partes-plantas-yemas>
- Rodríguez, J.& V, Nieto. (2002). Aplicación de los métodos de estacas e injertos para la propagación vegetativa de *Cordia alliodora* ((Ruíz Pavón) Oken y *Tabebuia rosea* (Bertol.), DC. CONIF. Bogotá, Colombia. 61 pp.
- Troiani, H.; Prina, A.; Muiño, W.; Tamame, M. & Beinticinco, L. (2017). Botánica, morfología, taxonomía y fitogeografía. Primera edición, Universidad Nacional de La Pampa. Argentina. 326p.
<https://www.unlpam.edu.ar/images/extension/edunlpam/QuedateEnCasa/botanica-morfologia-taxonomia-y-fitogeografia.pdf>



**IDENTIFICACIÓN DE FRAGMENTACIÓN BOSCOsa CON TECNOLOGÍAS
ROBÓTICAS AVANZADAS (VANT) EN UN SEGMENTO DEL PARQUE
NACIONAL SANTA FÉ, VERAGUAS, PANAMÁ 2024**

IDENTIFICATION OF FOREST FRAGMENTATION WITH ADVANCED ROBOTIC
TECHNOLOGIES (UAV) IN A SEGMENT OF SANTA FÉ NATIONAL PARK,
VERAGUAS, PANAMA 2024

Félix H. Camarena Q.

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario Azuero. Panamá

felix.camarena@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0002-5601-3252>

Alexis Camargo

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario Azuero Panamá

alexis.camargo@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0002-1801-0712>

Recepción: 30 de marzo de 2024

Aprobación: 15 de abril de 2024

DOI <https://doi.org/10.48204/semillaeste.v4n2.5040>

RESUMEN

Esta comunicación breve evidencia la fragmentación boscosa en el Parque Nacional Santa Fé, Provincia de Veraguas, Panamá 2024. Este fenómeno es preocupante, ya que afecta la biodiversidad y el equilibrio ecológico de esta área protegida. Se define como la división de los bosques en fragmentos más pequeños debido a actividades humanas como la deforestación, la expansión agrícola y la urbanización.

La metodología utilizada consiste en el uso de tecnologías robóticas avanzadas (VANT) en un segmento del parque Nacional Santa Fé, provincia de Veraguas, Panamá. Al ubicar las zonas que se encuentran muy cercanas a los bosques del parque se procedió a elevar un dron

equipado con cámara de 12 megapíxeles (mp) a una altura que pudiera evidenciar fotográficamente los impactos ocasionados por la deforestación. Los drones equipados con cámaras transmiten datos visuales en tiempo real al piloto, lo que resulta fundamental para inspeccionar el estado del sitio y superar las limitaciones de visualización típicas de los métodos tradicionales en el monitoreo de un lugar.

El análisis de las imágenes se dio después de analizar sesenta y tres (63) fotografías que evidencian el impacto negativo de la deforestación que ocasiona la fragmentación boscosa, causando efectos adversos las especies de flora y fauna que dependen de un hábitat continuo y extenso para sobrevivir. Con este estudio se pretende alertar a las entidades que tienen que ver con la protección de estas áreas y de esa forma darle sostenibilidad ambiental a esta área que es muy importante por ser fuente recursos hídricos.

Palabras clave: Bosques fragmentados, deforestación, tecnologías VANT, Parque Nacional Santa Fé.

ABSTRACT

This brief communication shows forest fragmentation in the Santa Fé National Park, Province of Veraguas, Panama 2024. This phenomenon is worrying, since it affects the biodiversity and ecological balance of this protected area. It is defined as the division of forests into smaller fragments due to human activities such as deforestation, agricultural expansion and urbanization.

The methodology used consists of the use of advanced robotic technologies (UAV) in a segment of the Santa Fé National Park, province of Veraguas, Panama. By locating the areas that are very close to the park's forests, a drone equipped with a 12 megapixel (mp) camera was raised to a height that could photographically demonstrate the impacts caused by deforestation. Camera-equipped drones transmit real-time visual data to the pilot, which is essential for inspecting site status and overcoming the visualization limitations typical of traditional methods of site monitoring.

The analysis of the images occurred after analyzing sixty-three (63) photographs that show the negative impact of deforestation that causes forest fragmentation, causing adverse effects on flora and fauna species that depend on a continuous and extensive habitat to survive. . This study aims to alert the entities that have to do with the protection of these areas and in this way give environmental sustainability to this area, which is very important for being a source of water resources.

Keywords: Fragmented forests, deforestation, UAV technologies, Santa Fé National Park.

INTRODUCCIÓN

La fragmentación boscosa en el Parque Nacional Santa Fé, Provincia de Veraguas, República de Panamá, es un fenómeno preocupante que afecta la biodiversidad y el equilibrio ecológico de esta área protegida. Ministerio de Ambiente (2005),

La fragmentación boscosa se refiere a la división de los bosques en fragmentos más pequeños debido a actividades humanas como la deforestación, la expansión agrícola y la urbanización. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2012). En el caso específico de este parque nacional Santa Fé, provincia de Veraguas, la fragmentación boscosa puede tener consecuencias negativas para las especies de flora y fauna que dependen de un hábitat continuo y extenso para sobrevivir. Fundación de Parques Nacionales y Medio ambiente. (2007).

Es fundamental abordar este problema con medidas de conservación y manejo sostenible para preservar la integridad de este importante ecosistema en Panamá.

El objetivo de esta comunicación breve es evidenciar fotográficamente, con tecnología de dron, el impacto de la fragmentación del bosque en un segmento del Parque Nacional Santa Fé.

Las causas de la fragmentación boscosa en el Parque Nacional Santa Fé pueden atribuirse principalmente a la actividad humana, que ha desempeñado un papel fundamental en este proceso. La deforestación para la industria de la leña, el carbón y la tala ilegal han sido factores clave en la fragmentación de los bosques en la provincia de Santa Fé. Rodríguez B., & Espinoza, G. (2002).

Además, la construcción de infraestructuras como carreteras, el desarrollo agrícola y la urbanización dentro de las masas forestales también contribuyen significativamente a la fragmentación de los bosques, creando divisiones en los hábitats naturales y afectando la biodiversidad de la región. Banco Interamericano de Desarrollo. (2018).

El uso de drones con fotografías aéreas es una herramienta crucial para evidenciar la fragmentación boscosa en áreas como el Parque Nacional Santa Fé. Estas tecnologías permiten monitorear el progreso de la fragmentación y visualizar las operaciones de

construcción de viviendas en el área, así como medir la productividad y detectar accidentes en tiempo real. Arones Huarcaya, A. L., & Núñez Torres, R. A. (2020).

Los drones equipados con cámaras pueden transmitir datos visuales en tiempo real al piloto, lo que resulta fundamental para inspeccionar el estado del sitio de construcción y superar las limitaciones de visualización típicas de los métodos tradicionales en el monitoreo en el lugar. Rodríguez Magdaleno, J. L. (2013).

Esta tecnología es esencial para obtener una representación detallada y precisa de la fragmentación boscosa, lo que contribuye a una mejor comprensión de este fenómeno y a la implementación de medidas de conservación efectivas. Ortega, B. S. L. V., Matus, B. H. I. P., & Granados, P. I. G. (2023).

Este trabajo pretende evidenciar los impactos sobre un segmento del Parque Nacional Santa Fé.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo pretende evidenciar los impactos que produce la deforestación sobre un segmento del Parque Nacional Santa Fé.

Ubicación

En la presente figura se aprecia el área de estudio.

Figura 1.

Ubicación del área de estudio



La figura 1 muestra el área de estudio, este se encuentra ubicado en la comunidad de Alto de Piedra con coordenadas N 8° 30'43 W 81° 04' 52.

Para poder seleccionar la ubicación del área donde aplicaríamos la tecnología VANT recorrimos un sendero ubicado en la comunidad de Alto de Piedra, Santa Fé, provincia de Veraguas de aproximadamente 5 kilómetros y al verificar que había deforestación en la entrada de la finca procedimos a levantar el dron y revisar si efectivamente había impactos referentes a la deforestación. Para este procedimiento utilizamos los materiales siguientes.

Los materiales utilizados:

Dron Modelo: DJI MINI 2 Fly More Combo SE, Cámara: Sensor CMOS de 1/2.3 pulgada, resolución 12 megapíxeles, GPS integrado para posicionamiento preciso, Software de control de vuelo: DJI Fly V.1.12.8, Estación base para control remoto del dron, baterías de repuesto para el dron (3), Computadora portátil con capacidades de

procesamiento gráfico. DJI. (2024, enero 31). QGIS para el análisis geoespacial y la identificación de fragmentación boscosa. QGIS. (s.f.).

Métodos para la obtención de las imágenes con tecnologías VANT:

Para la planificación de la misión de vuelo se identificó un Segmento del Parque Nacional Santa Fé, provincia de Veraguas, Panamá 2024 con los siguientes parámetros de vuelo: Altura:302m, solape y superposición de las imágenes: 70%-80%, velocidad de vuelo: 29 km/h. Se realizó la captura de imágenes realizando vuelos dirigidos sobre el área de estudio con el dron equipado con la cámara de una resolución máxima de 12 mp (4000x3000 píxeles).

Procesamiento y análisis de Imágenes:

Se realizó la transferencia de las imágenes capturadas a la computadora portátil, realizando corrección geométrica y georreferenciación de las imágenes utilizando puntos de control terrestre. Delimitación de los fragmentos boscosos utilizando herramientas de análisis de paisaje. Evaluación de la precisión y la exactitud de la identificación de fragmentación boscosa. QGIS. (s.f.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, presentamos los resultados que evidencian la fragmentación boscosa en el Parque Nacional Santa Fé.

Figura 2

Foto a 25 metros de altura sobre los investigadores



La figura 2 muestra a los dos investigadores ubicando el área y procediendo a subir o elevar el dron para hacer las fotografías aéreas.

Figura 3.

Impacto de la deforestación



La figura 3 evidencia la magnitud de la deforestación, siembra de escasa plantaciones de Plátanos y pixbae, caña de azúcar, caña blancas y demás está ubicada en la base del bosque primario.

Figura 4.

Foto de la deforestación en el medio del bosque.



En la figura 4 se observa la vivienda escondida en el bosque y la magnitud de la deforestación que ha causado este deforestador.

Figura 5.

El aprovechamiento del área deforestada.



La figura 5 muestra el aprovechamiento que se le da al área reforestada es este caso es mínima, ya que lo que el dueño de esta propiedad busca es aumentar su territorio.

Figura 6.

Desorden en la actividad de deforestación.



En la figura 6 se hace evidente que los frentes de deforestación han cambiado y la persona deforesta sin ningún orden establecido como podemos observar en la imagen.

Figura 7.

Vivienda en el centro del bosque y deforestación alrededor de esta.



En la figura 7 se observa vista área de casa en donde se ha deforestado en lo profundo del bosque y el deforestador ha logrado construir vivienda y tener aproximadamente 6 ha a su disposición.

Los resultados que presenta este trabajo están directamente relacionados con la presión humana hacia los ecosistemas o sea las áreas boscosas de parque Nacional Santa Fé y varios aspectos se manifiestan en esas fotografías aéreas que nos proporcionó la tecnología VANT y ellos fueron las siguientes impactos negativos con la deforestación desordenada, produciendo fragmentación del bosque, necesidad de marcar territorios con aumento de área deforestada, además, la escasa productividad de los suelos usados para siembra de plátano, pixbae y cítricos, caña de azúcar se hacen presente en esas imágenes, lo que trae como consecuencia el abandono de las áreas que fueron taladas y deforestadas en los inicios.

Esto coincide con el estudio de fragmentos boscosos a lo largo de la carretera Panamá-Colón han sido objeto de estudio en diversas investigaciones. Estos fragmentos forestales han sido analizados en términos de su impacto en la comunidad del bosque tropical, evidenciando cambios significativos en sus características. Se ha observado un deterioro en la salud del ecosistema, reflejado en la disminución de la biodiversidad y la alteración de la estructura del bosque. Estudios recientes han destacado la importancia de comprender y abordar la fragmentación del hábitat en esta región, subrayando la necesidad de estrategias de conservación efectivas para proteger la integridad de estos fragmentos boscosos en Panamá-Colón. Farnum F & Murillo V, (2023).

Otro estudio realizado sobre la biodiversidad y aspectos ecológicos de los parches boscosos a lo largo de la carretera Boyd Roosevelt en el tramo Panamá - Colón revelan la riqueza de especies presentes en estos fragmentos de bosque. Se destaca la diversidad de especies, incluyendo individuos representativos de los bosques de la región. Estos parches boscosos juegan un papel crucial en la conservación de la biodiversidad local y en la protección de los ecosistemas naturales. Además, se resalta la importancia de preservar estos espacios para garantizar la sostenibilidad ambiental y el equilibrio ecológico en la zona. Los estudios subrayan la necesidad de implementar medidas de conservación y manejo adecuadas para proteger estos valiosos ecosistemas. Farnum, F., & Murillo, V. (2015).

El inventario florístico de árboles y arbustos en fragmentos de bosques con presión antrópica constante también fortalece lo expuesto en nuestra investigación y tiene como objetivos principales: realizar un inventario florístico preliminar de las plantas angiospermas en los fragmentos de bosques afectados por la presión antrópica constante y elaborar una guía que identifique las plantas presentes en estos fragmentos de bosques al nivel taxonómico posible.

Estos objetivos buscan comprender y documentar la diversidad de especies vegetales presentes en entornos boscosos afectados por la constante influencia humana, lo que es fundamental para la conservación y el manejo adecuado de estos ecosistemas. Farnum, F., & Murillo, V. (2015).

Además, la sostenibilidad en Colombia se aborda a través de indicadores como la vegetación, la población y la huella ecológica. Estos elementos se utilizan para evaluar la capacidad de la naturaleza y los ecosistemas para satisfacer las demandas ambientales de la sociedad. Se aplican a diferentes niveles geográficos, como unidades biogeográficas, cuencas, departamentos y municipios. La huella ecológica es un indicador clave que refleja la presión humana sobre los ecosistemas. Este enfoque busca comprender la interacción entre el ambiente y los procesos sociales, económicos y políticos en Colombia, destacando la importancia de la conservación y la gestión sostenible de los recursos naturales para garantizar un equilibrio ambiental a largo plazo. Calle, G. M. (2000).

Esta investigación sobre la conservación y manejo integral en el Corredor Biológico Pájaro Campana del Pacífico Central se centra en analizar el uso de la tierra y la fragmentación boscosa. También coincide con nuestros resultados y busca comprender cómo estas actividades impactan la biodiversidad y los ecosistemas de la región. A través de un enfoque detallado en la gestión del territorio, se pretende desarrollar estrategias efectivas para preservar la flora y fauna locales. La investigación aborda la importancia de la conectividad entre áreas naturales para garantizar la supervivencia de especies y la salud de los ecosistemas. Se destaca la relevancia de políticas de conservación basadas en evidencia científica para promover la sostenibilidad ambiental en la zona del Corredor Biológico Pájaro Campana. Chinchilla Ramos, R. (2015).

Otro estudio analiza el grado de fragmentación de los bosques naturales en diez cuencas hidrográficas del norte del departamento del Tolima, Colombia. Se evalúa la densidad, forma, continuidad espacial y conectividad de los bosques, destacando su fragmentación. Se utilizan sistemas de información geográfica y métricas del paisaje para comprender este proceso. Se identifican 242 fragmentos de bosque con áreas superiores o iguales a 50 hectáreas, evidenciando una alta fragmentación. El estudio se enfoca en la restauración y manejo de los

bosques, empleando índices como los de continuidad de Vogelmann y diversidad de formas de Patton. Este análisis contribuye al Plan General de Ordenación Forestal para el Departamento del Tolima, buscando garantizar la sostenibilidad y conservación de estos ecosistemas. Botache, L. et al; (2011)

Lo que destaca la importancia de mantener hábitats grandes y continuos para preservar la biodiversidad. Se menciona que fragmentar estos hábitats puede tener efectos negativos, como aislar especies y ponerlas en peligro de extinción. Además, los fragmentos de bosque suelen ser menos resistentes a incendios, enfermedades y plagas. Es crucial considerar estos aspectos al planificar la conservación de la biodiversidad y la gestión de los ecosistemas para garantizar la salud y la sostenibilidad de los mismos.

CONCLUSIONES

Al analizar con fotografías áreas fragmentos de bosques se concluye lo importante mantener hábitats grandes y continuos en el Parque Nacional Santa Fé, en la provincia de Veraguas, Panamá en 2024, para preservar la biodiversidad, advirtiendo sobre los efectos negativos de fragmentar estos hábitats, como el aislamiento de especies y su vulnerabilidad a la extinción, así como la menor resistencia de los fragmentos de bosque a incendios, enfermedades y plagas. Estos aspectos son cruciales para la planificación de la conservación de la biodiversidad y la gestión sostenible de los ecosistemas, garantizando su salud y sostenibilidad a largo plazo.

Además, la metodología utilizada implica el empleo de tecnologías robóticas avanzadas, específicamente VANT, en una sección del Parque Nacional Santa Fé. Se enfocó en áreas cercanas a los bosques primarios del parque, elevando un dron para capturar imágenes que evidenciaran los impactos de la deforestación, se observó el impacto negativo de la deforestación en la fragmentación de los bosques, afectando a las especies de flora y fauna que requieren hábitats extensos y continuos para sobrevivir. Este enfoque permite comprender y documentar los efectos adversos de la deforestación en la biodiversidad local.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la comunidad de Santa Fé, por permitarnos realizar este Trabajo, a el Ministerio de Ambiente principalmente los guardaparques, que al hacer rondas pueden velar por la protección de dicha área, Al colegio de Alto de Piedra que esta anuente a apoyar a los investigadores de la Universidad de Panamá en esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arones Huarcaya, A. L., & Núñez Torres, R. A. (2020). Infraestructura Verde: Un Modelo de Plan Integral para el “Bosque de Protección Alto Mayo”, San Martín.

<https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/3817>

Ministerio de Ambiente (2005), Parque Nacional Chagres, Plan de manejo. Documento Técnico. <https://n9.cl/vlyxv>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2012). Propuesta de Reformulación del Programa ONU-REDD-Panamá [PDF]. <https://www.un-redd.org/sites/default/files/202110/Informe%20causas%20de%20la%20deforestaci%C3%B3n%20PNUMA-ONU-REDD%20Panama.pdf>

Fundación de Parques Nacionales y Medio ambiente. (2007). Informe sobre el Estado del Conocimiento y Conservación de la Biodiversidad y de las Especies de Vertebrados de Panamá [PDF].

<http://bdigital.binal.ac.pa/bdp/informe%20sobre%20el%20estado%20del%20conocimiento.pdf>

Rodríguez Becerra, M., & Espinoza, G. (2002). Gestión ambiental en América Latina y el Caribe: evolución, tendencias y principales prácticas.

<https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/6bf77e14-d6ed-4276-bfd9-ec3030480796>

Banco Interamericano de Desarrollo. (2018). Informe de sostenibilidad 2018. Recuperado de <https://webimages.iadb.org/publications/spanish/document/Banco-Interamericano-de-Desarrollo-informe-sobre-sostenibilidad-2011.pdf>

Rodríguez Magdaleno, J. L. (2013). Integración de sistemas electrónicos de comunicación, censado y control remoto en vehículos aéreos no tripulados.

<https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/3838/359538.pdf?sequence=1>

- Ortega, B. S. L. V., Matus, B. H. I. P., & Granados, P. I. G. (2023). UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA FACULTAD DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y AMBIENTE. <https://n9.cl/soc42>
- Farnum F & Murillo V, (2023). Los fragmentos boscosos a lo largo de la carretera Panamá-Colón. Nova Educare.
- https://www.researchgate.net/publication/371286250_LOS_FRAGMENTOS_BOSCOSOS_A_LO_LARGO_DE_LA_CARRETERA_PANAMA-COLON_Sello_Editorial_Nova_Educare_Coleccion_Investigaciones
- Farnum, F., & Murillo, V. (2015). BIODIVERSIDAD Y ASPECTOS ECOLÓGICOS DE LOS PARCHES BOSCOSOS AL BORDE DE LA CARRETERA BOYD ROOSEVELT TRAMO PANAMÁ-COLÓN. *Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios*, 2(2), 49-63. [BIODIVERSIDAD Y ASPECTOS ECOLOGICOS-libre.pdf \(d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net\)](https://www.cloudfront.net/d1wqtxts1xzle7/BIODIVERSIDAD_Y_ASPECTOS_ECOLOGICOS-libre.pdf)
- Farnum, F., & Murillo, V. (2015). INVENTARIO FLORÍSTICO DE ÁRBOLES Y ARBUSTOS EN FRAGMENTOS DE BOSQUES CON PRESIÓN ANTRÓPICA CONSTANTE. *Revista Científica Centros*, 4(Especial), 138-155. <https://goo.su/GrSqfT>
- Calle, G. M. (2000). Vegetación, población y huella ecológica como indicadores de sostenibilidad en Colombia. *Gestión y ambiente*, 3(5), 33-50.
- [Vegetación, población y huella ecológica como indicadores de sostenibilidad en Colombia | Gestión y Ambiente \(unal.edu.co\)](https://www.unal.edu.co/Gest%20y%20Ambiente/Vegetaci%20n,%20poblaci%20n%20y%20huella%20ecol%20gica%20como%20indicadores%20de%20sostenibilidad%20en%20Colombia)
- Botache, L. A. L., Aguilar, F. A. G., & Chaves, S. V. (2011). Estado de fragmentación de los bosques naturales en el norte del departamento del Tolima-Colombia. *Tumbaga*, 1(6), 125-140. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3944231>
- DJI. (2024, January 31). Support for DJI Mini 2. Retrieved from <https://www.dji.com/global/support/product/mini-2>
- QGIS. (s.f.). QGIS: Sistema de Información Geográfica de Código Abierto. Recuperado de <https://www.qgis.org/es/site/>
- Chinchilla Ramos, R. (2015). Conservación y manejo integral a través del análisis del uso de la tierra y la fragmentación boscosa en el Corredor Biológico Pájaro Campana, Pacífico Central, Puntarenas.
- <https://repo.sibdi.ucr.ac.cr/bitstream/123456789/2372/1/38900.pdf>



NUEVO REPORTE DE *Hylonycteris underwoodi* (PHYLLOSTOMIDAE: GLOSSOPHAGINAE) EN LA REPÚBLICA DE PANAMÁ

NEW REPORT OF *Hylonycteris underwoodi* (PHYLLOSTOMIDAE: GLOSSOPHAGINAE) IN THE REPUBLIC OF PANAMA

Nelson Guevara

Fundación Biomundi. Panamá.

nelson2295@hotmail.com <https://orcid.org/0000-0002-3200-6648>

Melissa López

Fundación Biomundi. Panamá.

melissa_dclg@hotmail.com <https://orcid.org/0000-0001-5877-4998>

María Morales

Fundación Biomundi. Panamá.

mariaisa14@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-4265-5510>

Recepción: 29 de enero de 2024

Aprobación: 30 de marzo 2024

DOI <https://doi.org/10.48204/semillaeste.v4n2.5041>

RESUMEN

Basados en características morfológicas específicas, presentamos el segundo registro de la especie *Hylonycteris underwoodi* Thomas, 1903 (Phyllostomidae: Glossophaginae) en la zona Este de la República de Panamá, presentando una nueva localidad de reporte como sitio de hábitat en el Istmo. Reporte que se obtiene por medio del proyecto de investigación sobre la biodiversidad de la Reserva Valle del Mamóní.

