

REVISTA NICARAGUENSE DE ENTOMOLOGIA

N° 193

Marzo 2020

Impacto de la herbivoría de larvas de *Junonia genoveva* (Cramer, 1780) (Lepidoptera: Nymphalidae) sobre las plántulas de *Avicennia germinans* L. (Lamiales: Acanthaceae) en la Bahía de Panamá.

Alonso Santos M., Carlos Ramos, Jeancarlos Abrego L.,
José A. Ramírez, Yorlene Osorio S. & Carlos Vargas.



PUBLICACIÓN DEL MUSEO ENTOMOLÓGICO
ASOCIACIÓN NICARAGÜENSE DE ENTOMOLOGÍA
LEON - - - NICARAGUA

La Revista Nicaragüense de Entomología (ISSN 1021-0296) es una publicación reconocida en la Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (Red ALyC) e indexada en los índices: Zoological Record, Entomological Abstracts, Life Sciences Collections, Review of Medical and Veterinary Entomology and Review of Agricultural Entomology. Los artículos de esta publicación están reportados en las Páginas de Contenido de CATIE, Costa Rica y en las Páginas de Contenido de CIAT, Colombia. Todos los artículos que en ella se publican son sometidos a un sistema de doble arbitraje por especialistas en el tema.

The Revista Nicaragüense de Entomología (ISSN 1021-0296) is a journal listed in the Latin-American Index of Scientific Journals. It is indexed in: Zoological Records, Entomological, Life Sciences Collections, Review of Medical and Veterinary Entomology and Review of Agricultural Entomology. Reported in CATIE, Costa Rica and CIAT, Colombia. Two independent specialists referee all published papers.

Consejo Editorial

Jean Michel Maes
Editor General
Museo Entomológico
Nicaragua

Fernando Hernández-Baz
Editor Asociado
Universidad Veracruzana
México

José Clavijo Albertos
Universidad Central de
Venezuela

Silvia A. Mazzucconi
Universidad de Buenos Aires
Argentina

Weston Opitz
Kansas Wesleyan University
United States of America

Don Windsor
Smithsonian Tropical Research
Institute, Panama

Miguel Ángel Morón Ríos †
Instituto de Ecología, A.C.
México

Jack Schuster
Universidad del Valle de
Guatemala

Julieta Ledezma
Museo de Historia Natural
“Noel Kempf”
Bolivia

**Olaf Hermann Hendrik
Mielke**
Universidade Federal do
Paraná, Brasil

Fernando Fernández
Universidad Nacional de Colombia

Foto de la portada: *larva estadio IV de J. genoveva, alimentándose de los cotiledones de A. germinans* (foto Alonso Santos).

Impacto de la herbivoría de larvas de *Junonia genoveva* (Cramer, 1780) (Lepidoptera: Nymphalidae) sobre las plántulas de *Avicennia germinans* L. (Lamiales: Acanthaceae) en la Bahía de Panamá.

Alonso Santos M.^{1,2,7}, Carlos Ramos^{3,4},
Jeancarlos Abrego L.^{1,2,5}, José A. Ramírez⁶,
Yorlene Osorio S.¹ & Carlos Vargas¹.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es dar a conocer el impacto que tienen las larvas de la mariposa *Junonia genoveva* (Cramer, 1780) (Lepidoptera: Nymphalidae) sobre las plántulas del mangle negro *Avicennia germinans* L. Se realizaron observaciones ecológicas durante doce meses (mayo 2017- mayo 2018) a lo largo de cinco transectos dentro de los reductos de bosque de manglar en el área de Juan Díaz de la Bahía de Panamá, para determinar los insectos causantes de los daños a los manglares. A partir de dichas observaciones, se determinó que las larvas de *J. genoveva* son el principal herbívoro en las plántulas del mangle *A. germinans*. La identificación a nivel de especie de la mariposa *J. genoveva* se realizó utilizando caracteres morfológicos y secuencias del gen COI, que fueron comparadas con información disponible en el código de barras de para la identificación universal de especies (BOLD) y gen Bank.

¹Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales Exactas y Tecnología, Escuela de Biología, Departamento de Zoología, Museo de Invertebrados G. B. Fairchild. ²Sociedad Mesoamericana Para La Biología y la Conservación. ³Departamento de Genética y Biología Molecular. ⁴Estación Científica COIBA-AIP. ⁵Becario SENACYT en el Programa Centroamericano de Maestría en Entomología. ⁶Smithsonian Tropical Research Institute, Ancón, Panamá. Email: alonso.santos@up.ac.pa; santosmurgasa@gmail.com; laito52@yahoo.com; jeanscarlos1705@gmail.com; josealejandrors@gmail.com; osirisserrano12@gmail.com; carlos76vargas@hotmail.com.

 orcid.org/0000-0001-9339-486X⁽⁷⁾;  orcid.org/0000-0002-9576-9175⁽⁶⁾;  orcid.org/0000-0001-6799-5207⁽⁶⁾.

