

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y TECNOLOGÍA**  
**ESCUELA DE BIOLOGÍA**

**EFFECTOS DE LA HERBIVORÍA POR *Junonia genoveva* (CRAMER, 1779)  
(LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE) SOBRE *Avicennia germinans* (L.) EN LA  
BAHÍA DE PANAMÁ**

**CARLOS S. VARGAS HINDS**  
**CÉDULA 8-901-2072**

**ASESOR PRINCIPAL: DR. ALONSO SANTOS MURGAS**  
**COASESOR: DR. CARLOS A. VILLARREAL**  
**COASESOR: MAGÍSTER RAÚL E. CARRANZA B.**

**PANAMÁ**  
**2021**

---

TRIBUNAL EXAMINADOR

---

Título:

**“EFECTOS DE LA HERBIVORÍA POR *Junonia genoveva* (CRAMER, 1779) (LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE) SOBRE *Avicennia germinans* (L.) EN LA BAHÍA DE PANAMÁ.**

Por:

**CARLOS VARGAS**  
8-901-2072

Trabajo de Graduación presentado a consideración de la Escuela de Biología como requisito parcial para optar por el título de Licenciatura en Biología con Orientación en Biología Ambiental.

**PROF. Alonso Santos Murgas**  
Tutor (preside)

**PROF. Carlos Villareal**  
Jurado

**PROF. Raúl E. Carranza B.**  
Jurado

## ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS .....	v
DEDICATORIA.....	viii
AGRADECIMIENTOS .....	ix
RESUMEN .....	x
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO .....	1
INTRODUCCIÓN .....	2
Antecedentes .....	5
Objetivos .....	8
Objetivo general .....	8
Objetivos específicos .....	8
CAPÍTULO II METODOLOGÍA.....	9
Metodología.....	10
CAPÍTULO III RESULTADOS .....	12
Resultados .....	13
Discusión.....	15
CONCLUSIONES.....	20
BIBLIOGRAFÍA .....	22
ANEXOS.....	28

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sitio de Muestreo .....	23
Figura 2. Número de individuos de <i>J. genoveva</i> por meses de muestreo.....	26
Figura 3. Promedio del área foliar entre hojas consumidas y las hojas sanas .....	28

## ÍNDICE DE ANEXOS

Cronogramas de muestreo.....	43
Anexo 1. Larva de <i>J. genoveva</i> , realizando herbivoría en hojas de plántula de <i>A. germinans</i> . Las larvas en este estadio suelen alimentarse en grandes cantidades para lograr un desarrollo adecuado.....	46
Anexo 2. Larva de <i>J. genoveva</i> , realizando herbivoría en cotiledones de plántula de <i>A. germinans</i> . Los cotiledones de las plántulas de mangle contienen una alta cantidad de nutrientes los cuales le son de mucha utilidad a la larva. .....	46
Anexo 3. Pupa de <i>J. genoveva</i> : después de consumir la cantidad necesaria de material vegetal las larvas entran en fase de pupa para luego llegar a su estadio adulto. ....	47
Anexo 4. Estadio adulto de <i>J. genoveva</i> . Después de pasar por el proceso de metamorfosis que ocurre dentro de la pupa la larva llega a su último estadio.....	47
Anexo 5. Medición de área foliar de hojas sanas y con herbivoría.....	48
Anexo 6. Parcela número 1. Esta parcela está ubicada en la Bahía de Panamá en las cercanías del proyecto de planta de tratamiento de agua residuales. .....	48
Anexo 7. Parcela número 2. Esta parcela está ubicada en la Bahía de Panamá en las cercanías del proyecto de planta de tratamiento de agua residuales. .....	49

Anexo 8. Parcela número 3. parcela ubicada en la Bahía de Panamá un poco más alejada del proyecto de la planta de tratamiento de agua residuales... 49	49
Anexo 9. Parcela número 4. realizando búsqueda de rastros que indiquen la presencia de larvas o herbivoría..... 50	50
Anexo 10. Parcela número 5. se realizaron observación en todas las parcelas en búsqueda de larvas. .... 50	50
Anexo 11. Área de estudio se encuentra en la Bahía de Panamá por las cercanías de Juan Díaz. .... 51	51
Anexo 12. Dinámicas que ocurren en los manglares. .... 51	51
Anexo 13. Distribución mundial de los manglares..... 52	52
Anexo 14. Distribución de los manglares en el territorio nacional. .... 52	52

## DEDICATORIA

“Dedico esta tesis a mis padres quienes me apoyaron todo el tiempo.

A mi Melissa quien me apoyo y alentó para continuar, cuando parecía que me iba a rendir.

A mis profesores quienes nunca desistieron al enseñarme, a ellos que continuaron depositando su esperanza en mí. Especialmente, al profesor Alonso Santos Murgas.

A quienes revisaron mi tesis y la aprobaron. A todos los que me apoyaron para escribir y concluir esta tesis.

Para ellos es esta dedicatoria de tesis, pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional”.

***Carlos Vargas***

## **AGRADECIMIENTOS**

“Quiero expresar mi gratitud a Dios, a mi familia por siempre apoyarme. Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal de la Universidad de Panamá, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme obtener mi licenciatura”.

“De igual manera, mis agradecimientos a la Facultad de Ciencias Naturales Exactas, a mis profesores en especial al Prof. Alonso Santos Murgas, Prof. Carlos Villarreal y Prof. Raúl Carranza quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad”.

***Carlos Vargas***

## TÍTULO

Efectos de la herbivoría por *Junonia genoveva* (Cramer, 1779) (Lepidoptera: *Nymphalidae*) sobre *Avicenia germinans* (L.) en la Bahía de Panamá.