Palabras clave: Caracteres morfológicos, Distribución, Mamífero volador, Nectarívoro, Panamá Este.

ABSTRACT

Based on specific morphological characteristics, we present the second record of the species *Hylonycteris underwoodi* Thomas, 1903 (Phyllostomidae: Glossophaginae) in the eastern zone of the Republic of Panama, presenting a new locality of report as a habitat site in the Isthmus. This report is obtained through the research project on the biodiversity of the Mamoní Valley Reserve.

Keywords: Distribution, East Panamá, Flying mammal, Morphological characters, Nectarivore.

INTRODUCCIÓN

El murciélago *Hylonycteris underwoodi* Thomas, 1903 es una especie endémica de la región de Mesoamérica, siendo la única especie conocida para el género (Thompson, 2004; Segura-Trujillo y Navarro-Pérez, 2010). Al igual que otras especies de la subfamilia Glossophaginae, se caracteriza por presentar estructuras morfológicas especializadas para el consumo de néctar y polen (Mora-Beltrán y López-Arévalo, 2018), siendo un importante polinizador de diversas especies de plantas (Thompson, 2004). Habita principalmente en los claros de la vertiente caribeña, en zonas de bosque tropical, comúnmente en áreas de vegetación perennifolia, a alturas entre los 300 a 600 m.s.n.m. Ocasionalmente se observa en bosques de tipo caducifolio (Reid, 2009; Fleming et al., 2020).

Según Wilson y Mittermeier (2019), se distribuye desde el sur de México (Veracruz) hasta el este de Guatemala, el sur de Belice y el noroeste de Honduras, y desde el sureste de Nicaragua hasta el oeste de Panamá. Por la distribución mencionada, en el istmo de Panamá, la especie ha sido reportada históricamente en la Provincia de Chiriquí: corregimiento de Volcán, Cerro Brujo, el 9 de marzo de 1962; corregimiento de Gualaca, el 4 de mayo de 1990 (Smithsonian Tropical Research Institute, STRI, 2022) y en el Golfo de Chiriquí, en 2016 (Araúz et al., 2020); Provincia de Coclé: Distrito de La Mesa, el 11 de noviembre de 1984 (STRI, 2022) y en la Provincia de Colón: Distrito de Donoso, en el área de concesión del

proyecto de cobre de Minera Panamá S. A., en 2010 (Araúz, 2017). Sin embargo, esta distribución aparentemente es más amplia que la mencionada, debido a que Castillo et al., (2016) registraron un individuo de *H. underwoodi* en la Provincia de Darién, dentro de las zonas de amortiguamiento del área de Rancho Frío, Parque Nacional Darién, dando importantes indicios de que la especie se encuentra ampliamente distribuida a través del Istmo de Panamá.

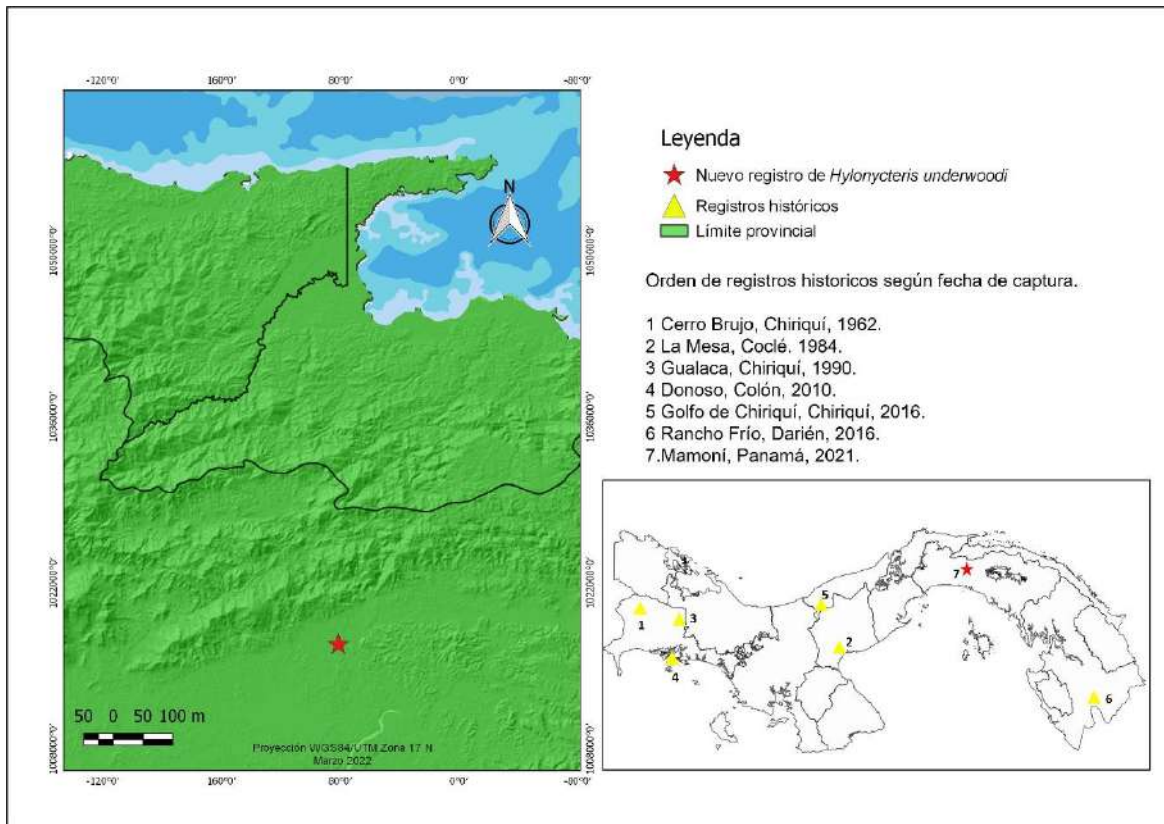
Por todo lo señalado previamente y debido a la escasa información de la especie a nivel nacional y regional, el objetivo del presente trabajo es ampliar el conocimiento sobre la distribución actual del murciélago *H. underwoodi* en el Istmo de Panamá, aportando un nuevo reporte en la región Este de Panamá, resultado que deriva del estudio de las comunidades de quirópteros en la Reserva Valle del Mamóni, Distrito de Chepo, Provincia de Panamá.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio y registro, correspondió al Poblado de Madroño, Corregimientos de Las Margaritas, Distrito de Chepo, Provincia de Panamá (Figura 1), específicamente en el sitio denominado Cordillera, caracterizada por ser una de las zonas más conservadas de la reserva con bosque primario, cuenta con una flora dominada por especies arbóreas como: chuchupate, *Guarea macrophylla* (Meliaceae); árbol María, *Calophyllum longifolium* (Calophyllaceae); peinecillo, *Apeiba membranacea* (Malvaceae); malagueto de montaña, *Xylopia bocatorena* (Annonaceae); sombrerito-*Heisteria acuminata* (Olacaceae); y palmas de la familia Arecaceae como: jira, *Socratea exorrhiza*; pico de chombo, *Iriartea deltoidea* y guágara, *Cryosophila warscewiczii* (9° 19' 20.50" N, 79° 9' 2.50" W, 431 m, datum configuration WGS84). Según la Autoridad Nacional del Ambiente, presenta una altura aproximada de 400 m, una temperatura constante de 23 °C, una humedad relativa del 30 % y una precipitación promedio anual entre 4,501 a 4,800 mm (ANAM, 2010). Cuenta con 3 tipos vegetación clasificadas por la UNESCO (UNESCO, 2010) como: 1) bosque perennifolio ombrófilo tropical, latifoliado de tierras bajas; 2) bosque perennifolio ombrófilo tropical, latifoliado montado y 3) bosque semicaducifolio tropical de tierras bajas; el suelo es de tipo franco a arcilloso (ANAM, 2010).

Figura 1.

Registros históricos y nuevo reporte de H. underwoodi en la Reserva Valle del Mamoni, Panamá.



Para la captura de los murciélagos se colocaron 3 redes de niebla (12 x 2.5 m), a una distancia de 50 m entre cada una. El muestreo de septiembre de 2021 se realizó durante 3 noches, entre las 18:00 y las 24:00 hr. La revisión de las redes se realizó cada 30 minutos.

Para el procesamiento y la toma de datos se utilizó una regla de 30 cm y un vernier para las medidas corporales, se utilizaron pesolas de 10 g, 30 g, 60 g y 100 g para la medida del peso. Otros datos tomados en cuenta fueron: sexado, estimación de la edad por medio del grado de fusión de las falanges y estado reproductivo.

Finalmente, para evitar la confusión con otras especies de las subfamilias Glossophaginae, Lonchophyllinae y la correcta identificación del individuo de *H. underwoodi*, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones y características morfológicas específicas de la especie.

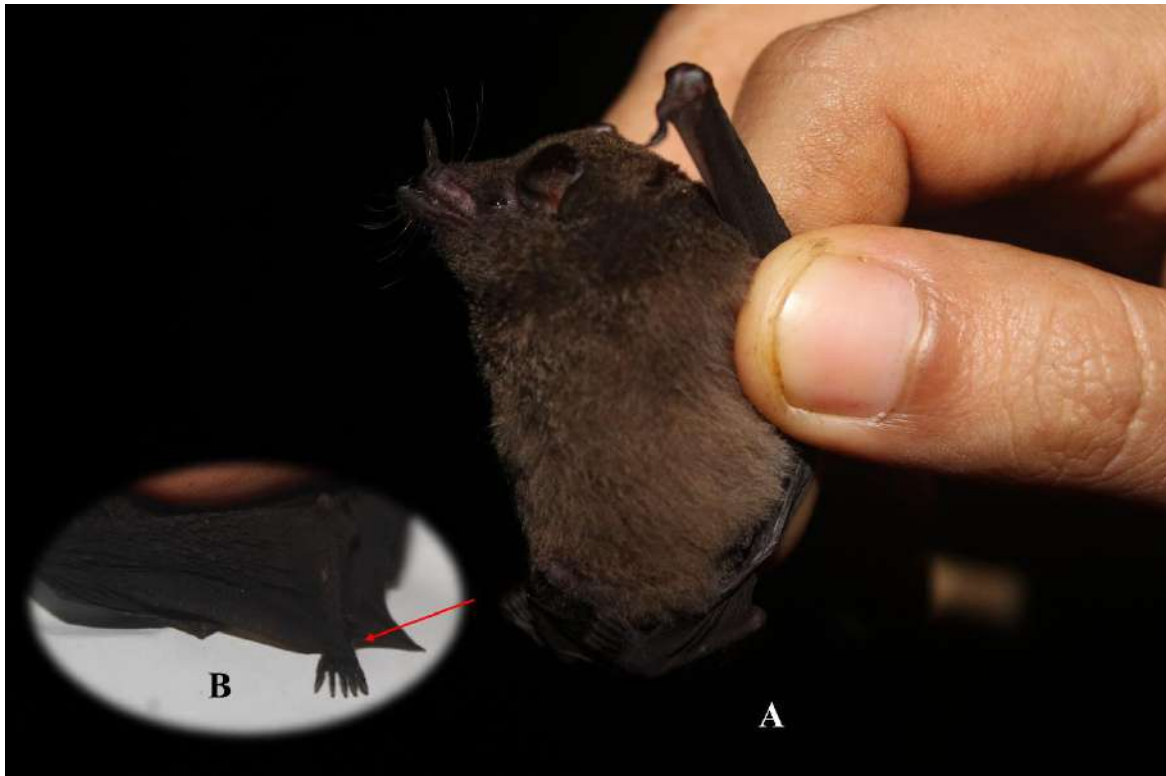
H. underwoodi se separa de las especies del género *Glossophaga* por no poseer incisivos inferiores (Knox y Homan, 1974; York et al., 2019; Díaz et al., 2021) y de las especies del género *Anoura* por poseer un uropatagio bien desarrollado y la presencia de cola (Díaz et al., 2021). El género *Anoura* presenta el uropatagio reducido, semicircular y no poseen cola (Díaz et al., 2021). Además, *H. underwoodi* se diferencia de especies similares como *Choeroniscus godmani* por poseer el pelaje dorsal con tres bandas (tricoloreado: oscuro-claro-oscuro), *C. godmani* posee el pelaje dorsal con dos bandas (bicoloreado: claro-oscuro) (León-Paniagua y Romo-Vázquez, 1991; LaVal y Rodríguez, 2002; Reid, 2009) y se diferencia de *Lichonycteris obscura* por poseer cinco dientes superiores y seis inferiores en cada lado de la mejilla; y el calcar es más largo que el pie al colocar uno a lado del otro; *L. obscura* posee cuatro dientes superiores y cinco inferiores en cada lado de la mejillas; y el calcar más corto que el pie (Díaz et al., 2021; Wilson y Mittermeier, 2019). También *H. underwoodi* posee la particularidad de que la membrana alar se une al tobillo y no a los dedos o al pie como en el resto de las especies mencionadas (Timm et al., 1999; Reid 2009; York et al., 2019; Díaz et al., 2021).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El 20 de septiembre de 2021 a las 19:57 hr, registramos un individuo macho adulto de *H. underwoodi* (Figura 1 y 2). Las principales medidas somáticas obtenidas del individuo fueron: antebrazo, 30 mm; pata, 5 mm; calcaneo, 7 mm y peso, 7 g.

Figura 2.

Individuo macho adulto de H. underwoodi capturado y registrado en la Reserva Valle del Mamoní, Panamá.



Nota. A) Fotografía completa del ejemplar, B) Unión de la membrana alar a nivel del tobillo indicado en flecha roja. Foto: Nelson Guevara.

Actualmente se tiene el conocimiento que *H. underwoodi* en el Istmo de Panamá, se distribuye continuamente desde la provincia de Chiriquí hasta la zona del Canal de Panamá (Taylor y Tuttle, 2019) y de forma puntual en la provincia de Darién en la zona de Rancho Frío (Castillo et al., 2016). Por lo que este segundo reporte en la zona este de la República indica que: 1) a pesar de que la especie reportada es localmente poco abundante, debido a que prefiere habitar en zonas conservadas o poco impactadas (García-García y Santos-Moreno, 2013), es probable que se desplace a través de los parches boscosos de tipo primario

que se encuentran entre la zona del Canal de Panamá, la región de Chepo y la provincia de Darién; y 2) a pesar de que su distribución histórica más común menciona que abarca primordialmente la zona Oeste del Istmo, esta especie a ampliado su rango de distribución hacia la zona Este de Panamá, en dirección sur del Continente Americano, sustentado por el actual reporte y el de Castillo et al., (2016).

Sin embargo, la aparente distribución discontinua sin reportes entre la zona del Canal de Panamá, la Reserva Valle de Mamoní y la provincia de Darién, podría reflejar la falta de datos por captura sobre el murciélago de lengua larga de Underwood, debido a que este se encuentra en densidades bastante bajas (Turcios-Casco y Medina-Fitoria 2019), formando grupos de hasta solo 4 individuos por área, en zonas contiguas a bosques primarios y secundarios antiguos (Turcios-Casco y Medina-Fitoria, 2019; Wilson y Mittermeier, 2019). Además, se alimenta de flores de especies de familias como Melastomataceae y Urticaceae que se pueden encontrar en densidades bastante bajas y dispersas por los bosques tropicales (Castro-Luna y Sosa, 2009). También cabe destacar la falta de estudios sobre murciélagos en las zonas mencionadas.

Por otra parte, a pesar de lo mencionado sobre las preferencias de hábitat de *H. underwoodi*, este ha sido reportado en áreas altamente afectadas por la deforestación o urbanización, como la zona minera de Donoso, Provincia de Colón (Araúz, 2017). Por lo que, probablemente otras áreas perturbadas no han significado un problema para su desplazamiento, logrando establecer pequeños refugios en zonas de bosques secundario antiguo que cumplan con los requerimientos básicos para la especie.

Además, podemos especular que el o los individuos de *H. underwoodi* se desplazó en dirección Este, aproximadamente 70 km (en línea recta) entre los bosques del Canal de Panamá hasta el sitio denominado Cordillera de la Reserva Valle del Mamoní. Sin embargo, desconocemos si la captura del individuo ha sido un evento circunstancial del único ejemplar que habita la zona o si realmente las poblaciones de esta especie se han desplazado de forma continua hasta el lugar del registro y hacia la provincia de Darién, existiendo más de un individuo. Este reporte también puede ser indicativo de que ecológicamente en las áreas y parches boscosos de la vertiente del Caribe y cercanos a la ciudad de Panamá, probablemente

se han logrado regenerar y conservar con especies vegetales nativas de bosques tropicales perennifolios, en los cuales la especie encuentra alimento y refugio (Reid, 2009).

CONCLUSIONES

Como conclusión de este trabajo, se registra el primer individuo de *H. underwoodi* en la Reserva Valle del Mamón y el segundo en la región Este de Panamá, corroborando su ampliación en la distribución de la especie, la cual no se restringe únicamente la región Oeste de Panamá.

Podemos considerar que las diferentes áreas o parches boscosos cercanos a la ciudad de Panamá y principalmente en la vertiente del Caribe, funcionan como zonas de conservación especies, los cuales a su vez permiten la ampliación y libre distribución de estas.

El desarrollar más investigaciones sobre la estimación de la presencia de murciélagos en diversas zonas de Panamá, principalmente en áreas poco estudiadas de la zona Este, ayudará a ampliar el conocimiento sobre su distribución actual en la República de Panamá, principalmente de especies poco abundantes y restringidas a ciertos tipos de hábitat como *H. underwoodi*. Además, de determinar los patrones de movilidad y desplazamiento de murciélagos entre estas zonas, lo cual contribuirá a crear planes de manejo y protección para las especies y sus hábitats.

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Geoversity por el apoyo logístico para el desarrollo del proyecto. A John Hanson por el apoyo financiero y obtención de equipo para el estudio de los murciélagos de la reserva. A Luis Cedeño por la descripción de la flora del área de estudio y Astrid Lisondro por la elaboración de la Figura 1.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). (2010). Atlas ambiental de la República de Panamá. Primera versión, Gobierno de la República de Panamá. Panamá, Panamá. <https://www.sinia.gob.pa/index.php/atlas-ambientales>
- Araúz, J. (2017). Riqueza y abundancia de las especies de murciélagos de Donoso, Provincia de Colón, Panamá. *Revista Científica Tecnociencia*, 19:47-65. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/view/120>
- Araúz, J., Castillo, M. y Chavarría, A. (2020). Murciélagos asociados a los manglares en el Golfo de Chiriquí, Panamá. *Revista Científica Tecnociencia*, 22:69-85. <https://doi.org/10.48204/j.tecno.v22n2a4>
- Castillo, M.A., Chavarría, A. y Valoy, C. (2016). Diversidad y abundancia de murciélagos de los bosques primarios y zonas de amortiguamiento en el área de Rancho Frío, Parque Nacional Darién. Tesis de grado inédita. Universidad de Panamá.
- Castro-Luna, A. A. y Sosa, J. (2009). Consumption of *Conostegia xalapensis* fruits and seed dispersal of *Coussapoa oligocephala* by the nectarivorous bat *Hylonycteris underwoodi* Thomas, 1903 (Chiroptera: Phyllostomidae). *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 44:137-139. <https://doi.org/10.1080/01650520903184636>
- Díaz, M. M., Solari, S., Gregorin, R. y Aguirre, L. (2021). Clave de identificación de los murciélagos neotropicales. Publicación especial #4-PCMA (Programa de conservación de los murciélagos de Argentina). Tucumán, Argentina.
- Fleming, T. T., Davalos, L. M. y Mello, M. A. R. (2020). Phyllostomid bats a unique mammalian radiation. The University of Chicago Press. Chicago, EE.UU.
- García-García, J. I. y Santos-Moreno, A. (2013). Efectos de la estructura del paisaje y de la vegetación en la diversidad de murciélagos filostómidos (Chiroptera: Phyllostomidae) de Oaxaca, México. *Revista Biología Tropical*, 62:217-239. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44931382018>
- Knox, J. J. y Homan, J. A. (1974). *Hylonycteris underwoodi*. *Mammalian Species* 32:2.
- LaVal, R.K. y Rodríguez, B. (2002). Murciélagos de Costa Rica Bats. Instituto Nacional de Biodiversidad, INBio. Heredia, Costa Rica.
- León-Paniagua, L. y Romo-Vázquez, E. (1991). Catálogo de la colección de mamíferos del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma México. Serie Catálogos del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera". Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- Mora-Beltrán, C. y López-Arévalo, H. F. (2018). Interactions between bats and floral resources in a premontane forest, Valle del Cauca, Colombia. *Revista Theyra Note*, 9:129-136. <https://doi.org/10.12933/theyra-18-560>

- Reid, F. A. (2009). A field guide of the mammals of Central American & southeast Mexico. Oxford University Press. New York, EE.UU.
- Segura-Trujillo, C. A. y Navarro-Pérez, S. (2010). Escenario y problemática de conservación de los Murciélagos (Chiroptera) cavernícolas del Complejo Volcánico de Colima, Jalisco-Colima, México. *Revista Therya Note*, 1:189-206. <https://doi.org/10.12933/therya-10-23>
- Smithsonian Tropical Research Institute (STRI). (2022). *Hylonycteris underwoodi*, Thomas, 1903. Versión 2022. <https://panamabiota.org/stri/taxa/index.php?taxauthid=1&taxon=50110&clid=50>. Consultado el 10 de febrero 2022.
- Taylor, M. y Tuttle, N. (2019). Bats an illustrated guide to all species. Merlin D. Tuttle, Ivy Press. London, United Kingdom.
- Thompson, J. (2004). *Hylonycteris underwoodi*. En: Animal Diversity Web. Versión 2004. https://animaldiversity.org/accounts/Hylonycteris_underwoodi/. Consultado el 6 de febrero 2022.
- Timm, R. M., Laval, R. y Rodríguez-Herrera, B. (1999). Clave de campo para los murciélagos de Costa Rica. Departamento de Historia Natural, Museo Nacional de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Turcios-Casco, M. A. y Medina-Fitoria, A. (2019). Occurrence of *Hylonycteris underwoodi* (Chiroptera, Phyllostomidae) and *Thyroptera tricolor* (Chiroptera, Thyropteridae) in Honduras. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 54:69-72. <https://doi.org/10.1080/01650521.2018.1544205>
- Unesco. (2010). Biodiversidad y restauración de ecosistemas, Tipos de vegetación según la UNESCO, 2000. Pp. 47-51 en Atlas ambiental de la República de Panamá (ANAM, eds.) Primera versión, Gobierno de la República de Panamá. Panamá, Panamá.
- Wilson, D. E. y Mittermeier, R. A. (eds.). (2019). Handbook of the Mammals of the world volume 9. Lynx Edition. Barcelona, España.
- York, H. A., Rodríguez-Herrera, B., Laval, R., Timm, R. y Lindsay, K. E. (2019). Field keys to the bats of Costa Rica and Nicaragua. *Journal of Mammalogy*, 100:1726-1749. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyz150>

**ACEPTACIÓN DE CARNE DE POLLOS ALIMENTADOS CON EISENIA FETIDA
(OPISTHOPORA: LUMBRICIDAE): UN ESTUDIO DE MERCADO PRELIMINAR
EN DAVID, CHIRIQUÍ**

ACCEPTANCE OF MEAT FROM CHICKENS FED WITH EISENIA FETIDA
(OPISTHOPORA: LUMBRICIDAE): A PRELIMINARY MARKET STUDY IN DAVID,
CHIRIQUÍ

Johanna I. Sánchez

Universidad Tecnológica OTEIMA, Sede David. Panamá.

johanna.sanchez@oteima.ac.pa <https://orcid.org/0009-0008-4450-2092>

Richard Atencio V.