En cada sitio donde se encontraban las larvas de *J. genoveva* se establecieron cuadrantes 2x2 m² para colectar las plántulas que presentaban herbivoría y determinar el alcance del daño ocasionado por las larvas. Se colectaron un total de 148 larvas de *J. genoveva* y 650 plántulas de *A. germinans*, obteniendo un total de 1840 hojas (920 consumidas y 920 sanas). Se observó mayor número de larvas entre los meses de agosto a noviembre, siendo el mes de septiembre el más alto con 46 individuos.

Este aumento coincide con el periodo de germinación de las semillas de *A. germinans*. Los análisis por medio de diagramas de cajas nos indican que no existe una diferencia significativa entre las medias de área foliar afectada y las sanas, llegando a la conclusión que las larvas de *Junonia genoveva* no ocasionan grandes daños a las plántulas del mangle *A. germinans*, lo que sugiere que las perturbaciones observadas en el manglar de la Bahía de Panamá no se deben a un insecto herbívoro si no a otros factores muy probablemente de origen antropogénicos.

PALABRAS CLAVES: Herbivoría, manglares, larvas, manglar negro, Panamá.

ABSTRACT

Impact of herbivory larvae *Junonia genoveva* (Cramer, 1780) (Lepidoptera: Nymphalidae) on the seedlings of mangrove *Avicennia germinans* L. (Lamiales: Acanthaceae) in Panama Bay.

The aim of this work is to know the impact that *Junonia genoveva* (Cramer, 1780) (Lepidoptera: Nymphalidae) larvae has on the black mangrove seedlings *Avicennia germinans* L. ecological observations were made during twelve months (may 2017 - may 2018) along five transects within the mangrove forest fragments in the Juan Díaz area of Panamá bay, we do this to determine the damage caused by insects in the mangroves seedlings. From observations the *J. genoveva* larvae was determined as the main herbivore in the *A. germinans* seedlings. Species-level identification of the *J. genoveva* was made using morphological characters and sequences, that were compared with available information in (bold) and gen Bank. in each site where the larvae of *J. genoveva* was found, 2x2 m² quadrants were established to collect seedlings that present herbivory and determine to extent of the damage caused by the larvae. A total of 148 larvae of *J. genoveva* and 650 seedlings of *A. germinans* were collected giving 1840 leaves in total (920 damaged and 920 healthy). Between august and november the largest number of larvae was observed, september is the month with the highest with 46 individuals. This increase coincides with the *A. germinans* seeds germination period. The statistical analyzes indicate that there is no significant difference between damaged leaves and healthy leaves. in conclusion the *J. genoveva* larvae does not cause great damage to the mangrove *A. germinans* seedlings, wich suggests that the disturbances observed in the mangrove of Panamá bay are not due to an herbivorous insect, but to other factors most likely of anthropogenic origin.

KEY WORDS: Herbivore, Mangrove, Larvae, Black mangrove, Panamá.

INTRODUCCIÓN

Los manglares ocupan regiones tropicales y subtropicales alrededor del mundo, en un rango latitudinal comprendido entre los 32° N y 38° S, esta distribución se debe a su sensibilidad a las bajas temperaturas, la salinidad del suelo también juega un papel importante en la distribución de diferentes especies en los hábitats de manglar. Actualmente, los géneros con mayor distribución son *Rhizophora* y *Avicennia*, (Rico-Gray, 1993; Duke, 1995; Graham, 1995).

En el continente americano los manglares se distribuyen en el Pacífico desde Baja California hasta Perú y en el Atlántico entre Florida y Brasil (Rico-Gray, 1993). En Centro América los manglares ocupan aproximadamente 650000 ha (Groombridge, 1992) formando bandas estrechas a lo largo de la costa plana del Atlántico, donde la amplitud mareal es relativamente baja (<0.9 m), y por lo general el manglar penetra al continente varios metros a lo largo de los ríos. En el Pacífico, la amplitud mareal es mayor, por lo cual penetran tierra adentro en grandes extensiones (West, 1956). Estas franjas de manglar están constituidos por diez especies, que pertenecen a seis géneros, *Rhizophora*, *Avicennia*, *Laguncularia*, *Pelliciera*, *Conocarpus* y *Mora*. Dentro del género *Rhizophora*, se han identificado tres especies, *R. mangle*, *R. racemosa* y el híbrido putativo entre estas dos especies *R. harrisonii*. En el género *Avicennia*, tres especies *A. germinans*, distribuida en el Atlántico y en el Pacífico, mientras que *A. bicolor* y *A. tonduzii*, ocurren únicamente en la costa Pacífica de Centro América (Duke, 1995).

Los manglares son ecosistemas altamente productivos, pues se considera que exportan materia y energía a ecosistemas adyacentes. La importancia de estos ecosistemas radica en que albergan gran diversidad de microorganismos e invertebrados en sus sedimentos y son lugar de cría, refugio y zona de alimentación de peces, moluscos, tunicados, poliquetos, algas, crustáceos y aves. De estos ecosistemas dependen diferentes especies de peces para su desarrollo y maduración, así como muchas especies de camarones de importancia comercial que pasan parte de su estado juvenil dentro del manglar. Los manglares están sujetos a disturbios naturales ocasionados por agentes bióticos y abióticos (Holguín, *et. al.*, 2001; Sánchez, *et. al.*, 2000). Algunos factores abióticos como las actividades humanas (la alteración de flujos hídricos, turismo, construcciones civiles, contaminación y sobreexplotación) han causado un estado crítico en los manglares alrededor del mundo (Sánchez, *et. al.*, 2000).

Uno de los factores bióticos que está fuertemente asociado al manglar es la herbivoría.

Estos herbívoros constituyen organismos reguladores de la productividad primaria, que ejercen un papel fundamental en las interacciones tróficas y en el ciclaje de nutrientes de los bosques de manglar (Feller, 2002).

En Panamá, no se han realizados investigaciones sobre asociaciones biológicas y ecológicas entre las especies de mangles y los insectos que ocupan este hábitat, es por esto que este trabajo tiene como objetivo determinar el impacto de las larvas de la mariposa *Junonia genoveva* (Cramer, 1780) sobre las plántulas de *Avicennia germinans* L.

METODOLOGÍA

Se realizaron observaciones biológicas y ecológicas durante 12 meses (mayo 2017- mayo 2018) con dos giras por mes, en cinco transeptos lineales perpendiculares a la línea costera. Cada transepto constaba de aproximadamente 250 metros de largo dentro de los manglares de la Bahía de Panamá, Juan Díaz, Panamá en las coordenadas latitud 9° 0' 51.32 N; longitud 79° 27' 34. 10.72 O (Fig. 1).



Figura 1: Área de estudio, Bahía de Panamá, Juan Díaz, sitio La Torre.

Las observaciones se realizaron con la finalidad de determinar las especies pertenecientes a la Clase Insecta que generaban daños y perturbaciones en los manglares. A partir de las observaciones en campo se evidenció herbivoría por parte de larvas de *J. genoveva* sobre *Avicennia germinans*. Se utilizaron las características morfológicas conjuntamente con el código de barra de ADN para la identificación a nivel de especie. Adicionalmente se procedió a la identificación de los diferentes estadios larvarios asociados a la herbivoría de *A. germinans*.

El ADN para la amplificación de un fragmento de citocromo oxidasa C subunidad I se extrajo utilizando el kit de extracción E.Z.N.A. Tissue DNA Kit de OMEGA Bio-tek de acuerdo al procedimiento descrito por el fabricante (Omega Bio-tek Inc. Norcross, GA, USA).

La amplificación de un fragmento de aproximadamente 700 bp de la región 5' del gen citocromo oxidasa C se realizó utilizando los cebadores HCO2198 y LCO1490 previamente descritos por Folmer y colaboradores (1994).

Las condiciones de amplificación fueron 95°C, 1 min, seguido de 35 ciclos a 95°C 1 min, 50°C 1 min, 72°C 30 s y una extensión final de 72°C 7 min. La amplificación se llevó a cabo en un termociclador BIO-RAD T100.

El producto de amplificación fue evidenciado mediante tinción con GelRed y electroforesis en gel de agarosa al 1% en TAE IX.

El fragmento amplificado fue enviado a secuenciar a la compañía Psomagen, Inc. Maryland, USA. Cada fragmento fue secuenciado en ambas direcciones y las secuencias generadas fueron alineadas y editadas utilizando el programa SEQUENCHER 5.0.

Las secuencias editadas fueron comparadas con la base de datos de BARCODE OF LIFE DATA SYSTEM (www.boldsystems.org/index.php/IDS_OpenIdEngine) con la finalidad de obtener la identificación a nivel de especie.

Para determinar el impacto de la herbivoría de las larvas de *J. genoveva* sobre las plántulas de *Avicennia germinans* (mangle negro); se establecieron cuadrantes de aproximadamente de 2x2 m² dentro de los transeptos, en cada sitio donde se encontraban las larvas de *J. genoveva*. Luego se colectaron las plántulas que presentaban herbivoría, buscando determinar el alcance del daño ocasionado por las larvas; de igual manera, se colectaron plántulas que no presentaban daños en sus hojas para realizar una comparación (áreas en cm²) con las hojas de las plántulas con herbivoría.