Universidad Tecnológica OTEIMA, Sede David. Panamá.

richard.atencio@oteima.ac.pa <https://orcid.org/0009-0000-8068-2280>

Rubén D. Collantes G.

Universidad Tecnológica OTEIMA, Sede David. Panamá.

rdcg31@hotmail.com <https://orcid.org/0000-0002-6094-5458>

Martín A. Caballero E.

Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá, Estación Experimental de Cerro Punta.
Panamá.

maxel797@hotmail.com <https://orcid.org/0000-0002-6124-0935>

*Autor de correspondencia: rdcg31@hotmail.com

Recepción: 7 de marzo de 2024

Aprobación: 31 de marzo de 2024

DOI <https://doi.org/10.48204/semillaeste.v4n2.5042>

RESUMEN

La demanda de carne de pollo es cubierta mediante sistemas productivos intensivos en confinamiento, altamente dependientes de alimentos concentrados, antibióticos y energía; siendo además emisores de contaminantes que agravan el cambio climático. Las aves son

tratadas prolongadamente con medicamentos, pudiendo afectar la salud de los consumidores. Existe en el mercado pollos producidos orgánicamente, una alternativa saludable, pero el precio de venta es elevado. Este trabajo tuvo por objetivo desarrollar un estudio de mercado sobre la aceptación de carne de pollo alimentado complementariamente con *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) (Opisthopora: Lumbricidae), especie ampliamente utilizada para la obtención de humus, siendo una alternativa proteínica sostenible. Para ello, se realizó un muestreo no probabilístico en David, Chiriquí, Panamá, escogiéndose al azar a 30 personas entre 18 y 70 años de edad, a quienes se les presentó una encuesta electrónica mediante formularios de Google, con ocho preguntas sobre hábitos de consumo y si adquirirían carne de pollo alimentado con *E. fetida*. De acuerdo con los resultados, la frecuencia de consumo predominante fue de tres veces por semana (53,3%). Por otro lado, el 86,7% ignora que haya residuos de antibióticos y el 56,7% desconoce sus riesgos para la salud. En cuanto al interés por adquirir carne de pollo más saludable, el 76,7% lo haría y 56,7% estaría dispuesto a pagar más por la misma. Referente a los beneficios para las aves por la ingesta de lombrices de tierra, el 53,3% desconoce sobre los mismos, pero el 66,7% consumiría carne de pollo alimentado con *E. fetida*. En cuanto al lugar de compra de carne de pollo alimentado con lombrices, el 50% preferiría adquirirla directamente del avicultor. En conclusión, la carne de pollo alimentado con *E. fetida* tiene potencial de mercado en David, porque las personas son más conscientes de cuidar su salud y contribuir con la sostenibilidad de los medios de vida.

Palabras clave: Chiriquí, Panamá, salud, sistemas productivos, sostenibilidad.

ABSTRACT

The demand for chicken meat is covered by intensive confinement production systems, highly dependent on concentrated feed, antibiotics and energy; They are also emitters of pollutants that aggravate climate change. Birds are treated for prolonged periods with medications, which can affect the health of consumers. There are organically produced chickens on the market, a healthy alternative, but the sales price is high. The objective of this work was to develop a market study on the acceptance of chicken meat supplementally fed with *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) (Opisthopora: Lumbricidae), a species widely used to obtain humus, being a sustainable protein alternative. To this end, a non-probabilistic sampling was carried out in David, Chiriquí, Panama, randomly choosing 30 people between

18 and 70 years old, who were presented with an electronic survey using Google forms, with eight questions about consumption habits and if they would purchase chicken meat fed with *E. fetida*. According to the results, the predominant frequency of consumption was three times a week (53.3%). On the other hand, 86.7% are unaware that there are antibiotic residues and 56.7% are unaware of their health risks. Regarding interest in purchasing healthier chicken meat, 76.7% would do so and 56.7% would be willing to pay more for it. Regarding the benefits for birds from ingesting earthworms, 53.3% do not know about them, but 66.7% would consume chicken meat fed with *E. fetida*. Regarding the place of purchase of worm-fed chicken meat, 50% would prefer to purchase it directly from the poultry farmer. In conclusion, chicken meat fed with *E. fetida* has market potential in David, because people are more aware of taking care of their health and contributing to the sustainability of livelihoods.

Keywords: Chiriquí, health, Panama, production systems, sustainability.

INTRODUCCIÓN

La avicultura es un rubro estratégico para la seguridad alimentaria y nutricional (SAN), de Panamá; dado que representa el 25% del Producto Interno Bruto (PIB) agropecuario del país, con un valor de USD 350 millones anuales, generando 10 mil empleos directos y 75 mil indirectos; además de que el consumo per cápita anual de productos avícolas se ha incrementado considerablemente (entre el año 2010 y el 2019), pasando de 73 a 91 libras de carne de pollo (33 a 41 kg) y de 10 a 14 docenas de huevos (CONEP, 2022).

Sin embargo, los sistemas de producción avícola intensivos en confinamiento, empleados para atender la demanda de carne de pollo, requieren de alimento concentrado (obtenido mediante la agricultura convencional dependiente de productos químicos sintéticos, generadores de gases de efecto invernadero [GEI]), medicamentos (antibióticos), gasto energético (en función de la producción de interés), además de producir cantidades cuantiosas de gallinaza que se acumulan y que, si no son tratadas apropiadamente, pueden ocasionar problemas de contaminación ambiental e inclusive agravar el calentamiento global (Ravindran y Mnkeni, 2016b; Casas y Guerra, 2020; Hernández, 2020; Ortiz, 2021).

Por otro lado, desarrollar sistemas productivos de aves y otros animales que integren la crianza de lombriz roja californiana, *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) (Opisthopora:

Lumbricidae), ofrecería ventajas como: i) Reducción de costos de alimentación de animales (hasta más de un 40%); ii) Mejora del rendimiento en peso de carne; iii) Obtención de productos con valor agregado como el humus de lombriz; iv) Reducción de contaminantes presentes en la gallinaza, mediante el enriquecimiento de la misma con carbono para una proporción C/N de 40 y tratamiento con termo compostaje y vermi compostaje (Vargas et al., 2000; Salazar-Murillo et al., 2023; Ravindran y Mnkeni, 2016a, b).

Sumado a todo lo anterior, hay personas cada vez más conscientes de la importancia de consumir alimentos saludables y de contribuir con la sostenibilidad de los agroecosistemas productivos; lo cual implica economía circular, apoyo a pequeños productores, reducción de desperdicios en el ambiente, explorar alternativas alimenticias, entre otros (Collantes et al., 2022; Pércsi et al., 2024). En la medida en que se implemente sistemas productivos de mayor eficiencia energética (por reducción de consumo o utilización de fuentes renovables), también se contribuiría con el desarrollo sostenible; sin embargo, esto dependerá fundamentalmente de la capacidad de empoderamiento y adaptación de las tecnologías disponibles, así como el fortalecimiento del talento humano (Caballero y Collantes, 2022).

El presente trabajo tuvo por objetivo desarrollar un estudio de mercado sobre la aceptación de carne de pollo alimentado complementariamente con *E. fetida*; porque además de ser una especie que puede ser cultivada para la obtención de humus, bajo determinadas condiciones podría ser una alternativa proteica sostenible en la dieta de pollos (Ballesteros, 2021).

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación preliminar es de naturaleza descriptiva y exploratoria. Se desarrolló en el distrito de David, provincia de Chiriquí, Panamá. Se realizó un muestreo no probabilístico tipo bola de nieve, escogiéndose al azar a 30 consumidores (19 mujeres y 11 hombres), entre 18 y 70 años de edad; a quienes, luego de aceptar participar voluntariamente, se les presentó una encuesta electrónica mediante la aplicación formularios de Google, con las siguientes ocho preguntas:

1. ¿Con qué frecuencia consume carne de pollo en su hogar?
2. ¿Sabe si la carne de pollo que consume tiene residuos de antibióticos?
3. ¿Conoce usted el riesgo que representa para la salud humana el consumo de carne de pollo con residuos de antibióticos?

4. ¿Estaría interesado en adquirir carne de pollo más saludable?
5. ¿Estaría dispuesto a pagar más por carne de pollo saludable?
6. ¿Conoce usted el aporte nutricional que brinda a los pollos consumir lombrices?
7. ¿Estaría dispuesto a consumir carne de pollo alimentado con lombrices de tierra?
8. ¿Dónde quisiera adquirir dicho producto?

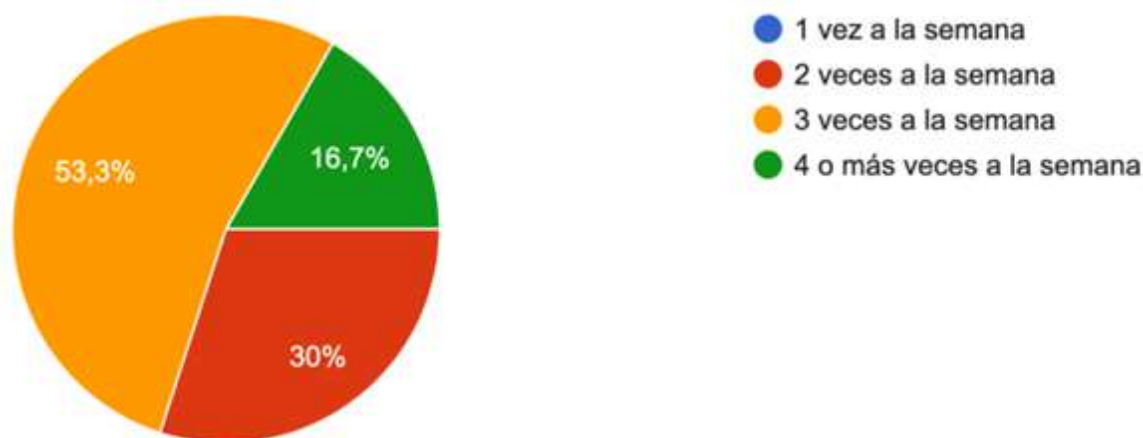
Los datos fueron compilados y analizados con ayuda de formularios de Google, para la posterior generación de gráficos de estadística descriptiva.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados, en cuanto a los hábitos, el 53,3% consume pollo tres veces por semana, 30% lo hace dos veces y 16,7% cuatro o más (Figura 1). Esto guardaría relación con el incremento de la producción de pollo cercano al 8% en el 2021, además de que es la fuente de alimento cárnico más consumida en Panamá (Gutiérrez, 2021).

Figura 1.

Frecuencia de consumo de carne de pollo por semana (n = 30)



Respecto a los residuos de antibióticos en la carne de pollo, el 86,7% ignora que estos se encuentren presentes y 56,7% desconoce los riesgos para la salud que representan dichas sustancias; lo cual resulta preocupante, dado que los Límites Máximos de Residuos (LMR) de medicamentos de uso veterinario establecidos por el *Codex Alimentarius* deberían ser vigilados, para garantizar a los consumidores productos seguros y que no induzcan resistencia a antibióticos por parte de microorganismos patógenos (Acevedo et al., 2015).

En lo referido a poder adquirir carne de pollo más saludable, el 76,7% estaría interesado (Figura 2), pero el 56,7% pagaría más por esta y 40% tal vez lo haría. Por otro lado, el 53,3% ignora los beneficios que las aves obtendrían al consumir *E. fetida*, el 66,7% consumiría carne de pollo alimentado con estos organismos y el 50% preferiría adquirirla directamente del avicultor, aunque el 43,3% preferiría conseguirlos en el supermercado (Figura 3). También se debe fomentar la alimentación saludable (González et al., 2018), así como fortalecer la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en el país, a fin de poder alinearse con los 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS), propuestos por Naciones Unidas (2025).

Figura 2.

Interés en adquirir carne de pollo más saludable (n = 30)

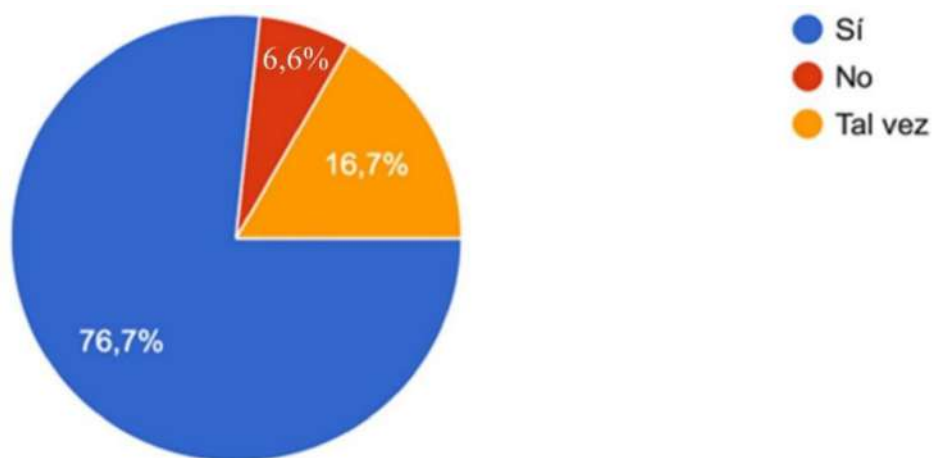
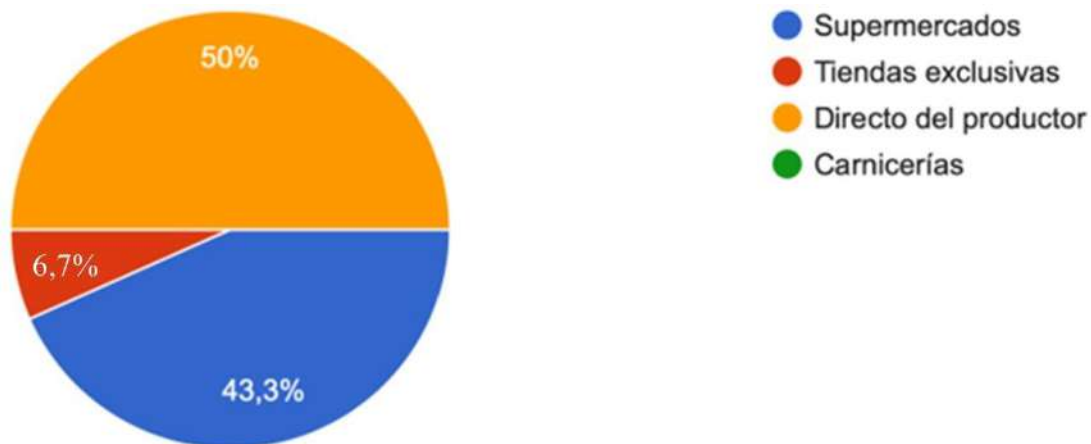


Figura 3.

Lugar donde preferiría comprar la carne de pollo alimentado con E. fetida (n = 30)



CONCLUSIONES

De la presente investigación exploratoria preliminar se concluye que, la carne de pollo alimentado con *Eisenia fetida* tiene potencial de mercado en David, Chiriquí, por lo que debe ser tomada en consideración para estudios futuros de mayor complejidad; dado que las personas son cada vez más conscientes de la importancia de preservar y mejorar la salud. Además, estos emprendimientos pueden contribuir con la sostenibilidad de los medios de vida; sin embargo, aún existen algunas barreras culturales que persisten como retos por superar para poder diversificar la oferta gastronómica nacional.

Si bien se han desarrollado investigaciones en otras latitudes, este trabajo es pionero en Panamá y se requieren políticas de Estado comprometidas con la SAN, dando continuidad a iniciativas en beneficio del país, fortaleciendo I+D+i, ampliando conocimientos sobre los aportes nutricionales de las lombrices en la dieta de las aves, estudios de rendimiento y calidad de la carne de pollo obtenida con esta y otras alternativas, por mencionar algunos.

AGRADECIMIENTOS

A las personas que respondieron la encuesta. Johanna Sánchez y Richard Atencio agradecen a la Universidad Tecnológica OTEIMA, en especial al Doctor Rubén D. Collantes G., Docente Investigador de esta institución, por su asesoramiento y apoyo en este estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo, D., Montero, P. y Jaimes, J. (2015). Determinación de Antibióticos y Calidad Microbiológica de la Carne de Pollo Comercializada en Cartagena (Colombia). *Información Tecnológica*, 26(1), 71-76. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642015000100008>

Ballesteros, L. (2021). Efecto de la sustitución parcial del alimento balanceado en pollos de engorde alimentados con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en el Municipio de Cúcuta, Norte de Santander. [Tesis de grado]. Universidad de Pamplona, Colombia. Recuperado de: http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/6207/1/Albarrac%C3%ADn_2020_TG.pdf

- Caballero, M. y Collantes, R. (2022). Energías renovables: alternativas para el sector agropecuario en Panamá. *Revista Semilla Del Este*, 3(1), 43-65. Recuperado de: https://revistas.up.ac.pa/index.php/semilla_este/article/view/3201
- Casas, S. y Guerra, L. (2020). La gallinaza, efecto en el medio ambiente y posibilidades de reutilización. *Revista de Producción Animal*, 32(3). Recuperado de: <http://scielo.sld.cu/pdf/rpa/v32n3/2224-7920-rpa-32-03-87.pdf>
- Collantes, R., Jerkovic, M., Atencio, R., Hernández, P. y Vaña, M. (2022). Percepción de la entomofagia como alternativa alimenticia saludable en Panamá. *Revista Peruana de Ciencias de la Salud*, 4(3), 14-20. <https://doi.org/10.37711/rpcs.2022.4.3.384>
- CONEP (Consejo Nacional de la Empresa Privada, Panamá). (2022). La Producción Nacional Avícola, Amenazada por el Control de Precios: Un Sector de Importancia Estratégica para el País. *Boletín Informativo CONEP*, 1(2). Recuperado de: <https://www.conep.org.pa/wp-content/uploads/2023/07/BOLETIN-INFORMATIVO-2-LA-PRODUCCION-AVICOLA-AMENAZADA-POR-EL-CONTROL-DE-PRECIOS.pdf>
- González, E., González, D., Caballero, E., Fontes, F., Montenegro, G., Castillo, F. y Botacio, M. (2018). *Guía básica para la oferta de alimentos saludables en kioscos y cafeterías de centros educativos*. Ministerio de Salud, Panamá. Recuperado de: https://nutricionistaspanama.com/wp-content/uploads/publicaciones/Guia_Basica_para_la_oferta_de_alimentos_Saludables_en_Kioscos_y_Cafeterias_de_Centros_Educativos_2018.pdf
- Gutiérrez, M. (2021). *En Panamá, la producción de pollo ha tenido un crecimiento de 8% este 2021*. aviNews.com. Recuperado de: <https://avinews.com/panama-produccion-de-pollo-crecimiento-8-2021/>
- Hernández, M. (2020). *Ahorro de energía en avicultura*. Veterinaria Digital. Recuperado de: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/ahorro-de-energia-en-avicultura/>
- Naciones Unidas. (2025). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Ortiz, L. (2021). *Impacto de la gestión de la inocuidad en la industria avícola en Colombia bajo el enfoque One Health y su relación con la prevención de la transgresión de los límites planetarios en 6 sistemas productivos: agricultura familiar, orgánica, convencional de baja, media y alta intensidad y de pastoreo*. [Tesis de Maestría]. Universidad para la Cooperación Internacional, Costa Rica. Recuperado de: <https://www.ucipfg.com/biblioteca/files/original/b47b25de1ae2ce1d623d137b91d39e42.pdf>
- Pércsi, K. N., Ujj, A., Essoussi, W., Kis, G. G. y Jancsovszka, P. (2024). Food Consumption Habits of Hungarian Organic Food Consumers and Their Policy Implications. *Agriculture*, 14(1), 91. <http://dx.doi.org/10.3390/agriculture14010091>

- Ravindran, B. y Mnkeni, P. N. S. (2016a). Bio-optimization of the carbon-to-nitrogen ratio for efficient vermicomposting of chicken manure and waste paper using *Eisenia fetida*. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(17).
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-016-6873-0>
- Ravindran, B. y Mnkeni, P. N. S. (2016b). Identification and fate of antibiotic residue degradation during composting and vermicomposting of chicken manure. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 14, 263-270.
<https://doi.org/10.1007/s13762-016-1131-z>
- Salazar-Murillo, L., Chacón-Villalobos, A. y Herrera-Muñoz, J. (2023). Crecimiento, eficiencia y composición de tilapia (*Oreochromis aureus*) alimentada con lombriz roja (*Eisenia fetida*). *Nutrición Animal Tropical*, 17(1), 1-35.
<https://doi.org/10.15517/nat.v17i1.54085>
- Vargas, S., García, A., Palma, H. y Librado, M. (2000). *Integración de la lombricultura en la producción de aves de traspatio en Puebla, México*. [Conferencia]. IV Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE). Recuperado de:
<https://fci.uib.es/Servicios/libros/conferencias/seae/Integracion-de-la-lombricultura-en-la-produccion.cid221661>

**ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE
MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS Y VARIABLES FISICOQUÍMICAS
EN LA QUEBRADA LA CUCALINA DE PAMPLONITA-COLOMBIA**

ANALYSIS OF WATER QUALITY USING BENTONIC MACROINVERTEBRATES
AND PHYSICOCHEMICAL VARIABLES IN THE LA CUCALINA STREAM OF
PAMPLONITA-COLOMBIA

Fabian J. Mora M.