Para la digitalización de las hojas (sanas y con herbivoría) se fotografiaron las hojas con un testigo métrico o una regla; utilizando una cámara digital COLPIX 360. Las imágenes fueron transferidas a la computadora y codificadas. Utilizando el programa ImageJ 2.0 (Fig. 2A, B), el área foliar de cada una de las hojas fue medida y tabulada en un documento de Excel.

Se utilizó el programa estadístico PAST 3.0 para realizar una prueba de normalidad y el programa Excel para un test de homogeneidad de varianza, y determinar que análisis se utilizaría para medir la diferencia de las áreas entre las hojas sanas y las herborizadas. Con soporte de Past 3.0, se realizó una prueba de Mann-Whitney para medir la diferencia de las varianzas de las áreas de las hojas sanas y las hojas herborizadas.



Figura 2: 2A: Medición de hojas de *A. germinans* sana. 2B: Medición de hojas de *A. germinans* consumidas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las observaciones biológicas y ecológicas realizadas a lo largo del año de muestreo evidenciaron la presencia de adultos (Fig. 3) y larvas de *Junonia genoveva* asociadas al mangle *Avicennia germinans*. Siendo esta especie registrada como la que ocasionaba la mayor herbivoría sobre cotiledones de plántulas y las hojas *A. germinans*. Un total de 148 larvas de *J. genoveva* (Fig. 4, 5, 6), 650 plántulas de *A. germinans* de las cuales se obtuvieron 1.840 hojas (920 consumidas y 920 sanas) (Fig. 7) fueron colectadas a lo largo de cinco transectos durante los meses de visita a campo. Los valores que se encuentran en la parte superior de las barras representan el promedio de áreas foliar consumida versus el área foliar intacta de las hojas sana.

Todas las larvas de *J. genoveva* se alimentaban de hojas y/o cotiledones de *A. germinans* (Fig. 4, 5, 6, 10). Se observó la mayor cantidad de larvas entre los meses de agosto y noviembre, siendo el mes de septiembre con 46 larvas el que presento mayor número de individuos. Este aumento de larvas coincide con el periodo de germinación de las semillas de *A. germinans* L. (Fig. 10). También, se observó pupas en campo y al mismo tiempo se obtenían pupas en laboratorio (Fig. 11A, B, C).

La figura 9 indican que no existe una diferencia entre las medias de área foliar entre las hojas con herbivoría (caja A) y las hojas sanas (caja B); llegando a la conclusión de que la herbivoría causada por los estadios inmaduros (larvas) de la mariposa *J. genoveva* Cramer, 1780 no ocasionan daños considerables sobre las plántulas de *A. germinans* (Fig. 10).

En la figura 13A se observa que las secuencias de nuestros especímenes tienen 100% de identidad con secuencias de *J. genoveva*. Estos resultados se corresponden con la identificación mediante caracteres morfológicos.

Se presenta en la figura 13A la secuencia del producto de PCR amplificado con los cebadores universales para COI descritos por Folmer *et al.*, (1994). Abajo, se muestra el resultado de la secuencia con la base de datos de BOLD. *Junonia genoveva* donde existen dos Bin para la misma especie: BOLD:AAA5787; BOLD:AAA5788

URL:http://www.boldsystems.org/index.php/Public_BarcodeCluster?clusteruri=BOLD:AAA5787

En la figura 13B se presenta los resultados de la secuencia con la base de datos de BOLD. *Junonia genoveva* donde existen dos Bin para la misma especie: BOLD:AAA5787.



Figura 3: Mariposa *Junonia genoveva* cerca de los bosques de mangle en la Bahía de Panamá.



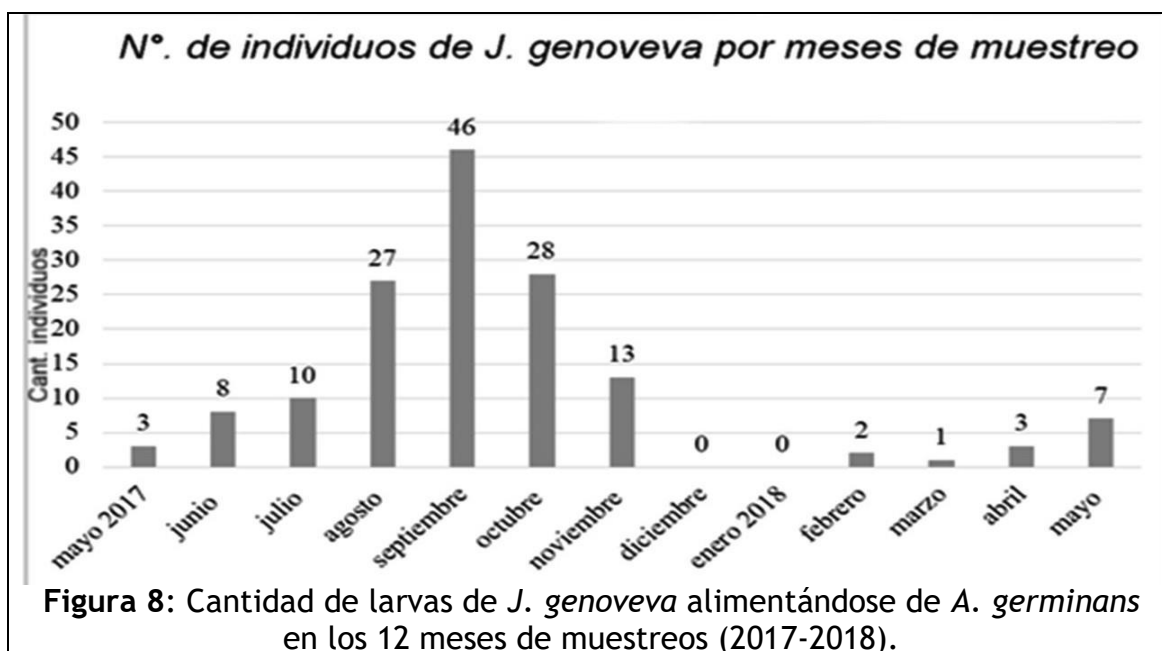
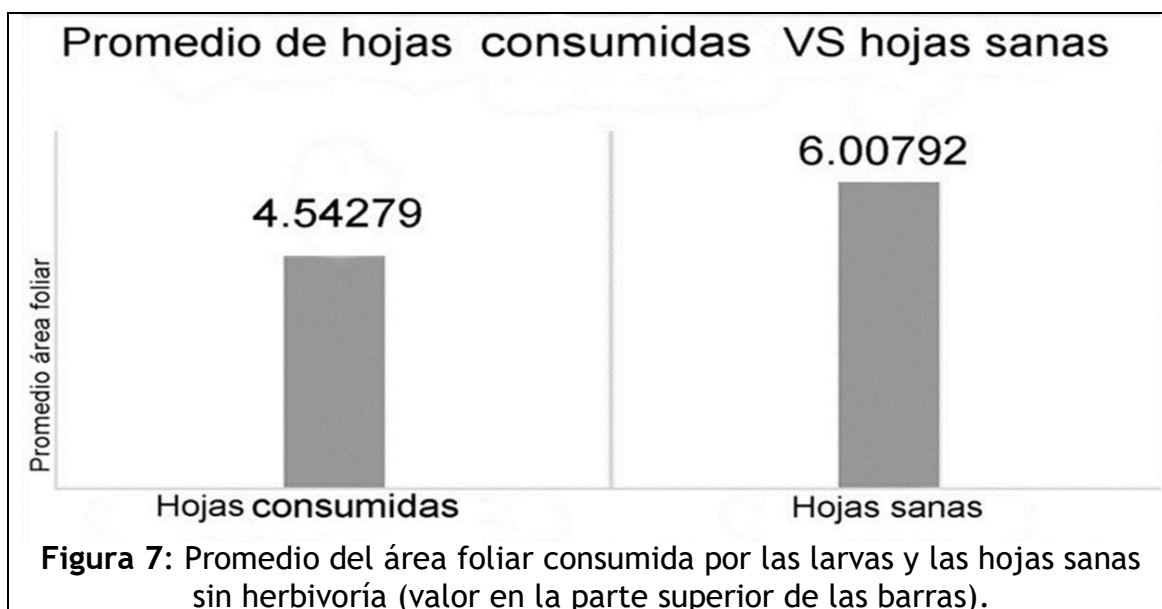
Figura 4: Larva estadio IV de *J. genoveva*, alimentándose de hoja *A. germinans*.



Figura 5: Larva estadio III de *J. genoveva*, sobre plántula de *A. germinans*.



Figura 6: Larva estadio IV de *J. genoveva*, alimentándose de los cotiledones de *A. germinans*.