Universidad de Pamplona, Facultad de ciencias Básicas. Colombia.

fabianmora2016@gmail.com <https://orcid.org/0009-0003-2809-6614>

Lizeth E. Bolívar B.

Universidad de Pamplona, Facultad de ciencias Básicas. Colombia.

lizeth.bolivar@unipamplona.edu.co <https://orcid.org/0009-0003-2809-6614>

Rafael M. Cobos H.

Universidad de Pamplona, Facultad de ciencias Básicas. Colombia.

cobosmauricio90@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-7574-5168>

*Autor de correspondencia: fabianmora2016@gmail.com

Recepción: 8 de marzo de 2024

Aprobación: 4 de abril de 2024

DOI <https://doi.org/10.48204/semillaeste.v4n2.5043>

RESUMEN

Los macroinvertebrados bentónicos son organismos perceptibles a la vista, sedentarios en todo cuerpo de agua, con tolerancia y sensibilidad a perturbaciones externas como la minería. Es por ello que el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la minería carbonífera legal sobre la calidad del agua de la quebrada La Cucalina, mediante la asociación de los macroinvertebrados bentónicos con parámetros fisicoquímicos en el municipio de Pamplonita, Norte de Santander, Colombia. Estableciendo en temporada seca tres estaciones el 7 y 14 de febrero, así como el 21 de marzo de 2023, denominadas aguas

arriba (AG-AR), lixiviado (LIX) y aguas abajo (AG-AB). Durante este periodo, se recolectaron macroinvertebrados utilizando red surber y se registraron datos fisicoquímicos *in situ* mediante un multiparámetro. Las variables analizadas *ex situ* fueron posteriormente evaluadas en el laboratorio de la Universidad de Pamplona. Como resultado, se obtuvo un total de 706 especímenes distribuidos en cuatro órdenes, ocho familias y nueve géneros, determinando para AG-AR calidad aceptable de contaminación según el método BMWP/Col encontrando el total de ocho familias y relacionándose con la alcalinidad. LIX registró, por su parte, aguas con criterio dudoso de contaminación y la presencia de cinco familias, relacionándose con turbidez, conductividad eléctrica y color. Por último, AG-AB presentó contaminación crítica relacionándose con la demanda química de oxígeno, sulfatos, sólidos totales y dureza. En conclusión, el caudal influye en la distribución y transporte de sustancias químicas de actividades mineras, provocando por dilución contaminante cambios de composición y estructura en la comunidad de macroinvertebrados.

Palabras clave: Actividad minera, bioindicador, contaminación, diversidad, lixiviado

ABSTRACT

Benthic macroinvertebrates are organisms visible to the eye, sedentary in any body of water, with tolerance and sensitivity to external disturbances such as mining. That is why the objective of the research was to evaluate the effect of legal coal mining on the water quality of the La Cucalina stream, through the association of benthic macroinvertebrates with physicochemical parameters in the municipality of Pamplonita, Norte de Santander, Colombia. Establishing three seasons in the dry season on February 7 and 14, as well as March 21, 2023, called Upstream (AG-AR), Leachate (LIX) and Downstream (AG-AB). During this period, macroinvertebrates were collected using net surber and physicochemical data were recorded *in situ* using a multiparameter. The variables analyzed *ex situ* were subsequently evaluated in the laboratory of the University of Pamplona. As a result, a total of 706 specimens distributed in four orders, eight families and nine genera were obtained, determining acceptable contamination quality for AG-AR according to the BMWP/Col method, finding a total of eight families and relating it to alkalinity. LIX, for its part, recorded waters with doubtful contamination criteria and the presence of five families, relating to turbidity, electrical conductivity and color. Finally, AG-AB presented critical contamination related to the chemical demand of oxygen, sulfates, total solids and hardness. In conclusion,

the flow influences the distribution and transport of chemical substances from mining activities, causing changes in composition and structure in the macroinvertebrate community through contaminant dilution.

Keywords: Mining activity, bioindicator, pollution, diversity, leachate.

INTRODUCCIÓN

La distribución hídrica sobre el planeta comprende gran extensión, en la cual su aproximado es de 1.386 millones de Km³ en aguas, atribuyéndose a menor proporción las aguas dulces superficiales. Colombia, por su parte, es considerado uno de los países sobresalientes en riqueza hídrica (Ramírez, 2021), en donde los últimos años es catalogado como país atractivo en inversiones mineras, posicionándose en el puesto 29 a nivel mundial y segundo en América Latina (Yunis, 2022).

No obstante, con el paso del tiempo, Colombia se enfrenta a desafíos significativos en términos de contaminación medioambiental, particularmente en cuerpos de agua que sirven como destino final para desechos mineros. Este problema, resalta indirectamente el considerable ingreso económico derivado de la exploración y explotación de yacimientos minerales, atribuido al potencial geológico del país (Pérez et al., 2019). Es así, en donde se intensifican actualmente investigaciones en Colombia relacionadas con la entomofauna acuática asociado a perturbaciones mineras, por ejemplo el “Efecto de la minería en macroinvertebrados acuáticos de la ciénaga plaza seca, Atrato, Chocó” (Aguilar et al., 2022).

En este contexto, las familias de macroinvertebrados en los ecosistemas acuáticos de agua dulces desempeñan un papel fundamental, permitiendo el seguimiento temporal de perturbaciones antrópicas, debido a su naturaleza sedentaria (Terneus et al., 2018). Específicamente, se destaca la importancia de las familias Perlidae del orden Plecoptera, Oligoneuridae y Leptophlebiidae del orden Tricoptera, así como Calopterygidae del orden Odonata, las cuales son sensibles a la contaminación orgánica y tienden a habitar en aguas alcalinamente moderadas, limpias y bien oxigenadas (Silva, 2023). En contraste, según lo señalado por Vázquez-Ramos et al. (2014), las familias Calamoceratidae e Hydropsychidae del orden Tricoptera destacan por su habilidad para adaptarse a cambios en el entorno, incluyendo factores de pH, turbidez y demanda química de oxígeno, además de su amplia distribución en Colombia. Al igual que ocurre con Baetidae del orden Ephemeroptera (Salinas et al., 2019).

Por lo tanto, los parámetros fisicoquímicos son esenciales en las evaluaciones acuáticas con macroinvertebrados, ya que ofrecen información directa y valiosa sobre las condiciones ambientales del ecosistema acuático, permitiendo a su vez detectar desviaciones o variaciones que podrían incidir en la distribución y diversidad de las comunidades de macroinvertebrados.

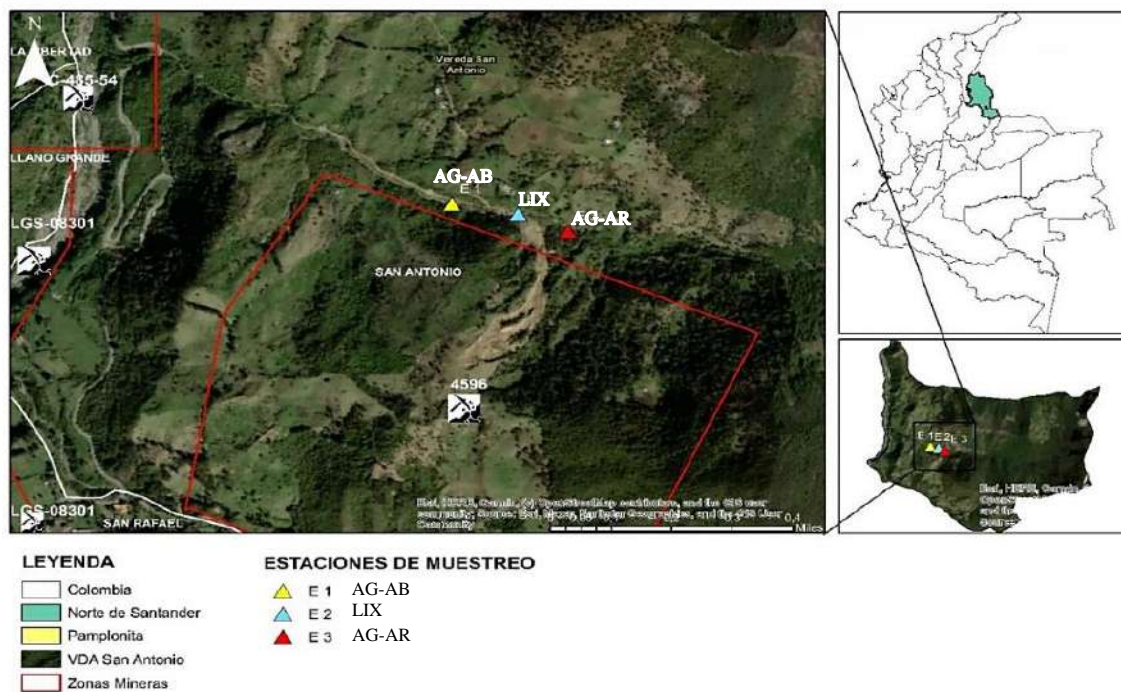
Hasta la fecha, el departamento de Norte de Santander no cuenta con registros de entomofauna acuática en respuesta a contaminaciones mineras. Por lo tanto, el objetivo principal de esta investigación fue evaluar el efecto de la minería de carbón sobre la calidad del agua de la quebrada La Cucalina mediante la asociación de macroinvertebrados con parámetros fisicoquímicos, en el municipio de Pamplonita, Norte de Santander, Colombia. Permitiendo la presente investigación contribuir al enriquecimiento y al mantenimiento de la salud del ambiente acuático en el departamento de Norte de Santander y en el país en general.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue realizada en tres estaciones de la quebrada La Cucalina, ubicada en la vereda San Antonio del municipio de Pamplonita, Colombia (Figura 1): a 150 m aguas arriba del lixiviado minero; AG-AR con coordenadas 07°27'43.8"N 072°37'25.3"W, a 10 m abajo del lixiviado minero; LIX con coordenadas 07°27'45.5"N 072°37'29.6"W y a 150 metros aguas abajo del lixiviado minero; AG-AB con coordenadas de 07°27'46.5"N 072°37'35.3"W.

Figura 1.

Estaciones de muestreo en la quebrada La Cucalina de la vereda San Antonio en el municipio de Pamplonita del departamento Norte de Santander, Colombia.



La investigación se estableció en temporada seca, los días 7 y 14 de febrero, así como el 21 de marzo del 2023. Con un esfuerzo de campo triplicado por estación, obteniendo 27 réplicas en total y 675 minutos durante día de muestreo. Se colectaron macroinvertebrados bentónicos, utilizando como instrumento principal la red surber durante 15 minutos en contra del flujo de cuerpo de agua y realizando una turbidez sobre sustratos de vegetación y rocas. Luego, con el uso de un colador, fueron descartados los residuos orgánicos e inorgánicos, conservando el sedimento en bolsas Ziploc y añadiendo 1/3 partes de solución Pampel (Macías, 2021) en las que finalmente fueron transportadas al Laboratorio de Entomología de la Universidad de Pamplona.

La identificación, se llevó a cabo en un estereoscopio Stemi DV4 de luz blanca, utilizando oculares de 25x y 10x. Se emplearon guías taxonómicas internacionales, como la guía de macroinvertebrados de la provincia de Orellana (Pérez et al., 2016), y guías nacionales e ilustrativas del departamento de Antioquia (Pérez, 1988), identificando los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera, Tricoptera y Odonata hasta taxón de género y se almacenaron en

frascos plásticos conteniendo alcohol al 75%, en el Laboratorio de la Universidad de Pamplona.

Por otra parte, el caudal se midió utilizando el método del flotador en las tres estaciones, donde se tomó el área y se registró el tiempo que una pelota flotante tardaba en recorrer una distancia de 10 metros, utilizando unidades de segundos (s). Se realizaron mediciones *in situ*, de parámetros fisicoquímicos como temperatura ($^{\circ}\text{C}$), pH, conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), salinidad (PPM) y total de sólidos disueltos (PPM) utilizando un multiparámetro 5 en 1 modelo 9909-SP. Además, se tomaron muestras duplicadas en contracorriente, de manera compuestas por bentos, necton y fase intermedia, para medir parámetros fisicoquímicos *ex situ* del cuerpo de agua. Estas muestras, se recolectaron sobre envases plásticos de un litro previamente esterilizados para el análisis de dureza, alcalinidad, cloruros, fósforo, nitritos, nitrógeno amoniacal, sulfato, hierro, sólidos totales y suspendidos totales.

De manera similar, para medir la demanda biológica de oxígeno (DBO) y la demanda química de oxígeno (DQO), se recolectaron muestras en envases de vidrio. A la muestra destinada para la DQO, se añadió 1 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) al 97 % de concentración. Posteriormente, los envases fueron transportados al laboratorio de control y calidad de la Universidad de Pamplona, donde se llevaron a cabo los análisis correspondientes.

Análisis de datos

Se registró el número de especies por estación y la sumatoria total de individuos, con el fin de evaluar la representatividad del muestreo por medio de curvas de completitud basadas en rarefacción empleando el estimador propuesto por Chao y Jost en programa online iNext (Hsieh et al., 2016). También, se usaron los números de Hill para análisis de diversidad alfa en el que la diversidad de orden cero (${}^0\text{D}$) representó riqueza de géneros con la unidad de especies efectivas. La diversidad de orden uno (${}^1\text{D}$) tomando en cuenta las especies más comunes o, en otras palabras, los géneros abundantes de la investigación y la diversidad de orden dos (${}^2\text{D}$) representando el inverso Simpson, como los géneros abundantes de cada estación.

Por otra parte, se diseñó la gráfica Rango-abundancia con base en el logaritmo 10, en el que se visualiza la distribución de los géneros en cuanto a riqueza y abundancia de las estaciones. También, se implementó el índice biótico de calidad de agua BMWP/Col a cada estación, asignando puntajes de contaminación (Roldán, 2016) previamente establecidos, de

uno o cercano a este valor para familias tolerantes y de 10 o cercano para las familias sensibles identificadas.

Finalmente, en el programa estadístico multivariable Past V 4.08 se realizó análisis de correlación canónica (ACC) y análisis clúster de similitud Bray-Curtis, en el que el primer análisis tomó las variables fisicoquímicas correlacionándose con los macroinvertebrados, y el segundo análisis correspondiente al porcentaje de similitud entre los géneros compartidos con un Bootstrap de 10.000 registrando el total porcentual de los géneros compartido entre las estaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio reveló una menor diversidad de morfotipos de macroinvertebrados bentónicos, en comparación con otros realizados en el departamento de Norte de Santander. Esto contrasta con investigaciones anteriores en la región, como el estudio llevado a cabo por Rojas (2018) en el municipio de Bochalema. Sin embargo, tales cauces naturales no fueron analizados por influencia proveniente de actividades mineras.

Durante la colecta, se obtuvo un total de 706 individuos de los cuatro órdenes estudiados: Ephemeroptera, Tricoptera, Plecoptera y Odonata, distribuidos en ocho familias y nueve géneros. En el orden Ephemeroptera, se registraron 243 individuos en la estación AG-AR, 12 individuos en la estación LIX y 15 individuos en la estación AG-AB, sumando un total de 270 individuos representados en tres familias y tres géneros. Plecoptera presentó 243 individuos en la estación AG-AR, 9 individuos en la estación LIX y 3 individuos en la estación AG-AB, alcanzando un total de 255 individuos representados en un género con su respectiva familia. Por otro lado, Tricoptera mostró 128 individuos en la estación AG-AR, 33 en la estación LIX y 4 individuos en la estación AG-AB, totalizando 165 individuos representados en tres familias y tres géneros. En contraste, el orden Odonata no presentó individuos en las estaciones AG-AB y LIX; sin embargo, se registró un total de 16 individuos en la estación AG-AR, distribuidos en dos familias y dos géneros

En cuanto a la abundancia de los órdenes, Ephemeroptera destacó con el 38%, seguido por Plecoptera con el 36.12%, Tricoptera con el 23.38%, y finalmente Odonata con el 2.27%. En lo que respecta a las familias, Baetidae fue la más abundante, representando el 36.83% del total, seguida de Perlidae con el 36.12%, Hydropsychidae con el 19.97%,

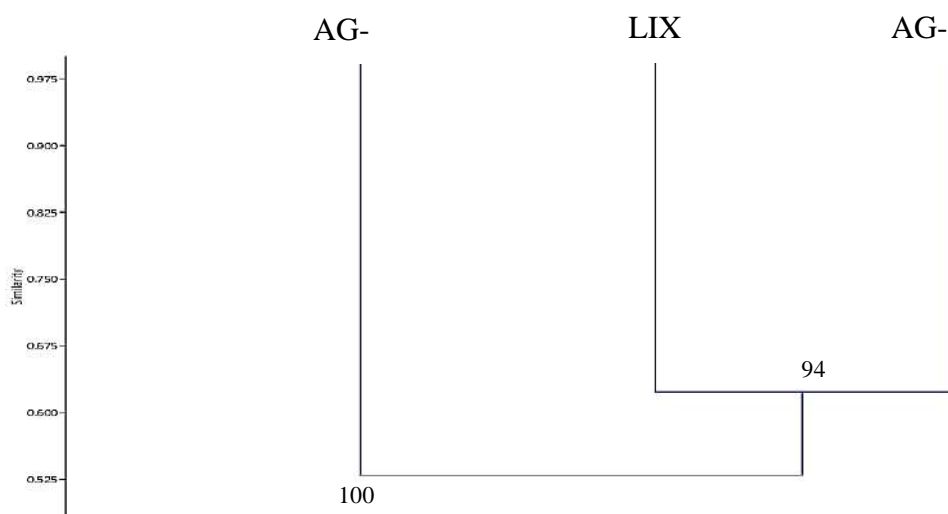
Calamoceratidae con el 3.40%, Libellulidae con el 1.42%, Calopterygidae y Leptophlebiidae con el 0.85% cada una, y finalmente, Oligoneuriidae con el 0.56%

Índice de similitud Bray curtis

El análisis de similitud de Bray Curtis (Figura 2) reveló un coeficiente de correlación cofenética de 0.9932/1, indicando un alto grado de ajuste en las relaciones de similitud de datos. Se observaron dos grupos claramente diferenciados: el primero, con un 53 % de similitud en el total de géneros encontrados, con un Bootstrap de 100; y el segundo grupo, con un 62% de similitud en los géneros compartidos entre las estaciones LIX y AG-AB, con un Bootstrap de 94.

Figura 2.

Dendrograma de clasificación para los macroinvertebrados basado en el Índice de similitud Bray Curtis en las estaciones de muestreo en la quebrada La Cucalina.



* Aguas arriba del lixiviado minero; AG-AR, lixiviado minero; LIX, aguas abajo del lixiviado minero; AG-AB.

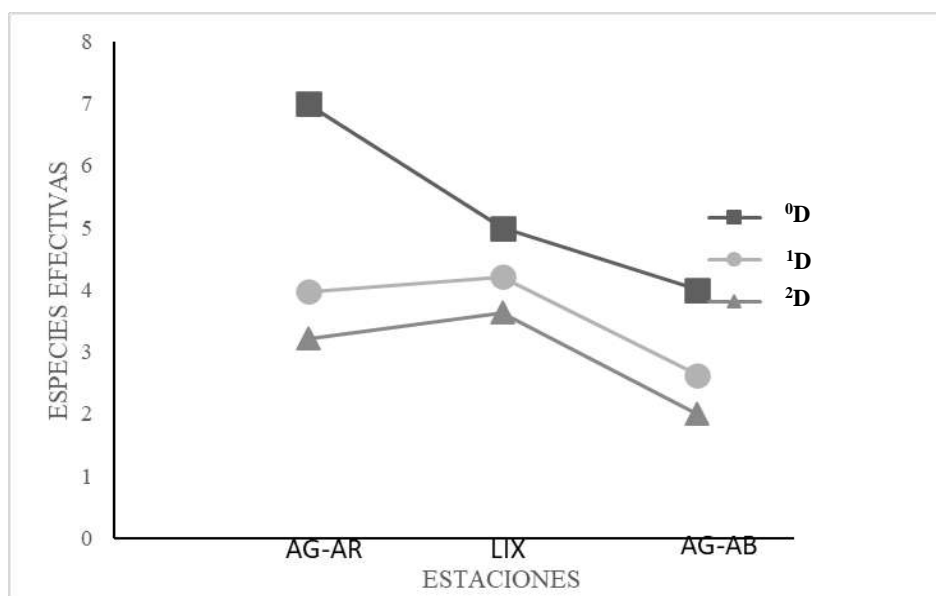
Perfiles de diversidad y grafica rango-abundancia

El impacto de la minería en la quebrada La Cucalina se evidenció mediante un análisis basado en los perfiles de diversidad (Figura 3), los cuales revelaron notables diferencias de riqueza ($^{\circ}D$), abundancia (1D) y dominancia (2D) de géneros en las estaciones. De manera destacable, la figura rango abundancia (Figura 4) exhibió una marcada disminución

progresiva en la presencia de géneros en las estaciones LIX y AG-AB, las cuales estuvieron afectadas por actividades mineras. Estos resultados corroboran descubrimientos previos, como los de Aguilar y sus colaboradores, quienes evaluaron el efecto de la minería sobre la diversidad de macroinvertebrados acuáticos en la ciénaga Plaza Seca, Atrato, Chocó (2022).

Figura 3.

Perfiles de diversidad alfa de Ephemeroptera, Plecoptera, Tricoptera y Odonata en estaciones de muestreo de la quebrada La Cucalina.