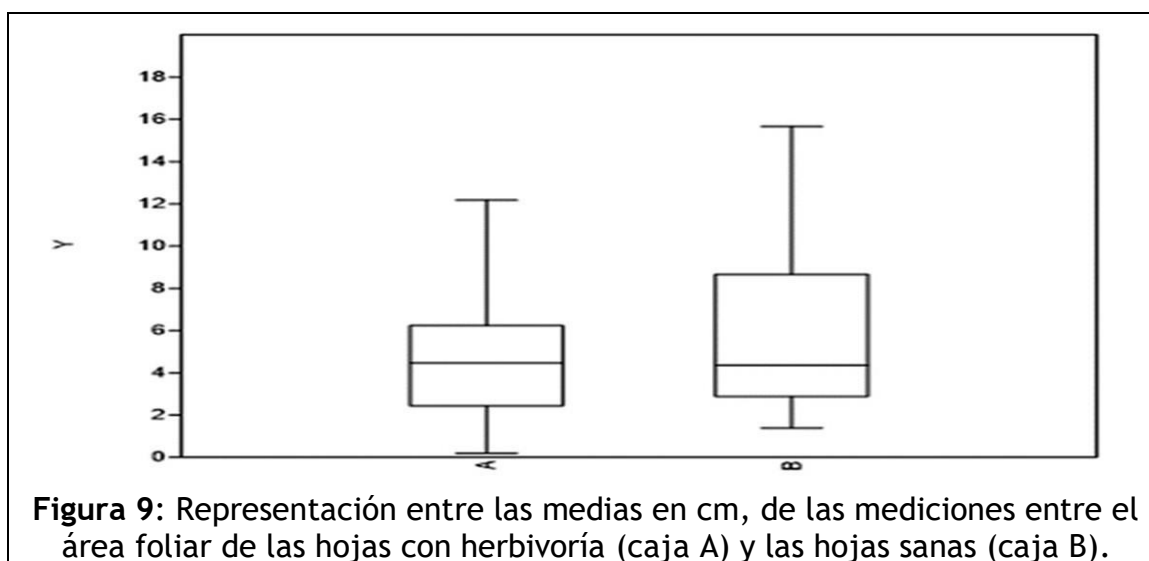




Figura 11: 11A. Pupa en campo de *J. genoveva*, sobre hoja de la plántula de *A. germinans*; 11B. Prepupa en laboratorio de *J. genoveva*, sobre tallo de la plántula de *A. germinans*.



Figura 11: 11C. Pupa en laboratorio de *J. genoveva*, sobre tallo de la plántula de *A. germinans*.



Figura 12: 12A. Vista dorsal de *J. genoveva* recién eclosionada. 12B. Vista lateral de *J. genoveva* criada en laboratorio.

```
>171214-16_G02_Je2O_LCO1490.ab1 628
TGGATTTGAGCAGGTATAGTAGGAACCTTCATTAAGTTTATTAATTGGAAGTGAATTAG
GAAACCCAGGATCTTAATTGGAGATGATCAAATTTATAATACTATTGTTACAGCTCAT
GCCTTTATTATAATTTTTTTTATAGTTATACCAATTATAATAGGAGGATTTGGTAATTG
ATTAGTACCTCTTATATTAGGAGCCCTGATATAGCATTTCACGAATAAATAATATAA
GTTTTTGACTTCTACCCCATCATTAGTATTATTAATTTCTAGTAGAATTGTAGAAAAT
GGAGCAGGAACAGGATGAACAGTGTACCCCCCACTTTTCATCTAATATTGCCCATGGAG
GATCTTCAGTTGATTTAGCAATTTTCTCGCTTCACTTAGCAGGAATTTCTTCTATTTTA
GGAGCTATTAATTTTATTACAACAATTATTAATATACGTGTAAATGGTATATCTTTTGA
TCAAATACCTTTATTTGTTTGAGCAGTAGGAATTACAGCATTATTATTAGTTCTTTCAT
TACCAGTATTAGCAGGAGCTATTACTATACTTTTAACAGATCGAAATATTAACACATCA
TTTTTTGATCCAGCTGGTGGAGGAGATCCAATTTTATATCA
```

Figura 13A: La secuencia de *J. genoveva* del producto de PCR amplificado con los cebadores universales para COI descritos por Folmer et al., (1994).

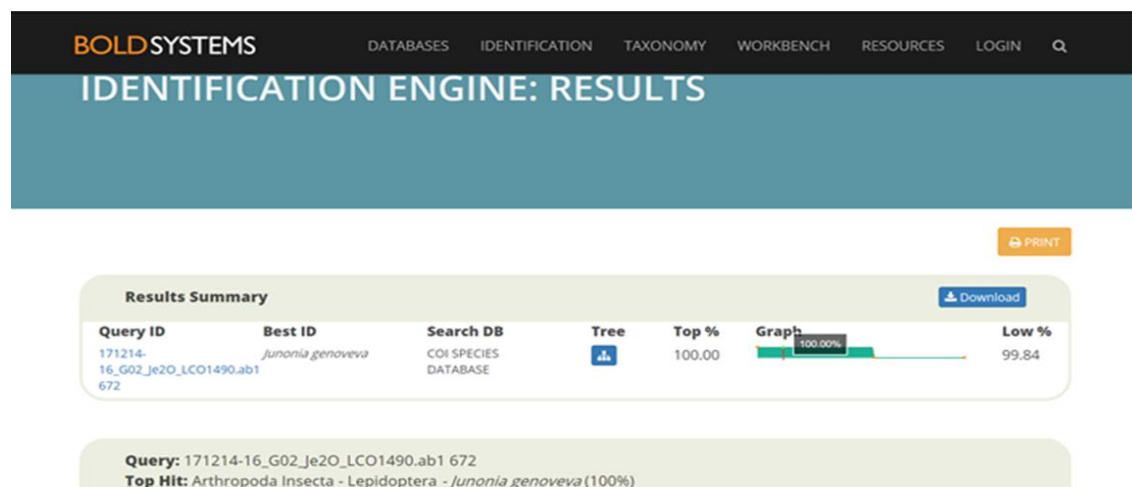


Figura 13B: Resultados de la Identificación mediante código de barra de ADN.

Arriba se presenta la secuencia del producto de PCR amplificado con los cebadores universales para COI descritos por Folmer et al., (1994). Abajo, el resultado de la comparación de la secuencia con la base de datos de BOLD.

En los resultados de la secuencia BOLD aparecen tres especies muy relacionadas a *J. genoveva*; como es *Junonia evarete* (Cramer, 1779) y *Junonia coenia* Hübner, 1822; pero por distribución, características del sitio donde habitan cada una de las otras dos especies y por previas secuencias de individuos de estas especies, nos inclinamos con certeza que es *Junonia genoveva*.

En estudios futuros hay que tomar en cuenta la existencia de hibridación entre las especies de *Junonia* spp. que se encuentran en la región. El estudio realizado por Lalonde and Marcus (2018) es muy importante para esclarecer las identidades reales de las especies que coexisten en una región, cuando sus caracteres morfológicos son muy similares, o, si incluso, sus larvas tienen los mismos grupos de plantas hospederas.

Estudios similares de herbivoría con las mismas especies de plantas o insectos, utilizados en esta investigación y en latitudes cercanas a la nuestra como en Colombia, muestran que la regeneración en los manglares fue lenta, lo que puede deberse en parte a las larvas de la mariposa *Junonia genoveva* (Cramer, 1780) (Lepidoptera: Nymphalidae) que defoliaban las plántulas de *Avicennia germinans*. Tanto los adultos (mariposas) como los estadios inmaduros (larvas) de *J. genoveva* son abundantes durante la estación lluviosa; que coincide con la época de mayor producción de frutos en *A. germinans*. Durante la estación seca, el herbívoro *J. genoveva* en su estadio larvario casi desaparece (Sánchez P., H., et, al. 2000); estos mismos patrones de actividad fueron observados en nuestro estudio.

Las larvas se alimentan exclusivamente de propágulos de *A. germinans*, plántulas jóvenes y retoños. Preferían plántulas juveniles a plantas adultas. No se alimentaban de las hojas de los árboles, esto puede deberse al alto valor nutritivo de los cotiledones, y las hojas nuevas y tiernas. De acuerdo con Choong (1996) el envejecimiento de las hojas en las plantas disminuye el contenido de nutrientes significativamente.

Estos resultados coinciden con los presentes, del manglar de la Bahía de Panamá, donde se observó el mismo ciclo anual y comportamiento de las larvas de *J. genoveva*. Además, se observó un mayor ataque a plántulas que se encontraban en sitios abiertos y altamente contaminados con desperdicios, que a aquellas plántulas que se encontraban en sitios cerrados por el dosel del bosque del manglar. Esto afecta la dinámica del manglar, ya que la regeneración de los árboles de *A. germinans* es más lenta donde hay ataque por herbivoría de las larvas de *J. genoveva*.

También hay que mencionar que es un fenómeno normal en las dinámicas de los bosques, el problema se ve agravado cuando los bosques se encuentran presionados por otros factores externos que no son parte de la dinámica de este, como los inducidos por la contaminación con desperdicios orgánicos, químicos y el aislamiento de los bosques en pequeños fragmentos discontinuos que no permiten que se dé con regularidad las actividades naturales.

El análisis estadístico no mostró diferencias estadísticas significativas para el porcentaje de área foliar entre las plántulas que presentaban daños en sus laminas y las que no presentaban daños de herbivoría.