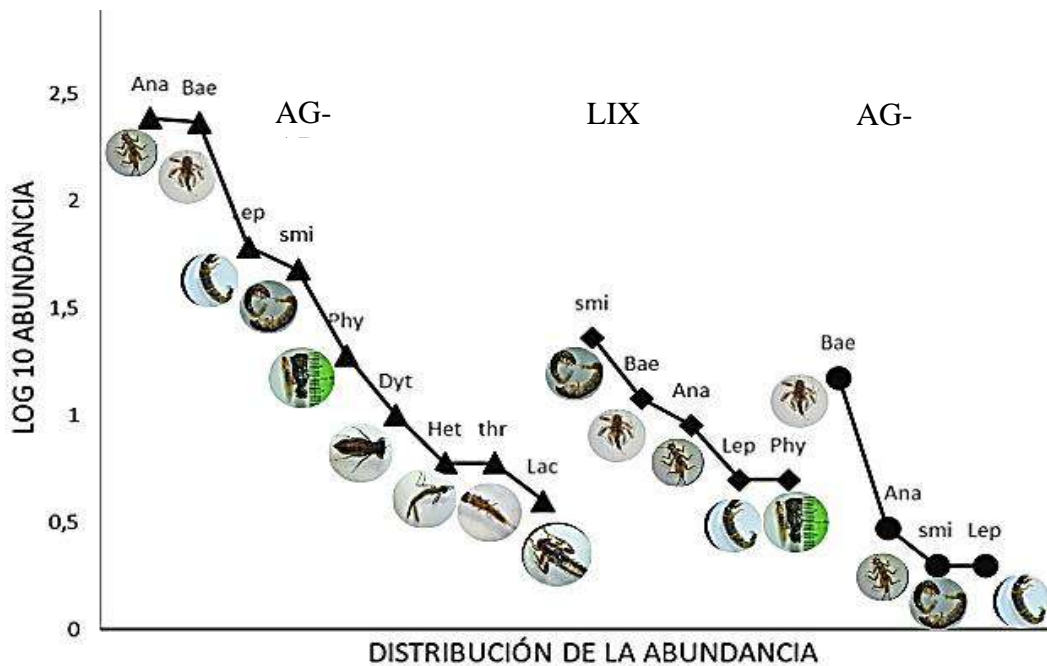
* Aguas arriba del lixiviado minero; AG-AR, lixiviado minero; LIX, Aguas abajo del lixiviado minero; AG-AB. Diversidad de orden cero (0D); diversidad de orden uno (1D), diversidad de orden dos (2D).

Los perfiles de diversidad de orden cero (0D), correspondiente a riqueza, mostraron que en la estación AG-AR se registraron 7 especies efectivas, seguida por LIX con 5 especies efectivas, y finalmente AG-AB con 4 especies efectivas. En cuanto a la diversidad de orden uno (1D), relacionada con la abundancia, se observó que la estación LIX presentó el mayor número de especies abundantes, con 4.21 especies efectivas, seguida por AG-AR con 3.97 especies efectivas, y finalmente AG-AB con 2.63 especies efectivas. Por último, en relación con la diversidad de orden dos (2D), que indica la dominancia, se evidenció que la estación LIX exhibió la mayor dominancia con 3.62 especies efectivas, seguida por la estación AG-AR con 3.21 especies efectivas dominantes, y finalmente AG-AB con 2 especies efectivas.

Además, la gráfica de Rango-abundancia (Figura 4) reveló una amplia distribución de los géneros en cada una de las estaciones, junto con sus niveles de dominancia. En particular, se observó que Anacroneuria, perteneciente a la familia Perlidae, fue el género más abundante en AG-AR, junto con Baetodes de la familia Baetidae. Por otro lado, en la estación LIX, directamente afectada por actividades mineras, Smicridea de la familia Hydropsychidae fue el género predominante, lo que sugiere una notable tolerancia por parte de esta familia a las condiciones ambientales adversas.

Figura 4.

Curva de distribución rango-abundancia en las diferentes estaciones de la quebrada La Cucalina.



* Aguas arriba del lixiviado minero = AG-AR, lixiviado minero = LIX, aguas abajo del lixiviado minero = AG-AB. Plecoptera:Perlidae:Anacroneuria (**Ana**), Ephemeroptera:Baetidae:Baetodes (**Bae**), Ephemeroptera:Leptophebiidae:Thraulodes (**Tha**), Ephemeroptera, Oligoneuriidae:Lachlania (**Lac**) Tricoptera, Hidropsychidae:Leptonema (**Lep**) Tricoptera: Hidropsychidae:Smicridea (**Smi**), Tricoptera: Calamoceratidae:Phylloicus (**Phy**), Odonata:Libellulidae:Dythemis (**Dyt**), Odonata: Calopterygidae:Hetarina (**Het**).

Índice Biological Monitoring Working Party Colombia (BMWP/Col)

Con respecto al índice BMWP/Col, en la estación AG-AR se identificó ocho familias con puntaje total de 64, determinando aguas ligeramente contaminadas con calidad aceptable. Para la estación LIX se identificó cinco familias con puntaje total de 32, determinando aguas moderadamente contaminadas, con calidad dudosa. Finalmente, para la estación AG-AB se identificó cuatro familias con puntaje total de 27, determinando que son aguas muy contaminadas con calidad crítica de contaminación.

Tabla 1.

Puntajes del BMWP/Col para cada estación de muestreo en la quebrada La Cucalina.

ESTACIÓN	PUNTAJE	CALIDAD	SIGNIFICADO	COLOR
AG-AR	64	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
LIX	32	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
AG-AB	27	Crítica	Aguas muy contaminadas	Naranja

* Aguas arriba del lixiviado minero = AG-AR, lixiviado minero = LIX, Aguas abajo del lixiviado minero = AG-AB.

Análisis de Correspondencia Canónica (ACC)

El análisis de correspondencia canónica (Figura 5) explicó un 81.32 % la relación de las variables fisicoquímicas con la incidencia de géneros encontrados en el estudio. En la estación de referencia AG-AR, se observó un caudal bajo de 0.67 l/s, asociado con géneros como *Anacroneuria*, *Lachania*, *Thraulodes*, *Hetarina*, *Leptonema* y *Baetodes*, con una tendencia neutral hacia las variables fisicoquímicas, aunque mostrando leve conexión con la alcalinidad. No obstante, se reafirma la investigación de Alberruche et al. (2014), en la que

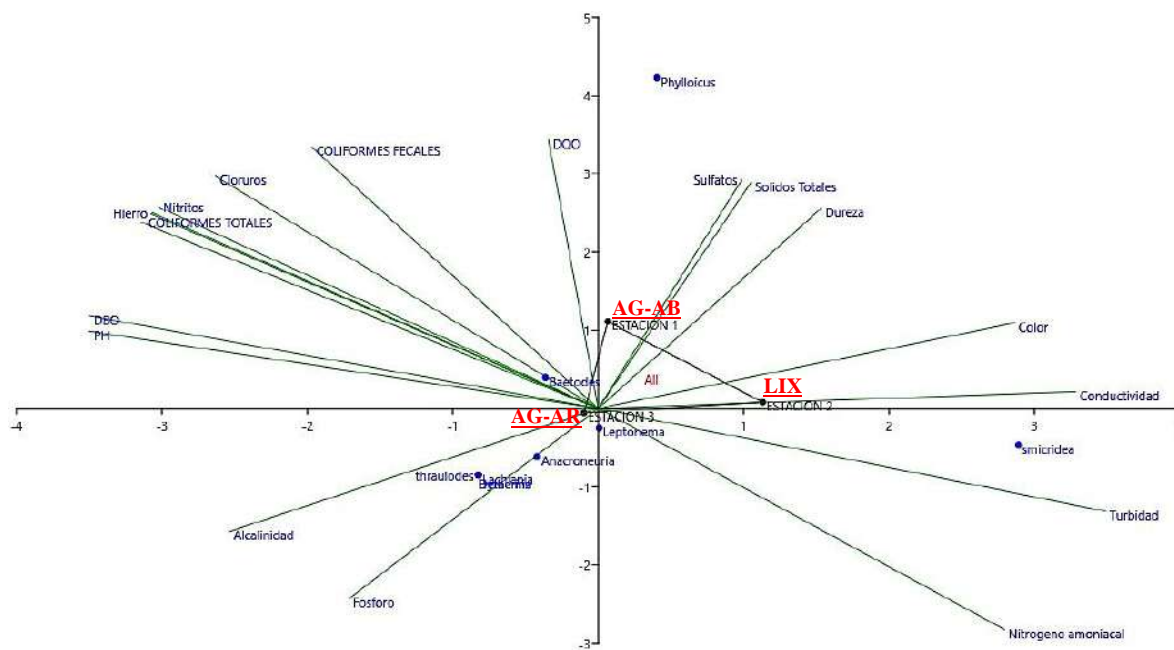
destacó baja concentración de sulfatos en el curso de agua no afectado por la actividad minera.

Por otro lado, la estación LIX arrojó un caudal de 2.32 l/s, mostrando afinidad con el género *Smicridea* y grados de alteraciones importantes en parámetros de turbidez y acidificación. Producto de actividades antrópicas, que promueven la erosión de rocas, aumentando el color y la conductividad eléctrica del cuerpo de agua.

Finalmente, en la estación AG-AB, de acuerdo con el estudio de Fernández y Kulich (2017), se evidencia que a medida que la quebrada avanza por su curso, la calidad del agua disminuye debido a la carga contaminante que recibe, lo que se refleja en un aumento de variables como la demanda química de oxígeno (DQO), los sulfatos (Alberruche et al., 2014), los sólidos totales y la dureza. En esta estación, con un caudal de 1.63 l/s, se observó una afinidad poco significativa con el género *Phylloicus*.

Figura 5.

Análisis de correspondencia canónica (ACC) en las estaciones de muestreo, de la quebrada La Cucalina de Pamplonita, Norte de Santander, Colombia.



Lo mencionado anteriormente, respalda el requerimiento de la comunidad de macroinvertebrados, en el momento de evaluar los niveles contaminantes de los sistemas

loticos y lenticos. Considerándose, la entomofauna acuática en asociación a parámetros fisicoquímicos, estrategias claves para la ejecución de un análisis detallado de salubridad en los ecosistemas acuáticos.

CONCLUSIONES

Los hallazgos de este estudio destacan la influencia del caudal en la distribución y transporte de sustancias químicas y materiales contaminantes derivados de actividades mineras, afectando directamente en la composición y estructura de la comunidad de macroinvertebrados, determinando la entomofauna acuática en asociación con parámetros fisicoquímicos, estrategia clave para llevar a cabo análisis detallados de la salubridad en los ecosistemas acuáticos intervenidos.

La identificación de variables fisicoquímicas como turbidez, conductividad eléctrica y color, se relaciona estrechamente con el origen de la contaminación, explicando el aumento y acumulación aguas abajo (AG-AB) de la demanda química de oxígeno, sulfato, sólidos totales y dureza. Sin embargo, los resultados de esta investigación confirman que las operaciones mineras asociadas directamente con la quebrada La Cucalina, cumplen con protocolos de gestión adecuados en cuanto a la calidad de sus lixiviados, de acuerdo con la legislación colombiana, específicamente el artículo 11 de la resolución 0883 del 2018, que establece los valores fisicoquímicos máximos y mínimos permitidos.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Pamplona, especialmente al Laboratorio de Entomología, por brindar acceso a espacios e instrumentos físicos. Además, extendemos nuestro agradecimiento y reconocimiento al Grupo de Investigación en Ecología y Biogeografía (GIEB) de la Universidad de Pamplona, así como al docente Dilan Vergara Comas y Liliana Rojas Contreras, por compartir conocimientos claves para la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar-Baldosea, W., López-Ramírez, I. C., y Murillo, L. R. (2022). Efecto de la minería en macroinvertebrados acuáticos de la ciénaga plaza seca, Atrato, Chocó. *Revista Politécnica*, 18(35), 9–23.
<https://www.redalyc.org/journal/6078/607870799001/607870799001.pdf>

- Alberruche del Campo, E., Rodríguez Gómez, V., Vadillo Fernández, L., Herrero Barrero, T., y Lacal Guzmán, M. (2014). Impacto ambiental de la minería del carbón en ecosistemas acuáticos. CSIC - Instituto Geológico y Minero de España (IGME). <https://digital.csic.es/handle/10261/273530>
- Fernández, L. S. Q., y Kulich, E. I. (2017). Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo, Ecuador. 3. <http://scielo.sld.cu/pdf/riha/v38n3/riha04317.pdf>
- Hsieh, T. C., Ma, K. H., y Chao, A. (2016). iNEXT: An R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 7(12), 1451–1456. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>
- Macías Díaz, D. D. (2021). Relación entre los usos de suelo y la diversidad de macroinvertebrados acuáticos en el Estero El Barro de La microcuenca Baja del Río Quevedo [tesis de pregrado] *Universidad Técnica Estatal de Quevedo* <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6602>
- Pérez, A., Salazar, N., Aguirre, F., Font, M., Zamora, E., Córdova, A., y Acosta, K. (2016). Guía de macroinvertebrados bentónicos de la provincia de Orellana. Ecuador.(1ra ed.). Associació Catalana d'Enginyeria Sense Fronteres. <https://esf-cat.org/wp-content/uploads/2017/02/Guia-de-Macroinvertebrados-Bentonicos-de-la-provincia-de-Orellana-ESF-Baja-Calidad.pdf.pdf>
- Pérez, C. R., Yepes, C. A. Z., Escobar, J., y Molina, M. (2019). La jurisprudencia constitucional colombiana sobre ordenamiento territorial, participación ciudadana y su impacto en la actividad minera. *Revista de derecho*, 51, 90–110. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-86972019000100090&script=sci_arttext
- Ramírez, C. A. S. (2021). Calidad del agua: Evaluación y diagnóstico. Ediciones de la U. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=2fAYEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA33&dq=Ram%C3%ADrez,+C.+A.+S.+\(2021\).+Calidad+del+agua:+evaluaci%C3%B3n+y+diagn%C3%B3stico.+Ediciones+de+la+U&ots=ceVSNp3N7n&sig=sec2JmUE6fd4v63hnKUGgYAOfo](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=2fAYEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA33&dq=Ram%C3%ADrez,+C.+A.+S.+(2021).+Calidad+del+agua:+evaluaci%C3%B3n+y+diagn%C3%B3stico.+Ediciones+de+la+U&ots=ceVSNp3N7n&sig=sec2JmUE6fd4v63hnKUGgYAOfo)
- Rojas Fuentes, J. E. (2018). Diversidad de insectos acuáticos (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera Y Odonata) asociados a parámetros fisicoquímicos como evaluación de la calidad del agua del municipio De Bochalema, Norte De Santander, Colombia [tesis de pregrado] *Universidad de Pamplona*. <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/699>
- Roldán-Pérez, G. (1988). Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Fondo para la Protección del Medio Ambiente" José Celestino Mutis" <https://ianas.org/wp-content/uploads/2020/07/wbp13.pdf>
- Roldán-Pérez, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40(155), 254-274. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0370-39082016000200007&script=sci_arttext

- Salinas, L., Villegas-A, P., & Román-Valencia, C. (2019). Composición y taxonomía de la familia Baetidae (Insecta: Ephemeroptera) para la cuenca del río La vieja, Alto Cauca, Colombia. *Revista de Investigaciones Universidad del Quindío*, 31(1), 15–25. <https://doi.org/10.33975/riuq.vol31n1.274>
- Silva, M. (2023). Informe muestreo de macroinvertebrados bentónicos humedales río queule Noviembre 2023, Chile. https://gefhumedales.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2023/05/Informe-MIB-Queule-Primavera-2023_VF.pdf
- Terneus-Jácome, E., & Yáñez, P. (2018). Principios fundamentales en torno a la calidad del agua, el uso de bioindicadores acuáticos y la restauración ecológica fluvial en Ecuador. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 27(1), 36–50. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-85962018000100036
- Vázquez-Ramos, J. M., Guevara-Cardona, G., & Reinoso-Flórez, G. (2014). Factores ambientales asociados con la preferencia de hábitat de larvas de tricópteros en cuencas con bosque seco tropical (Tolima, Colombia). *Revista de Biología Tropical*, 62, 21. <https://doi.org/10.15517/rbt.v62i0.15776>
- Yunis, J., y Aliakbari, E. (2021). Fraser Institute Annual Survey of Mining Companies 2020. Fraser Institute. <https://www.fraserinstitute.org/sites/default/files/annual-survey-of-mining-companies-2021.pdf>

**DEGUSTACIÓN DE SPHENARIUM PURPURASCENS (ORTHOPTERA:
ACRIDIDAE) Y COMADIA REDTENBACHERI (LEPIDOPTERA: COSSIDAE)
POR PANAMEÑOS EN CHAPINGO – TEXCOCO, MÉXICO**

TASTING OF SPHENARIUM PURPURASCENS (ORTHOPTERA: ACRIDIDAE) AND
COMADIA REDTENBACHERI (LEPIDOPTERA: COSSIDAE) BY PANAMANIAN IN
CHAPINGO – TEXCOCO, MEXICO

Rubén D. Collantes G.

Universidad Tecnológica OTEIMA, Sede David. Panamá.

rdcg31@hotmail.com <https://orcid.org/0000-0002-6094-5458>

Aris Acosta

Universidad Tecnológica OTEIMA, Facultad de Ciencias Agroambientales,

Sede David. Panamá.

esc.agropecuaria@oteima.ac.pa <https://orcid.org/0000-0002-4986-565X>

Maricsa Jerkovic

Universidad Tecnológica OTEIMA, Facultad de Ciencias Empresariales,

Sede David. Panamá.

maricsa.jerkovic@oteima.ac.pa <https://orcid.org/0000-0003-0982-9088>

*Autor de correspondencia: rdcg31@hotmail.com

Recepción: 9 de marzo de 2024

Aprobación: 27 de marzo de 2024

DOI <https://doi.org/10.48204/semillaeste.v4n2.5044>

RESUMEN

La entomofagia es un componente cultural en países biodiversos como México. Los insectos son ricos en proteína y otros nutrientes, siendo considerados una alternativa alimenticia saludable; sin embargo, esta oferta gastronómica no es común en Panamá. Una delegación panameña de 18 personas (estudiantes, docentes y profesionales), visitó Chapingo – Texcoco,

por lo que pudieron degustar dos especies insectiles: el chapulín *Sphenarium purpurascens* Charpentier, 1845 (Orthoptera: Acrididae) y larvas de chinicuil *Comadia redtenbacheri* (Lepidoptera: Cossidae). El objetivo del estudio fue conocer la percepción de estas personas tras degustar insectos. Mediante formularios de Google, se les presentó una encuesta electrónica con tres preguntas, de las cuales se obtuvo como resultados: el 56% no había consumido insectos anteriormente, 34% prefirió el chinicuil, 22% el chapulín, 11% no gustó de ninguno y el 50% volvería a comer insectos. En conclusión, la entomofagia puede ser aceptada por personas instruidas a nivel superior en Panamá.

Palabras clave: Chapulín, chinicuil, entomofagia, oferta gastronómica, proteína.

ABSTRACT

Entomophagy is a cultural component in biodiverse countries like Mexico. Insects are rich in protein and other nutrients, being considered a healthy food alternative; However, this gastronomic offer is not common in Panama. A Panamanian delegation of 18 people (students, professors and professionals) visited Chapingo – Texcoco, so they were able to taste two species of insects: *Sphenarium purpurascens* Charpentier, 1845 (Orthoptera: Acrididae), known as chapulín, and larvae of *Comadia redtenbacheri* (Lepidoptera: Cossidae), locally called chinicuil. The aim of the study was to know the perception of these people after tasting insects. Using Google forms, an electronic survey was presented with three questions, of which the answers were that: 56% had not consumed insects before, 34% preferred chinicuil, 22% preferred grasshopper, 11% did not like any of them and 50% would eat insects again. In conclusion, entomophagy can be accepted by people with higher education in Panama.

Keywords: Chapulín, chinicuil, entomophagy, gastronomic offer, protein.

INTRODUCCIÓN

La entomofagia es una alternativa alimenticia que forma parte de la cultura ancestral en algunos países como Brasil (Costa Neto y Ramos-Elorduy, 2006), Perú (Rivera y Carbonell, 2020) y México (Halloran y Vantomme, 2013). En años recientes, los insectos han ganado relevancia como fuente de alimento sostenible, lo cual contribuiría a superar desafíos globales importantes relacionados con la seguridad alimentaria y nutricional (SAN) y la

protección del ambiente (Li, 2023); aspectos que son debidamente cubiertos mediante los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), propuestos por Naciones Unidas (2024).

Si bien esta alternativa alimenticia brinda aportes nutricionales importantes (proteína y nutrientes esenciales) y genera un menor impacto ambiental comparado con los sistemas de producción pecuaria convencionales que producen emisiones de gases efecto invernadero (GEI) como el metano (CH₄) y un menor consumo hídrico (Halloran y Vantomme, 2013); en occidente aún hay resistencia a la idea de consumir insectos, lo cual es un obstáculo importante para la promoción de este tipo de alimento (Ocampo, 2020).

En Panamá, la entomofagia no forma parte de la cultura gastronómica, por lo que se han desarrollado estudios que aportan conocimiento sobre la materia; encontrándose especies insectiles con potencial para su aprovechamiento futuro, así como la posibilidad de que las personas incluyan en su dieta el consumo de insectos, con una presentación y preparación apropiadas (Collantes et al., 2022; Atencio-Valdespino et al., 2023; Collantes et al., 2023).

En septiembre de 2023, una delegación de estudiantes y docentes de la Universidad Tecnológica OTEIMA (UTO), se capacitó en la Universidad Autónoma Chapingo (Cano, 2023). Estas personas tuvieron la oportunidad de degustar insectos, por lo que el objetivo del estudio fue conocer la percepción de los panameños tras haber comido estos organismos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación es de naturaleza descriptiva y exploratoria. A los 18 panameños (ocho mujeres y 10 hombres), que conformaron la delegación de estudiantes, docentes y profesionales de UTO en Chapingo – Texcoco, México, se les ofreció dos especies de insectos a degustar: el popular chapulín *Sphenarium purpurascens* Charpentier, 1845 (Orthoptera: Acrididae) y larvas de chinicuil *Comadia redtenbacheri* (Lepidoptera: Cossidae) (Figura 1). Mediante una encuesta electrónica elaborada con la aplicación formularios de Google, compartida vía WhatsApp, similar a lo realizado previamente por Collantes et al. (2022), se les hizo tres preguntas a los participantes: ¿Ha consumido insectos anteriormente? ¿Cuál insecto le gustó más? ¿Volvería a comer insectos? Los datos obtenidos fueron registrados y graficados con ayuda del programa Microsoft Excel.

Figura 1.

Panameños degustando insectos en Chapingo: A) Chapulines; B) Chinicuiles; C) Prueba.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según los resultados, el 56% de los encuestados no ha consumido insectos previamente y 11% afirmó haberlo hecho (Figura 2). Sobre la especie de insecto preferida, al 34% le gustó el chinicuil, 22% el chapulín y 11% no gustó de ninguno (Figura 3). Respecto a si volvería a comer insectos, 50% dijo que sí, 11% respondió que tal vez y 6% dijo que no (Figura 4). Vale mencionar que seis de los encuestados (33%), no respondieron la encuesta. Estos resultados difieren de lo encontrado en Panamá por Collantes et al. (2022), dado que en el citado estudio ($n = 100$), el 75% de los encuestados no habían consumido insectos previamente y el 25% considerarían incluirlos en su dieta de manera regular.

Figura 2.

¿Ha consumido insectos anteriormente? (n = 18)

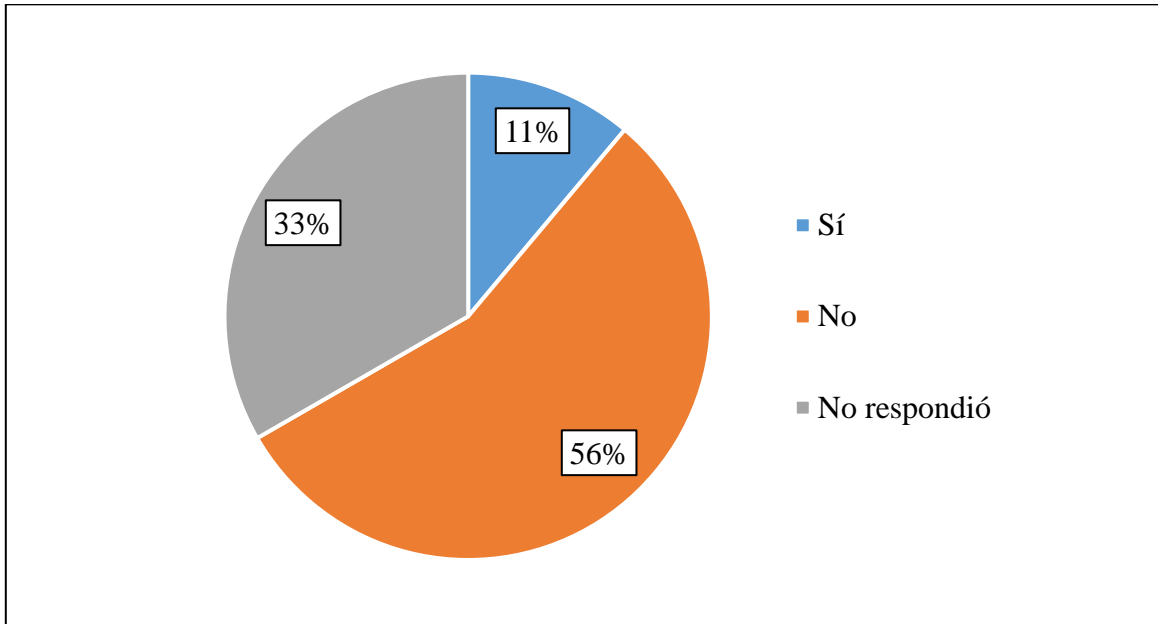


Figura 3.

¿Cuál insecto le gustó más? (n = 18)

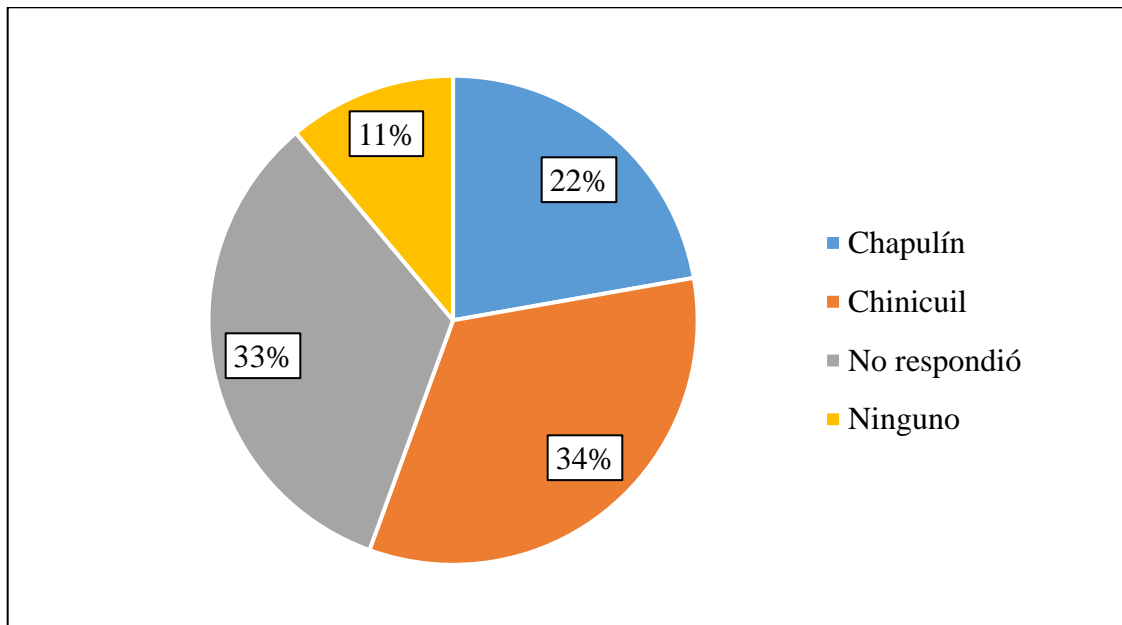
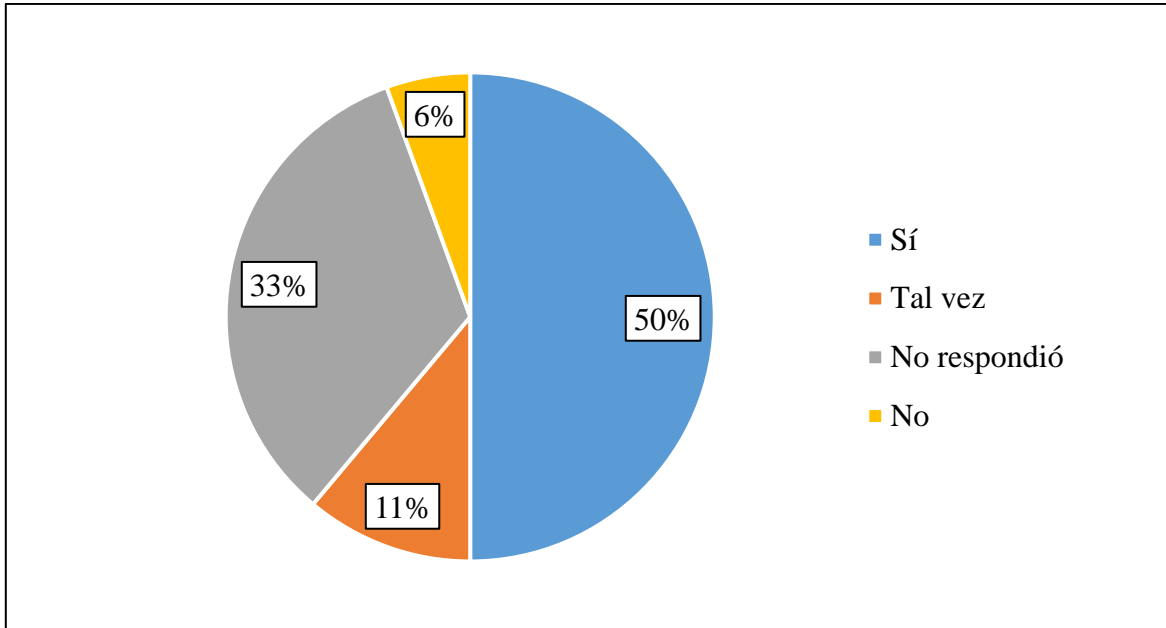


Figura 4.

¿Volvería a consumir insectos? (n = 18)



Aún persisten barreras culturales que costará vencer mediante investigación, desarrollo e innovación (I+D+i); considerando aspectos como ventaja relativa de la entomofagia frente a otras ofertas alimenticias, la compatibilidad (muchas personas consumen crustáceos), la baja complejidad (un alimento fácil de preparar es más consumido), capacidad de prueba y observación (McDade y Collins, 2019). Esto permite comprender por qué México cuenta con una oferta gastronómica diversificada en insectos, escorpiones y otros (Figura 5).

Figura 5.

Artrópodos comestibles frecuentemente encontrados en Texcoco (Fotos: T. Rescendiz).



Se han desarrollado estudios más en detalle sobre el contenido de péptidos bioactivos en *Atta mexicana* (Smith, 1858) (Hymenoptera: Formicidae), los cuales tienen potencial para la elaboración de alimentos funcionales (Soto, 2022); así como las proteínas e hidrolizados enzimáticos antioxidantes de *S. purpurascens*, los cuales ayudarían a inhibir la acción de radicales libres y así prevenir padecimientos crónicos degenerativos (Rodea, 2022).

Según T. Rescendiz, las culturas ancestrales consumían insectos por la disponibilidad limitada de fuentes proteicas, dependiendo principalmente de la caza y la pesca; obligando a estas personas a optimizar el uso de los recursos naturales, pues en algunos ambientes es difícil criar animales domésticos aparte de los guajolotes (pavos), mientras que los insectos pueden adaptarse a diversas condiciones (comunicación personal, 08 de marzo de 2024).

CONCLUSIONES

Del presente trabajo se concluye que, la entomofagia tendría potencial de aceptación en Panamá, por parte de personas con un nivel de instrucción superior (estudiantes, docentes y jóvenes profesionales), que puedan comprender sin sesgos los beneficios nutracéuticos de esta alternativa alimenticia.

Los hallazgos de estudio preliminar suponen la necesidad futura de ampliar una investigación a mayor detalle y profundidad, dado que los segmentos de la población más urgidos en mejorar la ingesta de proteína y otros nutrientes presentes en los insectos, ignoran estos beneficios.

Es meritorio que dichas iniciativas sean debidamente diferenciadas y cuenten con estrategias diversificadas. Para ello, deben existir políticas de Estado genuinamente comprometidas con el fortalecimiento de I+D+i para lograrlo, acompañado de campañas de promoción apropiadas para su potencial incorporación en la oferta gastronómica nacional.

AGRADECIMIENTOS

A Tonathiu “Tona” Rescendiz Gutiérrez, Universidad Autónoma Chapingo, por todo el apoyo brindado para realizar el presente estudio. A los participantes por su colaboración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atencio-Valdespino, R., Collantes-González, R., Caballero-Espinosa, M., Hernández-Aparcedo, P. y Vaña-Herrera, M. (2023). Impacto de los insectos en la seguridad alimentaria en Panamá. *Ciencia Agropecuaria*, (36), 139-165. Recuperado de: <http://200.46.165.126/index.php/ciencia-agropecuaria/article/view/609>
- Cano, F. (2023). *Delegación de la Universidad Tecnológica Oteima realizan una gira académica con estudiantes y docentes de Agropecuaria a la Universidad Autónoma de Chapingo en México*. Universidad Tecnológica OTEIMA. Recuperado de: <https://www.oteima.ac.pa/2023/09/delegacion-de-la-universidad-tecnologica-oteima-realizan-una-gira-academica-con-estudiantes-y-docentes-de-agropecuaria-a-la-universidad-autonoma-de-chapingo-en-mexic/>
- Collantes, R., Jerkovic, M., Atencio, R., Hernández, P. y Vaña, M. (2022). Percepción de la entomofagia como alternativa alimenticia saludable en Panamá. *Revista Peruana de Ciencias de la Salud*, 4(3), 14-20. <https://doi.org/10.37711/rpcs.2022.4.3.384>
- Collantes, R., Samaniego, J., Santos-Murgas, A., Atencio-Valdespino, R. y Jerkovic, M. (2023). Comparativo morfométrico entre adultos de *Taeniopoda varipennis* Rehn, 1905 (Orthoptera: Romaleidae) en Chiriquí, Panamá. *Aporte Santiaguino*, 16(2), 127-137. <http://dx.doi.org/10.32911/as.2023.v16.n2.1049>
- Costa Neto, E. y Ramos-Elorduy, J. (2006). Los insectos comestibles de Brasil: etnicidad, diversidad e importancia en la alimentación. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, (38), 423-442. Recuperado de: <http://sea-entomologia.org/PDF/GeneralInsectorum/GE-0062.pdf>
- Halloran, A. y Vantomme, P. (2013). *La contribución de los insectos a la seguridad alimentaria, los medios de vida y el medio ambiente*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - Roma, Italia. Recuperado de: <https://www.fao.org/3/i3264s/i3264s00.pdf>
- Li, T. (2023). Exploring Entomophagy: Nutritional, Environmental, and Sociocultural Dimensions of Insect Consumption. *Highlights in Science, Engineering and Technology*, 73, 371-377. <https://doi.org/10.54097/hset.v73i.13104>
- McDade, H. y Collins, M. (2019). How Might We Overcome ‘Western’ Resistance to Eating Insects? *IntechOpen*. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.88245>
- Naciones Unidas. (2024). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Ocampo, J. (2020). Percepciones sobre el consumo de insectos como sustituto de las fuentes de proteínas tradicionales en los consumidores hispanohablantes. *Revista*

Kavilando, 12(2), 413-428. Recuperado de:
<https://kavilando.org/revista/index.php/kavilando/issue/archive>

Rivera, J. y Carbonell, F. (2020). Los insectos comestibles del Perú: Biodiversidad y perspectivas de la entomofagia en el contexto peruano. *Ciencia & Desarrollo*, (27), 5-36. <https://doi.org/10.33326/26176033.2020.27.995>

Rodea, E. (2022). Propiedades funcionales de proteínas de chapulín (*Sphenarium purpurascens*) y actividad antioxidante de sus hidrolizados enzimáticos. [Tesis de Maestría]. Universidad Autónoma Chapingo, México. Recuperado de:
<https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/4ee62577-3d50-4de7-a32d-80035725089a/content>

Soto, D. (2022). Actividad biológica de péptidos obtenidos a partir de proteína de hormiga chicatana (*Atta mexicana*). [Tesis de Maestría]. Universidad Autónoma Chapingo, México. Recuperado de:
<https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/4e006620-2445-44e3-822f-c880a633c1e8/content>



**RESPUESTA DEL MAÍZ A LA APLICACIÓN DE DIFERENTES DOSIS DE
NITRÓGENO EN ROTACIÓN CON KUDZÚ *Pueraria phaseoloides*, BAJO DOS
TIPOS DE LABRANZA.**

RESPONSE OF CORN TO THE APPLICATION OF DIFFERENT DOSES OF
NITROGEN IN ROTATION WITH KUDZÚ *Pueraria phaseoloides*, UNDER TWO
TYPES OF TILLAGE.

Edgar Alexis Polo Ledezma

Universidad de Panamá, Departamento de Zootecnia. Panamá
epolo61@hotmail.com <https://orcid.org/0000-0002-1246-2355>

Sebastián Urieta

Universidad de Panamá, Departamento de Zootecnia. Panamá
suv208@hotmail.com <https://orcid.org/0000-0001-8949-5414>

Yaliska Moreno

Universidad de Panamá, Departamento de Zootecnia. Panamá.
yaliska.moreno@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0001-6643-7713>

Recepción: 20 de febrero de 2024

Aprobación: 20 de marzo de 2024

DOI <https://doi.org/10.48204/semillaeste.v4n2.5045>

RESUMEN

Se realizó un experimento para evaluar la respuesta del maíz a cinco dosis de nitrógeno (0, 50, 100, 150 y 200 kg/ha) en forma de urea, bajo el sistema de siembra en rotación con la leguminosa Kudzú (*Pueraria phaseoloides*), en dos tipos de labranzas. Se utilizó el diseño experimental de parcelas subdivididas (labranza * dosis de nitrógeno). En la parcela principal se evaluaron las labranzas (conservación y convencional) y en las subparcelas las dosis de nitrógeno. Las parcelas estaban arregladas en bloques completos al azar con tres repeticiones. En las parcelas con labranza de conservación la leguminosa y algunas malezas presentes se cortaron y dejaron sobre la parcela; mientras que en las parcelas con labranza

convencional, se cortó toda la parte vegetativa de la planta de kudzú y se incorporó en el suelo, con tres pases de monocultivador. Se encontró respuesta altamente significativa para el rendimiento de maíz, por el rendimiento de maíz, por el efecto residual de kudzu. Los rendimientos de maíz en las parcelas donde se utilizó el kudzu como cobertura fueron de 4.6 ton/ha; mientras que en las parcelas donde se incorporó el kudzu solo hubo 3.6 ton/ha. La respuesta en rendimiento del maíz a la aplicación de nitrógeno también resultó altamente significativa, para los niveles 0, 50, 100, 150 y 200 kg de N/ha respectivamente. El rendimiento promedio de maíz disminuyó cuando se paso del nivel 150 a 200 kg de N/ha.

Palabras clave: Maíz, dosis de nitrógeno, Kudzú, *Pueraria phaseoloides*, tipos de labranzas.

ABSTRACT

An experiment was conducted to evaluate the response of maize to five nitrogen rates (0, 50, 100, 150 and 200 kg / ha) as urea, under the system of planting in rotation with the legume kudzu (*Pueraria phaseoloides*) two types of crops. We used the split-plot experimental design (tillage * dose of nitrogen). Main plots were evaluated tillage (conservation and conventional) and subplots doses of nitrogen. The plots were arranged in randomized complete block with three replications. In the plots with legume conservation tillage and some weeds present were cut and left on the field, while in conventional tillage plots, cut all the vegetative part of the kudzu plant and sat on the floor, with three monocultivador passes. We found highly significant response to the performance of maize, corn yield, for the residual effect of kudzu. Maize yields in plots where kudzu was used as cover were 4.6 t / ha, while in plots where kudzú was incorporated there were only 3.6 t / ha. The corn yield response to nitrogen application resulted also highly significant for levels 0, 50, 100, 150 and 200 kg N / ha respectively. The average yield of maize decreased with passage from the 150 to 200 kg N / ha.

Keywords: Corn, nitrogen dose, Kudzú, *Pueraria phaseoloides*, types of crops.

INTRODUCCIÓN

El principal problema de los agroecosistemas que se establecen en el trópico, en sustitución de los ecosistemas naturales, es la violenta reducción en la productividad de sus cultivos,

razón por la cual, en la agricultura migratoria los campos son abandonados. El fenómeno es atribuido a la disminución gradual de la fertilidad del suelo y el rápido incremento en la población de malezas, insectos fitófagos y enfermedades. La estrategia de control de estos factores se basa en el uso de los fertilizantes y pesticidas, pero resulta costosa, peligrosa (por la contaminación ambiental y de los alimentos) y sobre todo, ineficiente (García et al, 1994).

Cuando se utilizan las leguminosas como cobertura muerta o abono verde, son capaces de fijar cantidades grandes de nitrógeno en el suelo. Por ejemplo, el frijol mucuna *Stilozobium deeringianum* puede fijar hasta 150 kg de N/ha. La combinación de nitrógeno y materia verde ha logrado que agricultores con varios de los sistemas de cobertura muerta y sin usar fertilizantes químicos, puedan cosechar hasta 3 T/ha de maíz al año. Lograr este nivel de producción sin el uso de abonos químicos, representa una ventaja de gran importancia para el agricultor (Bunch, 1994).

En la actualidad, el reducir el uso de fertilizantes químicos cobra relevancia, ya que las reservas de petróleo a nivel mundial están disminuyendo. En cualquier momento, el precio de un barril de petróleo podría subir hasta B/ 150.00, haciendo antieconómico el uso de fertilizantes químicos por los pequeños productores de granos básicos. Tal eventualidad podría causar serias hambrunas en muchas partes de América Latina. Las leguminosas ayudan a prevenir la erosión, soportan a los insectos benéficos y polinizadores, y pueden aumentar la materia orgánica del suelo, aunque no tanto como los pastos (SARE, sf).

Las leguminosas de cobertura pueden reducir también el trabajo dedicado a la deshierba. En algunos casos, eliminan totalmente la segunda deshierba, mientras que el maíz de segunda coa, se eliminan todas las labores de deshierba. Aguantan muy bien la sequía, y proveen forraje de alta calidad, aun durante el verano. Estudios sobre el uso de coberturas realizados en Brasil por Valverde y Bandy (1982), indican que el empleo de ellas es siempre adverso en arroz de secano, puesto que las plantas permanecen más verdes hacia la madurez y están sujetas a mayores ataques por hongos. Sin embargo, el empleo de coberturas es especialmente ventajoso para el maíz cuando se presentan estrés severo por sequía.

El Kudzú (*Pueraria phaseoloides*), es una leguminosa que crece en forma de enredadera, es de vida perenne. Sus tallos pueden alcanzar varios metros de longitud. Las hojas son grandes

y abundantes, de forma acorazonada, trifoliada. El fruto es una vaina dehiscente. Sus raíces son profundas, abundantes y ricas en nódulos que fijan el nitrógeno atmosférico (Polo, 2018)

Wade, citado por Sánchez y Salinas (1983), midió los efectos benéficos de las coberturas *Pueraria phaseoloides* (kudzú) y *Panicum máximum* (guinea) en cinco cultivos consecutivos (soya, caupí, maíz, maní y arroz). El efecto benéfico de la cobertura de *Pueraria phaseoloides* fue mayor que la obtenida con *Panicum máximum*. La primera permitió rendimientos en cinco cultivos consecutivos del orden del 80%, mientras que el segundo sólo aportó el 54%. Producir y proteger al suelo simultáneamente se puede lograr con la siembra asociada de cultivos básicos y pastos forrajeros, lo que además permite al productor obtener dos cosechas simultáneas, una del cultivo y otra del forraje (González, 1984).

Sin embargo, Sánchez (1981), informa que la experiencia de África Occidental ha sido negativa, ya que los agricultores prefieren sembrar un cultivo adicional y usar fertilizantes, si disponen de estos, que sembrar un cultivo como abono verde.

Con la perspectiva de desarrollar tecnología adecuada que permita mantener la sostenibilidad de los sistemas de producción en zonas marginales, se inicia en el Este del país esta investigación con el propósito de determinar los requerimientos de nitrógeno en forma de urea para la producción de maíz en monocultivo, bajo un sistema de siembra alterna de kudzu en primera coa y maíz en segunda, bajo dos sistemas de labranza (incorporando el kudzu y dejándola sobre la superficie del suelo).

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en la finca El Espavé, distrito de Chepo, provincia de Panamá, República de Panamá, ubicada a 30 msnm. La finca se localiza geográficamente sobre los 9°01' de latitud norte y 79°8' de longitud oeste, con precipitaciones y temperaturas medias anuales de 2000 mm y 28°C aproximadamente. Estos parámetros pluviométricos permiten ubicar la zona dentro del Bosque húmedo tropical (Holdridge, 1987). El terreno donde se estableció el experimento corresponde a un suelo franco limoso con 5% de pendiente y con fertilidad de media a baja.

El estudio permitió evaluar la respuesta del maíz a cinco dosis de nitrógeno (0, 50, 100, 150 y 200 kg N/ha), bajo el sistema de siembra de rotación con kudzú. El kudzú se sembró al inicio de la época lluviosa (junio) y el maíz en septiembre. Para ello se utilizó la variedad Guararé 8128. También, se evaluaron dos tipos de labranza. El primero consistió en incorporar el kudzú y malezas antes de la siembra (labranza convencional) y el otro, dejarlo sobre la superficie del suelo (labranza de conservación).