La prueba de U de Mann-Whitney con un intervalo de confianza del 95% ($p=0.05$) para comparar las varianzas del área de las hojas sanas y hojas afectadas, con una media de 4.54 cm³ para las hojas afectadas y 6.00 cm³ para las hojas sanas; para esta prueba se obtuvo una p de 1.706E-06 (Fig. 7 y 9), lo cual nos indica que no hay suficiente evidencia como para decir que existe una diferencia significativa entre las varianzas de las áreas de las hojas sanas y afectadas. De este modo, podemos decir que las larvas de *J. genoveva* no están causando un daño significativo a las hojas de las plántulas de *A. germinans*, sino que es un fenómeno completamente normal en la dinámica de los bosques.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos agradecer la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) por proveer los fondos para la realización del proyecto “Evaluación del Estado de Conservación del Ecosistema de Manglar en la Bahía de Panamá” a través de Centro Nacional de Metrología de Panamá (CENAMEP AIP).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Choong, M. F. 1996. What makes a leaf tough and how this affects the pattern of *Castanopsis fissa* leaf consumption by caterpillars, *Functional Ecology* 10: 668-674.

Feller, I. C. 2002. The role of herbivory by wood-boring insects in mangrove ecosystems in Belize. *OIKOS* 97: 167-176.

Folmer, O. M.; Black, W.; Hoeh, R. L. & R. Vrijenhoek. 1994. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology* 3(5), 294-299

Graham, A. 1995. Diversification of Gulf/Caribbean mangrove communities through Cenozoic time. *Biotropica*. 27:20-27.

Groombridge, B. (ed.). 1992. Global biodiversity: status of the Earth's living resources. Chapman and Hall, London, UK. 585 pp.

Duke, N. C. 1995. Genetic diversity, distributional barriers and rafting continents more thoughts on the evolution of mangroves. *Hydrobiol.* 295: 167-181.

Holguín G.; Vázquez P. & Y. Bashan 2001. The Role of Sediment Microorganisms in the Productivity, Conservation, and Rehabilitation of Mangrove Ecosystem. *Biology Fertil Soils*, 33:265-278.

Lalonde M. L. & J. M. Marcus. 2018. Getting western: Biogeographical analysis of morphological variation, mitochondrial haplotypes and nuclear markers reveals cryptic species and hybrid zones in the *Junonia* butterflies of the American southwest and Mexico. *Systematic Entomology*. The Royal Entomological Society, *Systematic Entomology*, doi: 10.1111/syen.12335

Rico-Gray, V. 1993. Origen y rutas de dispersión de los mangles: una revisión con énfasis en las especies de América. *Acta Bot. Mex.* 25: 1-13.

Sánchez Paez, H.; Ulloa Delgado, G. A. & R. Álvarez Leon (eds). 2000a. Hacia la recuperación de los manglares del Caribe de Colombia. Impresos Panamericana. Santa Fe de Bogotá, Colombia. 294 p.

Sánchez Paez, H.; Álvarez Leon, R.; Guevara M., O. A. & G.A. Ulloa Delgado 2000b. Lineamientos estratégicos para la conservación y uso sostenible de los manglares de Colombia. Impresos Panamericana. Santa Fe de Bogotá, Colombia. 81 p.

West, R. C. 1956. Mangrove swamps of the Pacific coast of Colombia. *Ann. Assoc. Am. Geog.* 46(1): 98-121.

La Revista Nicaragüense de Entomología (ISSN 1021-0296) es una publicación de la Asociación Nicaragüense de Entomología, aperiódica, con numeración consecutiva. Publica trabajos de investigación originales e inéditos, síntesis o ensayos, notas científicas y revisiones de libros que traten sobre cualquier aspecto de la Entomología, Acarología y Aracnología en América, aunque también se aceptan trabajos comparativos con la fauna de otras partes del mundo. No tiene límites de extensión de páginas y puede incluir cuantas ilustraciones sean necesarias para el entendimiento más fácil del trabajo.

The Revista Nicaragüense de Entomología (ISSN 1021-0296) is a journal of the Nicaragua Entomology Society (Entomology Museum), published in consecutive numeration, but not periodical. RNE publishes original research, monographs, and taxonomic revisions, of any length. RNE publishes original scientific research, review articles, brief communications, and book reviews on all matters of Entomology, Acarology and Arachnology in the Americas. Comparative faunistic works with fauna from other parts of the world are also considered. Color illustrations are welcome as a better way to understand the publication.

Todo manuscrito para RNE debe enviarse en versión electrónica a:
(*Manuscripts must be submitted in electronic version to RNE editor*):

Dr. Jean Michel Maes (Editor General, RNE)
Museo Entomológico, Asociación Nicaragüense de Entomología
Apartado Postal 527, 21000 León, NICARAGUA
Teléfono (505) 2311-6586
jmmaes@bio-nica.info
jmmaes@yahoo.com

Costos de publicación y sobretiros.

La publicación de un artículo es completamente gratis.

Los autores recibirán una versión pdf de su publicación para distribución.