El diseño experimental utilizado fue el de parcelas subdivididas en bloques al azar con tres repeticiones. La parcela principal estuvo formada por las labranzas (convencional y conservación) y las subparcelas los niveles de nitrógeno (0, 50, 100, 150 y 200 kg/ha). La parcela de labranza convencional recibió tres pases con un monocultivador. En parcela de conservación, se chapeo el kudzu y malezas y se distribuyeron de manera uniforme sobre el terreno, y posteriormente después de la siembra se procedió a aplicar el herbicida paraquat a razón de 0.400 kg i.a/ha. El tamaño de la unidad experimental fue de cuatro surcos de maíz de 5.0 metros de longitud, separados a 0.70 metros entre hileras y 0.50 metros entre golpe, dejando dos plantas por golpe. La fertilización consistió en la aplicación de 90 kg de P₂O₅/ha, 25 kg de K₂O/ha y la mitad del nitrógeno, al momento de la siembra. El resto del nitrógeno se aplicó en forma de urea 35 días después de la siembra.

Se midieron las siguientes variables: 1) crecimiento en altura de la planta de maíz en centímetro a los 75 días después de la siembra y 2) rendimiento de maíz en kg/ha ajustado al 14% de humedad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio permitió mostrar los siguientes resultados:

1. Efecto del kudzú incorporado (labranza convencional) y en cobertura (labranza de conservación), sobre el crecimiento en altura de la planta de maíz (cm) a los 75 días.

Los cultivos de cobertura son cultivos adicionales que se pueden integrar junto con el cultivo principal o se pueden establecer para cubrir la tierra a fin de proteger al suelo de los efectos erosivos del viento, la lluvia y las altas temperaturas fuera del ciclo productivo principal (CIMMYT, 2022).

Los resultados del análisis estadístico indicaron que hubo diferencias ($P < 0.01$) en el crecimiento en altura de la planta de maíz por efecto de la labranza. En la tabla 1 se observa que la planta de maíz alcanzó el mayor crecimiento en altura (82.6 cm), cuando se incorporó el kudzu y algunas malezas en el suelo; mientras que cuando el kudzu permaneció sobre la superficie del suelo (como cobertura), la planta de maíz solo alcanzó alturas de 75.2 cm. Es posible que la descomposición acelerada del kudzu incorporado, producto de la alta humedad del suelo, permitiera a la planta de maíz disponer de nitrógeno en forma rápida; cosa que no ocurrió en el kudzu en cobertura, donde la descomposición del follaje y la consecuente liberación de nitrógeno fueron más lentas. Las diferencias en el tiempo de descomposición del kudzu y la liberación de nitrógeno podrían incidir en el crecimiento de la planta de maíz.

Tabla 1.

Efecto del Kudzu incorporado y en cobertura sobre el crecimiento en altura de la planta de maíz (cm), a los 75 días. El Espavé, Chepo, Panamá.

Factor	Altura de la planta de maíz en cm
Kudzu incorporado	82.6 a
Kudzu en cobertura	75.2 b
C.V. (%)	7.12
Significancia	* * *
Promedio (cm)	78.9

Nota. Valores seguidos de una misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad, según la Prueba de media Duncan. (***) Los tratamientos difieren entre sí al 1% de probabilidad.

2. Efecto de las dosis de nitrógeno sobre el crecimiento en altura de la planta de maíz (cm) a los 75 días.

El análisis estadístico indica diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) en cuanto al crecimiento en altura de plantas de maíz por efecto de las dosis de nitrógeno aplicadas. En la tabla 2 se observa un crecimiento logarítmico en las plantas de maíz. La aplicación de 200 kg N/ha permitió a la planta expresar el mayor crecimiento en altura, con 1.82 centímetros. Sin embargo, aquellas parcelas donde las plantas de maíz no recibieron nitrógeno, expresaron una altura de 1.72 centímetros a los 75 días después de la siembra. Este crecimiento en altura de la planta de maíz es bastante aceptable, puesto que, parece indicar que las plantas recibieron nitrógeno de la materia orgánica aportada por el kudzu.

Tabla 2.

Efecto de las dosis de nitrógeno sobre el crecimiento en altura de planta de maíz (cm) a los 75 días. El Espavé, Chepo, Panamá.

Dosis de Nitrógeno (kg/ha)	Altura de la planta de maíz en cm
0	1.72 b
50	1.77 ab
100	1.81 a
150	1.80 ab
200	1.82 a
C.V. (%)	7.12
Significancia	* * *
Promedio (cm)	1.78

Nota. Valores seguidos de una misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad, según la Prueba de media Duncan. (***) Los tratamientos difieren entre sí al 1% de probabilidad.

3. Efecto del kudzú incorporado y en cobertura sobre el rendimiento de maíz en kg/ha.

La respuesta del kudzú incorporado y en cobertura sobre el rendimiento de maíz fue altamente significativa ($P < 0.01$). Los rendimientos de maíz en las parcelas donde se utilizó el kudzú como cobertura fueron superiores (4612 kg/ha) a los obtenidos cuando se incorporó (3557 kg/ha), como se observa en la tabla 3. En aquellas parcelas donde se dejó el kudzú como cobertura y producto de la mineralización de la materia orgánica que pudo aportar esta leguminosa al suelo, es posible que la liberación del nitrógeno fuera lenta pero suficiente. Esto permitió a la planta disponer de este nutriente hasta después de la cosecha y tener las condiciones adecuadas para expresar potencial de rendimiento. Fue muy notoria también, la presencia de esta cobertura muerta después de la cosecha del maíz, lo que permite reforzar más esta teoría.

En las parcelas donde el kudzú fue incorporado, la expresión de rendimiento de las plantas de maíz fue inferior. La humedad del suelo descompuso rápidamente el follaje de kudzu incorporado, que la producción de nitrógeno fue en un período corto de tiempo o las pérdidas de éste por lixiviación fueron mucho mayores.

Tabla 3.

Efecto del kudzù incorporado y en cobertura sobre el rendimiento de maíz. El Espavé, Chepo, Panamá.

Factor	Rendimiento de maíz en kg/ha ajustado al 14% de humedad
Kudzù incorporado	3557 b
Kudzù en cobertura	4612 a
C.V. (%)	10.29
Significancia	* * *
Promedio (cm)	4085

Nota. Valores seguidos de una misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad, según la Prueba de media Duncan. (***) Los tratamientos difieren entre sí al 1% de probabilidad.

4. Efecto de las dosis de nitrógeno sobre el rendimiento promedio de maíz en kg/ha y ajustado al 14% de humedad.

La respuesta de la aplicación de nitrógeno sobre el rendimiento de maíz fue altamente significativa ($P < 0.01$). En la tabla 4 se observan los rendimientos crecientes de maíz en la medida que se incrementan las dosis de nitrógeno. La dosis de 0, 50, 100, 150 y 200 kg N/ha, permitieron al maíz expresar rendimientos de 2249, 3738, 4704, 4924 y 4808 kg/ha, respectivamente. La aplicación de 150 kg N/ha más el aporte de nitrógeno que recibió del kudzù, permitieron a la planta de maíz expresar el mayor potencial de rendimiento, de 4924 kg/ha.

Tabla 4.

Efecto de las dosis de nitrógeno sobre el rendimiento en promedio de maíz. El Espavé, Chepo, Panamá.

Dosis de Nitrógeno (kg/ha)	Rendimiento de maíz en kg/ha ajustado al 14% de humedad
0	2249 c
50	3738 b
100	4704 a
150	4924 a
200	4808 a

Nota. Valores seguidos de una misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad, según la Prueba de media Duncan.

* * * Los tratamientos difieren entre sí al 1% de probabilidad.

5. Efecto en el rendimiento de maíz de las interacciones dosis de nitrógeno por kudzu incorporado y kudzu en cobertura y sus diferencias.

En la tabla 5 se observa que en las parcelas donde el kudzu se dejó crecer sobre la superficie del suelo, las dosis de nitrógeno y la que pudo aportar las leguminosas, permitieron a la planta de maíz expresar rendimientos crecientes hasta los 150 kg N/ha. Por el contrario, en aquellas parcelas donde el kudzu fue incorporado, las dosis de nitrógeno y el aporte que pudo dar la leguminosa, permitieron rendimientos crecientes por encima de las dosis evaluadas. Esta interacción corrobora una vez más el hecho de que la utilización de esta leguminosa como cobertura, pone a disposición de la planta de maíz el nitrógeno necesario para su crecimiento y desarrollo y durante todo el ciclo de cultivo.

Tabla 5.

Efecto de la interacción dosis de nitrógeno por kudzu incorporado y kudzu en cobertura. El Espavé, Chepo, Panamá.

Dosis de N (kg/ha)	Kudzú en cobertura	Kudzú incorporado	Diferencia
0	2884 c	1514 d	1470
50	4391 b	3084 c	1307
100	5419 a	3988 b	1431
150	5404 a	4444 a	960
200	4861 a	4756 a	105

Nota. Valores seguidos de una misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad, según la Prueba de media Duncan. (***) Los tratamientos difieren entre sí al 1% de probabilidad.

6. Análisis de regresión entre el rendimiento promedio y las dosis de nitrógeno.

El análisis de regresión entre el rendimiento y las dosis de nitrógeno arrojo una ecuación cuadrática dada por los siguientes valores:

$$Y = 2258.76 + 35.203 N - 0.1129$$

(0.0001) (0.0001) (0.0024)

R= 0.66

La inflexión de la curva se da cuando se aplicaron 150 kg N/ha, y se obtuvieron rendimientos de 4949 kg de maíz por hectárea. Por encima de estas dosis, los rendimientos de maíz comienzan a decrecer.

CONCLUSIONES

El efecto residual del kudzú incorporado permitió a la planta de maíz expresar el mayor crecimiento en altura.

Las dosis de nitrógeno permitieron a la planta de maíz crecer en forma logarítmica.

El efecto residual del kudzú en cobertura permitió a la planta de maíz expresar el mayor potencial de rendimiento.

La aplicación de 150 kg N/ha garantizaron los mayores rendimientos promedios de maíz.

En aquellas parcelas donde se incorporó el kudzú, las dosis de nitrógeno mostraron una respuesta lineal en rendimiento de maíz.

En aquellas parcelas donde se dejó el kudzú como cobertura, la aplicación de 150 kg N/ha permitieron la mayor expresión de rendimiento de maíz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bunch, R. (1994). El potencial de coberturas muertas en el alivio de la pobreza y la degradación ambiental. En: Los sistemas de siembra con cobertura. Edit.: H.D. Thurston, Margaret Smith, George Abawi y Steve Kears. CATIE, CIIFAD. Cornell University. Ithaca, New York. Pp: 5-10.

CIMMYT (Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo). (2022). Qué son los abonos verdes y los cultivos de cobertura. Desarrollo Agropecuario Integral Camino Real (DAIRC). <https://www.cimmyt.org/es/noticias/que-son-los-abonos-verdes-y-los-cultivos-de-cobertura/#:~:text=Los%20cultivos%20de%20cobertura%20son,fuera%20del%20ciclo%20productivo%20principal>.

García, E., R.; Quiroga, M, R. & Granado A., N. (1994). Agroecosistemas de la productividad sostenida de maíz en las regiones cálida húmeda de México, en los

sistemas de siembra con cobertura. Edit.: H.D. Thurston, Margaret Smith, George Abawi y Steve Kearl. CATIE, CIIFAD. Cornell University. Ithaca, New York. Pp: 66-79.

González, R., J. (1984). Introducción y evaluación de gramíneas y leguminosas establecidas en áreas degradadas para su uso en conservación de suelos y producción de forraje en sistemas asociados con maíz. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57316306.pdf>

Holdridge, L.R. (1987). Ecología basada en zonas de vida. Material educativo. San José, Costa Rica, IICA. pp: 43-48.

Polo, E. & Montes, K. (2018). Guía de plantas forrajeras para la provincia de Panamá. Panamá, Primera Edición, 2018. Universidad de Panamá. pp: 80.

Sánchez, P.A. (1981). Suelos del trópico. Características y manejo. Material educativo. IICA, San José, Costa Rica. pp: 167-186.

Sánchez, J., Salinas, J. G. (1983). Suelos ácidos. Estrategias para su manejo con bajos insumos en América Tropical. Edit.: Sociedad Colombiana de las Ciencias del Suelo. Bogotá, Colombia. pp: 36-40.

SARE (Sustainable Agriculture Research & Education) sf. Cultivos de cobertura para rotaciones de cultivos. <https://www.sare.org/wp-content/uploads/Cultivos-de-Cobertura-para-Rotaciones-de-Cultivos.pdf>

Valverde, S., C.& Bandy, D. E. (1982). Producción de cultivos alimenticios anuales en la Amazonia. En Amazonia. Investigación sobre agricultura y uso de tierras. CIAT, Cali, Colombia. pp: 253-293.

INFLUENCIA DEL ENTORNO: ¿CÓMO PUEDE SER INTERPRETADO EL COMPORTAMIENTO SOCIAL DE LAS AVISPAS?

ENVIRONMENT INFLUENCE: HOW THE SOCIAL BEHAVIOURS OF THE WASPS
CAN BE INTERPRETED?

Seirian Sumner

University College London. Reino Unido.

s.sumner@ucl.ac.uk <https://orcid.org/0000-0003-0213-2018>

Javier Hurtado Yow

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Colón, Escuela de Biología.
Panamá.

javier.hurtado@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0003-2662-8608>

Recepción: 2 de marzo de 2024

Aprobación: 22 de marzo de 2024

DOI <https://doi.org/10.48204/semillaeste.v4n2.5046>

RESUMEN

Un equipo de biólogos, liderado por la Profesora Seirian Sumner, una científica británica de University College London (Reino Unido), cuyo interés radica en la evolución molecular y los insectos sociales, completó un estudio de avispas, con la asistencia en campo del Profesor Javier Hurtado Yow, docente de la Universidad de Panamá. Se trata de un proyecto que involucra a la avispa tropical primitiva *Polistes canadensis*, de color marrón rojizo y se le conoce comúnmente como avispa de papel o chagreña, que muestra un comportamiento altruista entre su familia, como una estrategia para maximizar la aptitud física y sobrevivencia.

En este artículo de opinión se describen aspectos generales del proyecto Nest Drifting en Punta Galeta, con los aportes de los científicos asociados al mismo, Dra. Solenn Patalano, Dr. Thibault Lengronne y Dra. Emily Bell, destacando su trascendental contribución a través de todas las referencias bibliográficas aquí citadas. Desde la ejecución del trabajo en campo,

hasta los hallazgos de la investigación en el presente, se ha utilizado la información como un aporte académico importante en la estrategia metodológica del proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes participantes de los cursos del Profesor Javier Hurtado Yow, sobre Ecología General, Ecología de Ecosistemas, Ecología de Poblaciones, entre otros, pertenecientes a la malla curricular de la Licenciatura en Biología con orientación en Biología Ambiental, de la Escuela de Biología del Centro Regional Universitario de Colón de la Universidad de Panamá.

Palabras clave: *Polistes canadensis*, *avispas*, *comportamiento social*, *altruismo*, *evolución*, *foránea*.

ABSTRACT

A team of biologists, led by Prof. Seirian Sumner, a British biologist from University College London (United Kingdom) whose interest lies in molecular evolution and social insects, completed a wasp study in Panama, helped by Professor Javier Hurtado Yow, from the University of Panama. It's a project that involves the primitive tropical wasp *Polistes canadensis*, which is reddish-brown in colour and is commonly known as the paper wasp.

This note describes general aspects of the Nest Drifting project in Punta Galeta, with the contributions of the scientists associated with it, Dr. Solenn Patalano, Dr. Thibault Lengronne and Dr. Emily Bell, highlighting their transcendental contribution through all the bibliographic references cited here. From the execution of the fieldwork, to the findings of the research in the present, the information has been used as an important academic contribution in the methodological strategy of the teaching and learning process of the students participating in the courses of Professor Javier Hurtado Yow, on General Ecology, Ecology of Ecosystems, Ecology of Populations, among others, belonging to the curriculum of the Bachelor's Degree in Biology with orientation in Environmental Biology, of the School of Biology of the Regional University Center of Colón of the University of Panama.

Keywords: *Polistes canadensis*, *wasp*, *social behaviour*, *altruism*, *evolution*, *drifter*.

INTRODUCCIÓN

Polistes canadensis (Linnaeus, 1758) (Vespidae: Polistinae) es una especie de avispa que tiende a anidar en lo alto de viejos edificios abandonados (o estructuras a las que rara vez visitan otras especies, incluidos los humanos), y cuando lo hacen, tienden a haber muchas de ellas (Oliveira et al., 2017). Son mucho más grandes que las avispas comunes, incluso, que otras especies de *Polistes* como la *dominulus*, y, definitivamente, más agresivas (Detoni et al., 2021). Por esta razón, los panameños las consideran un insecto irritante y a la gente no le gustan mucho como vecinos (Bell, 2012).

DESARROLLO

Proposición

Para estudiar las avispas, se capturó en campo decenas de ellas, en colaboración con la asistencia de Javier Hurtado Yow, docente del Centro Regional Universitario de Colón, de la Universidad de Panamá. Es transcendental señalar que este trabajo se realizó con permisos de investigación de campo N° SE/A- 33-09, N° SE/A-65-10; N° SEX/A-44-10, otorgados por la entonces Autoridad Nacional del Ambiente en Panamá (Lengronne, 2013).

Las avispas fueron estudiadas en diferentes nidos (o colonias), en su mayoría localizadas dentro de un edificio abandonado en la antigua base militar estadounidense "U.S. Naval Security" (coordenadas 9.402333 N, -79.872167 W), que se encuentra adyacente al Laboratorio Marino Punta Galeta del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, en el Sector Coco Solo, Corregimiento de Cristóbal, Distrito y Provincia de Colón, República de Panamá. (Lengronne, 2013).

1. **Atuendo del personal**: Primero, para lograr trabajar con las avispas, se preparó un atuendo para protección del personal científico, donde se utilizó un traje particular, comenzando con las botas de campo y medias largas gruesas, pantalones largos y camisas manga larga, ambos bastante holgados (para evitar que la picadura de cualquier avispa llegara a la piel). Seguido de un sombrero especialmente modificado, cubierto en sus 360° por una malla protectora que cae y cubre la cabeza y el cuello, reforzada con anillos de alambre dulce hasta llegar sobre los hombros, donde la malla se ajusta a los brazos por

medio de una cinta elástica. Esto es porque, durante el trabajo en los nidos de avispas, estas son las partes más vulnerables del cuerpo humano propensas a ataques. La malla permitió visibilidad al equipo científico para acercarse a los insectos y observar fácilmente sus comportamientos. Para las manos, se utilizó guantes de aseo, de hule, gruesos, reforzados con cinta adhesiva de aluminio en la punta de los dedos índice y pulgar, para evitar cualquier picadura y poder manipular con mayor seguridad el cuerpo de las avispas durante el etiquetado.

2. **Colecta de avispas**: Segundo, para coleccionar las avispas vivas, se utilizaron bolsas plásticas transparentes de polietileno de baja densidad, tipo Ziplock, de tamaño galón 9" x 12", de modo tal que las bolsas pudiesen abarcar la longitud total de cada nido. Por ejemplo, si el nido tenía una longitud de seis pulgadas (8") se usó una bolsa plástica que mide 9" x 12". Además, se utilizó pequeñas pinzas metálicas para capturar la avispa por las patas, en caso tal se necesitara coleccionar a una sola avispa.
3. **Marcaje de avispas**: Tercero, para distinguir a las avispas, luego de coleccionadas, estando en campo se sujetó delicadamente por las patas, individualmente, y se marcó a cada avispa en la parte superior del tórax, con tres métodos distintos. El método N° 1 consistió en una tintura no tóxica de uso entomológico de diferentes colores; los colores fueron asignados para poder diferenciar las avispas de cada nido o colonia, es decir, un color por cada nido. El método N° 2 consistió en pequeñas etiquetas de diferentes colores y enumeraciones, adheridas al tórax con goma no tóxica a base de agua; en cuanto a la asignación de números, estos permitieron que cada individuo fuera distinguible, como una etiqueta de nombre. El método N° 3 fue un dispositivo de identificación (o chip) del tamaño de un grano de arroz, lo cual se detalla más adelante. Después del marcado y/o etiquetado, las avispas fueron liberadas y devueltas a sus respectivos nidos con el fin de estudiar su comportamiento social en su entorno natural.

3.1) Chip de rastreo, como dispositivo de identificación:

El Doctor Thibault Lengronne, un biólogo francés del equipo científico, interesado en el comportamiento social de los insectos, llevó a cabo otro interesante método. La

observación del comportamiento social de las avispas permitió llevar a cabo otra interesante técnica, muy novedosa, para rastrear o darle seguimiento al movimiento de cada avispa con un pequeño dispositivo de identificación (o chip) del tamaño de un grano de arroz pegado en la parte superior del tórax, o parte central del cuerpo de las avispas. Se aseguró que el chip fuera igual al 1% de la masa promedio corporal de una avispa para garantizar que éstas pudiesen volar correctamente (Sumner et al., 2007; Lengronne, 2013). En la entrada de cada nido, se instaló una antena para rastrear las avispas mediante identificación por radiofrecuencia, un sistema parecido al de una tarjeta magnética codificada que se usa para ingresar a un edificio. La técnica del chip se utilizó para observar el comportamiento de las avispas y determinar si permanecían leales a su nido de origen o no (Sumner et al., 2006; Sumner et al., 2007).

Argumentos para la discusión:

1) Observaciones y hallazgos respecto al seguimiento por rastreo:

Por lo general, una avispa obrera debe permanecer como una trabajadora comprometida en su colonia de origen (Giray et al., 2005), donde ayudan en el cuidado de crías altamente emparentadas (generalmente sus hermanas), en lugar de visitar otras colonias con las que están menos relacionadas (Southon et al., 2015; Southon, 2018). Cualquier avispa que fue rastreada visitando nidos que no eran su nido de origen durante el período de monitoreo, se definió como una "drifter" o foránea. Se busca entender por qué las avispas se desplazan a otros nidos no emparentados, ya que esto tiene poco sentido evolutivo (Lengronne, 2013; Lengronne et al., 2021).

Se observó que hay muchas obreras foráneas (a la deriva) que visitan otros nidos, con alrededor de un 40% de las obreras haciendo esto.

El comportamiento llamado "Nest-Drifting" en insectos eusociales (donde los obreros visitan varios nidos) presenta un desafío, como una estrategia con la cual los obreros podrían optimizar sus aptitudes indirectas ayudando en varios nidos, prefiriendo aquellos donde la ayuda es más necesaria. Mediante el uso de la nueva técnica de vigilancia, etiquetando los obreros con radios de pequeño tamaño (RFID: Radio Frequency Identification), se ofrece la primera estimación exacta de "Nest-Drifting" en insectos eusociales. Una población natural de avispas *tropicales Polistes canadensis* se desplaza más de 30 veces para visitar otros nidos,

superando los registros de estudios anteriores (Lengronne, 2013; Lengronne et al., 2021). Demostrando que aquellos desplazamientos no se deben a ninguna de las siguientes hipótesis: parasitismo social, sucesión a la reina, errores de reconocimiento de su colonia o propia metodología del estudio.

Además, los trabajadores parecen obtener beneficios indirectos ayudando en otras colonias de su especie. Se determinó que la deriva es una estrategia para maximizar su aptitud al ayudar a cuidar crías en muchos nidos diferentes, pero relacionados (Sumner et al., 2007; Sumner et al., 2010; Lengronne et al., 2012; Lengronne, 2013; Lengronne et al., 2021). En otras palabras, estas avispa muestran un comportamiento altruista (o de buen samaritano) entre individuos de su familia extendida (Kennedy et al., 2021), como una estrategia de sobrevivencia para maximizar la aptitud física (Lengronne et al., 2012). Esta estrategia podría ser un componente pasado por alto, pero potencialmente importante en la evolución de ayudar a comportarse como insectos sociales (Sumner, 2006; Sumner et al., 2007; Sumner, 2014). Ha pasado desapercibido hasta ahora debido a las dificultades para detectar y registrar eventos de foráneas a la deriva. El uso del radiomarcado resuelve esta dificultad metodológica (Lengronne, 2013).

2) Observaciones y hallazgos respecto al comportamiento social de las avispas en términos del cerebro:

La Doctora Solenn Patalano, una bióloga molecular francesa, seleccionó algunas de estas avispas para analizar sus cerebros. Después de diseccionar los cerebros, se aisló las unidades del genoma de las avispas y se les analizó. Esto ayudó a identificar las partes del genoma que hacen que una avispa se comporte como una reina, es decir, que está a cargo de la reproducción, o como una obrera, o sea, que sacrifican la reproducción para ayudar a criar a la descendencia de la reina (Ferreira et al., 2013; Patalano et al., 2015; Sumner et al., 2018; Southon et al., 2019; Patalano et al., 2020).

El interés radica en analizar la especie de avispa *Polistes canadensis* como modelo científico para comprender la función cerebral en toda la jerarquía social de la sociedad de avispas (Taylor et al., 2018; Taylor et al., 2019) y comprender cómo estas interacciones sociales son importantes en la evolución del comportamiento social (Sumner, 2014; Patalano et al., 2015; Patalano et al., 2020; López, 2022; Sumner et al., 2023).

En ese sentido, se determinó que las avispas obreras pueden ser especialistas en más de una tarea dentro del nido, tales como: cuidado y protección de larvas (crías), pero también construcción, recolección de alimentos, defensa contra depredadores, entre otras (Lengronne, 2013; Detoni et al., 2021).

Según los análisis genéticos de los comportamientos sociales, las avispas nos ayudan a comprender los orígenes del comportamiento social y a determinar cómo surgen diferentes rasgos de comportamiento del mismo genoma (Ferreira et al., 2013; Sumner et al., 2018; Patalano et al., 2020).

Reflexiones finales:

En conclusión, los estudios sobre estas avispas sociales en Panamá han ayudado a mejorar la metodología de investigación para captar nuevos conocimientos interesantes sobre cómo evolucionan estos tipos de sociedades (Sumner, 2006; Sumner, 2014) y, en ese orden, han dejado a la luz que la base molecular es el mejor escenario para la observación y comprensión de los comportamientos sociales (Patalano et al., 2012; Sumner, 2014; Sumner et al., 2018; Kennedy, et al., 2021; Sumner et al., 2023).

La deriva de nidos (o nest drifting) en la avispa tropical del papel *Polistes canadensis*, se identificó recientemente como una estrategia reproductiva alterna, mediante la cual las avispas a la deriva pueden adquirir aptitudes alternas para ayudar en el cuidado de crías relacionadas en varios nidos diferentes (Sumner et al. 2007). Este estudio estimó que más del 50% de las hembras se desplazan entre diferentes colonias emparentadas (Field, et al. 1999). Las “drifters” o forasteras son obreras que ayudan en el cuidado de las crías en varias colonias diferentes. Sin embargo, las drifters siempre están más estrechamente relacionadas con su nido natal que con los otros nidos que visitan. Por lo tanto, en igualdad de condiciones, las drifters deben permanecer en su nido natal y no forasteras a la deriva en otros nidos (Field, et al. 1999; Field, et al. 2000). Este proyecto determina que estas discrepancias en los beneficios indirectos de la aptitud pueden explicarse en términos de productividad, parentesco y calidad del nido/reina (Sumner et al., 2010; Southon et al., 2019).

Agradecimientos, contribuciones y reconocimientos:

Especial agradecimiento al equipo del Proyecto Nest Drifting, pues este material le ha servido al Profesor Javier Hurtado Yow como base para ampliar y difundir conocimiento a través de noticias positivas con la periodista panameña Delfia Cortez y la comunidad en general, a través de redes sociales, emisoras de radio locales en la provincia de Colón, y prensa escrita de circulación nacional en Panamá, para incrementar todo el conocimiento sobre el papel de la especie eusocial *Polistes canadensis* en los ecosistemas tropicales y su relevancia para la sostenibilidad de los servicios que brinda al ecosistema, pero también para promover la investigación del equipo del Proyecto Nest Drifting en Galeta Point y cómo su ardua labor refleja el compromiso con la ciencia y su relevancia para el bienestar humano, así como la belleza, la simplicidad y la integridad del trabajo científico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bell, Emily (2012). *Polistes canadensis*. In: A Zoologist Abroad. Blog's theme images by Blogger, on Saturday, May 5, 2012. URL: <http://zoologistabroad.blogspot.com/2012/05/polistes-canadensis.html>
- Cortez, Delfia (2013). *Influencia del entorno*. *Diario Crítica: La Voz del Interior*. Editora Panamá América S.A. Domingo, 29 de septiembre de 2013. URL: <https://www.critica.com.pa/la-voz-del-interior/influencia-del-entorno-293973>
- Detoni, M., Feás, X., Jeanne, R. L., Loope, K. J., O'Donnell, S., Santoro, D., ... & Jandt, J. M. (2021). Evolutionary and ecological pressures shaping social wasps collective defenses. *Annals of the Entomological Society of America*, 114(5), 581-595. URL: <https://academic.oup.com/aesa/article/114/5/581/6133169>
- Ferreira, P. G., Patalano, S., Chauhan, R., Ffrench-Constant, R., Gabaldon, T., Guigo, R., & Sumner, S. (2013). Transcriptome analyses of primitively eusocial wasps reveal novel insights into the evolution of sociality and the origin of alternative phenotypes. *Genome biology*, 14(2), 1-15. URL: <https://genomebiology.biomedcentral.com/articles/10.1186/gb-2013-14-2-r20>
- Field, J., Shreeves, G., & Sumner, S. (1999). Group size, queuing and helping decisions in facultatively eusocial hover wasps. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 45, 378-385. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s002650050574>
- Field, J., Shreeves, G., Sumner, S., & Casiraghi, M. (2000). Insurance-based advantage to helpers in a tropical hover wasp. *Nature*, 404(6780), 869-871. URL: <https://www.nature.com/articles/35009097>
- Giray, T., Giovanetti, M., & West-Eberhard, M. J. (2005). Juvenile hormone, reproduction, and worker behavior in the neotropical social wasp *Polistes canadensis*. *Proceedings*

- of the National Academy of Sciences, 102(9), 3330-3335. URL: <https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.0409560102>
- Kennedy, P., Sumner, S., Botha, P., Welton, N. J., Higginson, A. D., & Radford, A. N. (2021). Diminishing returns drive altruists to help the extended family. *Nature ecology & evolution*, 5(4), 468-479. URL: <https://www.nature.com/articles/s41559-020-01382-z>
- Lengronne, T. (2013). *Social Dynamics in Paper Wasps: The case of nest-drifting in Polistes canadensis* (Doctoral dissertation, Université de Lausanne, Faculté de biologie et médecine). Lausanne, Switzerland. URL: https://serval.unil.ch/resource/serval:BIB_4AB9433D97B0.P001/REF.pdf
- Lengronne, T., Leadbeater, E., Patalano, S., Dreier, S., Field, J., Sumner, S., & Keller, L. (2012). Little effect of seasonal constraints on population genetic structure in eusocial paper wasps. *Ecology and evolution*, 2(10), 2615-2624. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ece3.366>
- Lengronne, T., Mlynski, D., Patalano, S., James, R., Keller, L., & Sumner, S. (2021). Multi-level social organization and nest-drifting behaviour in a eusocial insect. *Proceedings of the Royal Society B*, 288(1950), 20210275. URL: <https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rspb.2021.0275>
- López, A. A. (2022). *Structuring microscopic dynamics with macroscopic feedback* (Doctoral dissertation, Max Planck Institute for the Physics of Complex Systems). URL: <https://www.qucosa.de/api/qucosa%3A80344/attachment/ATT-0/>
- Oliveira, M. M., Gomes, F. B., Somavilla, A., & Krug, C. (2017). *Polistes canadensis* (Linnaeus, 1758) (Vespidae: Polistinae) in the Western Amazon: a potential biological control agent. *Sociobiology*, 64(4), 477-483. URL: <https://periodicos.uefs.br/index.php/sociobiology/article/view/1936>
- Patalano, S., Alsina, A., Gregorio-Rodriguez, C., Bachman, M., Dreier, S., Hernandez-Herraez, I., ... & Rulands, S. (2020). Specialisation and plasticity in a primitively social insect. *bioRxiv*, 2020-03. URL: <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.03.31.007492v1.abstract>
- Patalano, S., Hore, T. A., Reik, W., & Sumner, S. (2012). Shifting behaviour: epigenetic reprogramming in eusocial insects. *Current opinion in cell biology*, 24(3), 367-373. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0955067412000312?casa_token=aiwZ-sdneRMAAAA:GDONatmTXK4oopvhVDfaQ0CRVHr7Yw3OIFDV4KOMy4J2wSfjJ5elfZkTOq7IT4GBqouU5JaAmuE
- Patalano, S., Vlasova, A., Wyatt, C., Ewels, P., Camara, F., Ferreira, P. G., ... & Sumner, S. (2015). Molecular signatures of plastic phenotypes in two eusocial insect species

- with simple societies. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(45), 13970-13975. URL: <https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.1515937112>
- Southon, R. J., Bell, E. F., Graystock, P., & Sumner, S. (2015). Long live the wasp: adult longevity in captive colonies of the eusocial paper wasp *Polistes canadensis* (L.). *PeerJ*, 3, e848. URL: <https://peerj.com/articles/848/>
- Southon, R. (2018). The adaptive value of males in simple eusocial insect societies (Doctoral dissertation, University of Bristol). URL: https://research-information.bris.ac.uk/ws/portalfiles/portal/175857984/Final_Copy_2018_09_25_Southon_R_J_PhD_Redacted.pdf
- Southon, R. J., Bell, E. F., Graystock, P., Wyatt, C. D., Radford, A. N., & Sumner, S. (2019). High indirect fitness benefits for helpers across the nesting cycle in the tropical paper wasp *Polistes canadensis*. *Molecular ecology*, 28(13), 3271-3284. URL: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/mec.15137?casa_token=j6k6D_MeunAAAAAA%3AOCgkI93uA0EQg68VRtNz43NvyU4JWNr6rZKfHXX49rw7I8xUpv-FdPedWI6wQgZ5spfhDeMe5IS7c2A
- Sumner, S. (2006, January). Determining the molecular basis of sociality in insects: progress, prospects and potential in sociogenomics. In *Annales Zoologici Fennici* (pp. 423-442). Finnish Zoological and Botanical Publishing Board. URL: https://www.jstor.org/stable/23736752?casa_token=mvy_xqEGOnAAAAAA%3AeV2Hj1WNzmfQb01DrIrJa6Smp4D83CNF3VnIvWfrwydJdU01DrHWY1xN0zsZeaHfh2pOE4e4WyPK58h3Z6cM1RShJZubi0i8Ns2tT9zR1I5p6-NoUrv2
- Sumner, S. (2014). The importance of genomic novelty in social evolution. *Molecular Ecology* (2014) 23, 26–28. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/mec.12580>
- Sumner, S., Bell, E., & Taylor, D. (2018). A molecular concept of caste in insect societies. *Current opinion in insect science*, 25, 42-50. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214574517301104?casa_token=bGD-RehfiisAAAAA:ue3ijF5ZJTjNThPrTtAobxVqLA641_VvXsgUBXt5GkxVs-iiynnGiCK8azg2BWkuXGAwGdwdOg8
- Sumner, S., Favreau, E., Geist, K., Toth, A. L., & Rehan, S. M. (2023). Molecular patterns and processes in evolving sociality: lessons from insects. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 378(1874), 20220076. URL: <https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rstb.2022.0076>
- Sumner, S., Kelstrup, H., & Fanelli, D. (2010). Reproductive constraints, direct fitness, and indirect fitness benefits explain helping behavior in the primitively eusocial wasp, *Polistes canadensis*. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 277(1688), 1721-1728. URL: https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rspb.2009.2289?casa_token=Prw

[OQalcLkwAAAAA%3A0HxQXMs5yeg3xzzpHvLNkFfLa0_1e_NzdhVrl8k9xtN11_uFxLdCXro02m3xqrhJoPsLzeMYqR2tYzo](https://www.cell.com/current-biology/pdf/S0960-9822(06)02584-X.pdf)

Sumner, S., Lucas, E., Barker, J., & Isaac, N. (2007). Radio-tagging technology reveals extreme nest-drifting behavior in a eusocial insect. *Current Biology*, 17(2), 140-145. URL: [https://www.cell.com/current-biology/pdf/S0960-9822\(06\)02584-X.pdf](https://www.cell.com/current-biology/pdf/S0960-9822(06)02584-X.pdf)

Sumner, S., Pereboom, J. J., & Jordan, W. C. (2006). Differential gene expression and phenotypic plasticity in behavioural castes of the primitively eusocial wasp, *Polistes canadensis*. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273(1582), 19-26. URL: https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rspb.2005.3291?casa_token=15YoSuYjzbQAAAAA%3Auz-NgmppNlajEmSoMKENy4x_R1EVTWgBDXD7-65YZtuk3op5CyDKE6-mLvSfF6U-I0EFHWDRJOT59Tg

Taylor, D., Bentley, M. A., & Sumner, S. (2018). Social wasps as models to study the major evolutionary transition to superorganismality. *Current opinion in insect science*, 28, 26-32. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214574518300385?casa_token=OWz4kCWh4fEAAAAA:tJaqOeMh_Zid7Et3ut7U400zqItQI99clFxdEPQcnou10UEuWoIBhTk6vZBlrZ1GbIkYwtXRbC4

Taylor, B. A., Reuter, M., & Sumner, S. (2019). Patterns of reproductive differentiation and reproductive plasticity in the major evolutionary transition to superorganismality. *Current opinion in insect science*, 34, 40-47. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214574518302050?casa_token=7ohxp61583YAAAAA:ezSzZCeQd4h0bAh9DQjzQLZHpAcmxNTqDT8m-onl7ctYJuEUa54oZXnxOuMhBMJgVTsKmjCrgC4

Wyatt, C. D. R., Bentley, M. A., Taylor, D., Favreau, E., Brock, R. E., Taylor, B. A., ... & Sumner, S. (2023). Social complexity, life-history and lineage influence the molecular basis of castes in vespid wasps. *Nature Communications*, 14(1), 1046. URL: <https://www.nature.com/articles/s41467-023-36456-6>

ANEXOS:

Figura 1.

Para la colecta, se utilizaron bolsas plásticas transparentes, tipo Ziplock, de tamaño galón 9" x 12", para abarcar todo el nido. Foto cortesía: Dr. Emilly Bell.



Figura 2.

Para la colecta, se utilizaron bolsas plásticas transparentes, tipo Ziplock, de tamaño galón 9" x 12", para abarcar todo el nido. Foto cortesía: Dr. Emilly Bell.



Figura 3.

Etiquetas de diferentes colores y enumeraciones, adheridas al tórax de las avispas. Foto cortesía: Dr. Emily Bell.



Figura 4.

La asignación de números a las etiquetas, permitió que cada individuo fuese distinguible, como una etiqueta con nombre. Foto cortesía: Dr. Emily Bell.

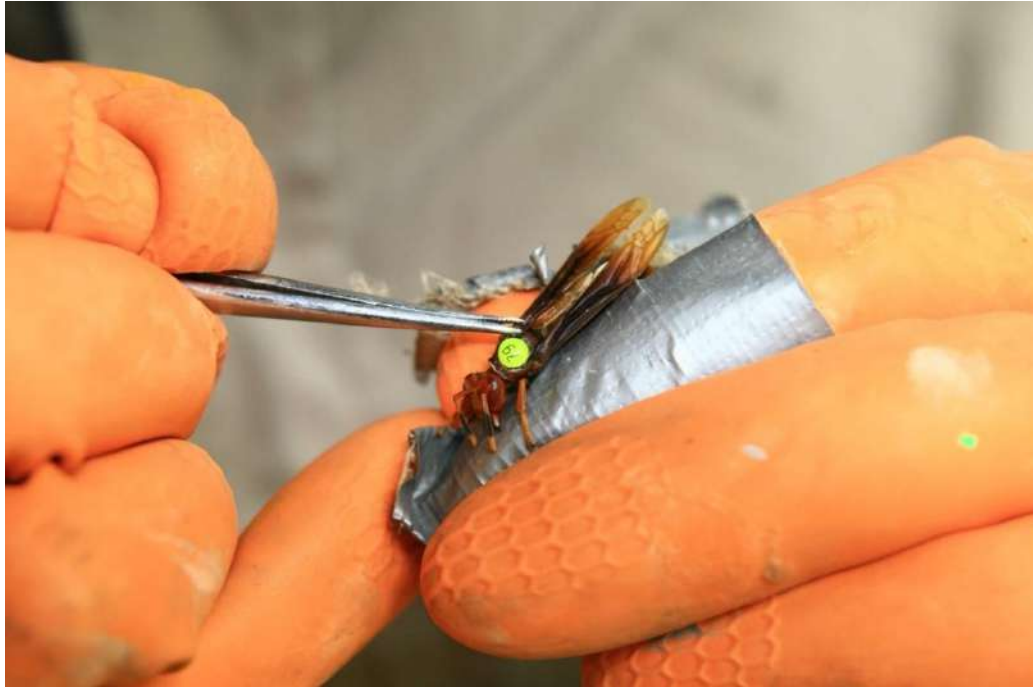


Figura 5.

Después del etiquetado, las avispas fueron liberadas y devueltas a sus nidos con el fin de estudiar su comportamiento social en su entorno natural. Foto cortesía: Dr. Emily Bell (2012).



Figura 6.

Técnica para rastrear el movimiento de cada avispa con un chip del tamaño de un grano de arroz pegado al tórax. Foto cortesía: Dr. Thibault Lengronne.



Figura 7.

Dispositivo de identificación del tamaño de un grano de arroz adherido a la parte superior del tórax, o parte central del cuerpo de las avispas. Foto cortesía: Dr. Thibault Lengronne.



Figura 8.

Se aseguró que el chip fuera igual al 1% de la masa promedio corporal de una avispa para garantizar que éstas pudiesen volar correctamente. Foto cortesía: Dr. Thibault Lengronne.



Figura 9.

En la entrada de cada nido, se instaló una antena para rastrear las avispas mediante identificación por radiofrecuencia. Foto cortesía: Dr. Thibault Lengronne.



Figura 10.



Los científicos utilizaron una vestimenta bastante particular, comenzando por lo básico como las botas, los pantalones largos, las camisas y, encima de estas, el botarate con una malla protectora que cubre y cubre lo cubre y el casco, pues durante el trabajo con los moscos, estos son los que más se acercan al cuerpo humano. Los científicos utilizaron gruesos guantes de hule para poder evitar cualquier contaminación y lograr manipular el cuerpo de los moscos durante la recolección de pinchos, etiquetas y chips.

¿COMO HICIERON PARA PROTEGERSE?

Estudio busca determinar cómo funciona y se adapta el cerebro de una avispa

Delfia Cortez
La Voz del Interior



Un equipo de biólogos de la Universidad de California, San Diego, liderado por el profesor de biología de la Universidad de California, San Diego, Jackson Sasaki, se dedicó a estudiar el comportamiento de las avispas en un estudio en terreno de ecología molecular y genética. Los científicos utilizaron una malla protectora que cubre y cubre lo cubre y el casco, pues durante el trabajo con los moscos, estos son los que más se acercan al cuerpo humano. Los científicos utilizaron gruesos guantes de hule para poder evitar cualquier contaminación y lograr manipular el cuerpo de los moscos durante la recolección de pinchos, etiquetas y chips.



Los investigadores recolectan las muestras de los moscos.



Estos datos los recolectaron en un estudio en terreno de ecología molecular y genética. Los científicos utilizaron una malla protectora que cubre y cubre lo cubre y el casco, pues durante el trabajo con los moscos, estos son los que más se acercan al cuerpo humano. Los científicos utilizaron gruesos guantes de hule para poder evitar cualquier contaminación y lograr manipular el cuerpo de los moscos durante la recolección de pinchos, etiquetas y chips.

Influencia del entorno

numero dentro del entorno social, para observar el comportamiento de los moscos en un estudio en terreno de ecología molecular y genética. Los científicos utilizaron una malla protectora que cubre y cubre lo cubre y el casco, pues durante el trabajo con los moscos, estos son los que más se acercan al cuerpo humano. Los científicos utilizaron gruesos guantes de hule para poder evitar cualquier contaminación y lograr manipular el cuerpo de los moscos durante la recolección de pinchos, etiquetas y chips.

Observaciones

Los científicos utilizaron una malla protectora que cubre y cubre lo cubre y el casco, pues durante el trabajo con los moscos, estos son los que más se acercan al cuerpo humano. Los científicos utilizaron gruesos guantes de hule para poder evitar cualquier contaminación y lograr manipular el cuerpo de los moscos durante la recolección de pinchos, etiquetas y chips.

Observaciones

Los científicos utilizaron una malla protectora que cubre y cubre lo cubre y el casco, pues durante el trabajo con los moscos, estos son los que más se acercan al cuerpo humano. Los científicos utilizaron gruesos guantes de hule para poder evitar cualquier contaminación y lograr manipular el cuerpo de los moscos durante la recolección de pinchos, etiquetas y chips.

Observaciones

Los científicos utilizaron una malla protectora que cubre y cubre lo cubre y el casco, pues durante el trabajo con los moscos, estos son los que más se acercan al cuerpo humano. Los científicos utilizaron gruesos guantes de hule para poder evitar cualquier contaminación y lograr manipular el cuerpo de los moscos durante la recolección de pinchos, etiquetas y chips.



Los moscos contaminaron las manos de los investigadores.



Una vez se recolectan las muestras de los moscos.