---

## RESUMEN

La larva de *Junonia genoveva* (Cramer, 1779) se encuentra principalmente en los bosques de mangles en donde se alimentan de los cotiledones y hojas de las plántulas de *Avicennia germinans*, tienen una amplia distribución en diferentes zonas del continente americano como en la zona sur de América del Norte, Centroamérica y Suramérica. Es conocida comúnmente como “mariposa ojos de venado del manglar” o “mariposa cuatro ojos” en otras ocasiones y fue descrita por primera vez por el naturalista neerlandés Pieter Cramer en su libro llamado mariposas de Asia, África y América en 1779. Esta investigación tiene como objetivo presentar el ciclo biológico de la mariposa *J. genoveva* y cómo influye en el crecimiento y desarrollo de las plántulas de *A. germinans* por el efecto de su herbivoría. Se realizó un monitoreo a partir de mayo del 2017 hasta mayo del 2019, con una duración aproximada de 17 meses, a lo largo de transeptos ubicados en el humedal de la Bahía de Panamá, en donde se buscaba la presencia de la larva *J. genoveva*, mediante rastros como herbivoría realizada en las hojas de las plántulas y la presencia de la larva sobre las plántulas. Nuestra metodología consistía en realizar cuadrantes de aproximadamente 2x2 m<sup>2</sup> para luego escoger entre un

número de plántulas que presentaban la herbivoría característica de la larva de la especie estudiada y otras plántulas que se encontraban sin herbivoría visible, para después tomarles foto a las hojas y ser procesarlas mediante el programa ImageJ2.0. Con relación a las larvas, la metodología de colecta era directa, se buscaba especímenes entre las plántulas para ser capturados y llevados a los laboratorios, para la observación de su ciclo biológico. A partir de las recolecciones realizadas, se obtuvo un total de 148 larvas de *J. genoveva* y un total de 650 plántulas de *A. germinans* de las cuales se recolectaron 1 840 hojas (920 herborizadas y 920 sanas); utilizando los datos obtenidos se determinó que las larvas de *J. genoveva* son unos de los principales insectos que se alimentan de plántulas de mangle, específicamente, *Avicennia germinans*, aunque también se puede alimentar de familias como Lamiaceae o Plantagináceae. Se observó que la mayor abundancia de individuos de *J. genoveva*, fue dada en el mes de septiembre con una cantidad de 46 individuos; este aumento de larvas coincide con el periodo de germinación de las semillas de *A. germinans*. En los meses de enero a mayo del 2019; se percibió la ausencia de larvas y un deterioro progresivo de los mangles y sus plántulas, solo pudiendo observar algunos individuos adultos de *J. genoveva*. Se pudo determinar al final de esta investigación que la herbivoría de las larvas de *Junonia genoveva* no afectan de manera significativa el desarrollo de las plántulas de *A. germinans*, ya que las plántulas en los transeptos fueron capaces de recuperarse de la herbivoría, produciendo nuevas hojas y dejando caer las hojas afectadas.

Palabras Claves: Ecología, *A. germinans*, *J. genoveva*, manglares, defoliador.



## ABSTRACT

*J. genoveva* larvae are found mainly in mangrove forests where they feed on the cotyledons and leaves of *A. germinans* seedlings, they have a wide distribution in different areas of the American continent such as in the southern part of North America, Central America, and South America. It is commonly known as the mangrove deer-eyed butterfly or four-eyed butterfly at other times and was first described by the Dutch naturalist Pieter Cramer in his book called Butterflies of Asia, Africa, and America in the year 1779. This research aims to present the biological cycle of the butterfly *J. genoveva*, to determine if herbivory significantly affects the seedlings of *A. germinans*, how they influence the growth and development of seedlings of *A. germinans*, in the Juan Diaz mangroves of Panama Bay, to determine if herbivory significantly affects *A. germinans* seedlings. Monitoring was carried out from May 2017 to May 2019, with an approximate duration of 17 months, along transects located in the wetland of the Panama Bay, where the presence of the *J. genoveva* larva was sought, using traces such as herbivory carried out on the leaves of the seedlings and excreted deposited on the surface of the leaves and at the base of the seedling; Our methodology consisted of making quadrants of approximately 2x2 square meters and then choosing between a number of seedling leaves that had the characteristic herbivory of the larva of the studied species and other leaves that were without visible herbivory, to later take photos and be processed. Through the ImageJ2.0 program. With respect to larvae, the collection methodology was direct, specimens were sought among the seedlings to be captured and taken to the laboratories for the observation of their biological cycle. From the collections carried

out, a total of 148 larvae of *J. genoveva* and a total of 650 seedlings of *A. germinans* were obtained, of which 1 840 leaves were collected (920 consumed and 920 healthy); Using the data obtained, it was determined that the larvae of *J. genoveva* are one of the main insects that feed on mangrove seedlings, specifically *A. germinans*, although they can also feed on families such as Lamiaceae or Plantagináceae. It was observed that the greatest abundance of individuals of *J. genoveva*, was observed in the month of September with a quantity of 46 individuals; this increase in larvae coincides with the germination period of *A. germinans*. In the months of January to May 2019; the absence of larvae and a progressive deterioration of the mangroves and their seedlings were observed, only being able to observe some adult's individuals of *J. genoveva*. It was possible to determine at the end of this investigation that the herbivory of the larvae of *J. genoveva* do not significantly affect the development of the seedlings of *A. germinans* since the seedlings in the transects showed to be able to recover from the herbivory producing new leaves and dropping the affected leaves.

Key Words: Ecology, *A. germinans*, *J. genoveva*, mangroves, defoliator.

**CAPÍTULO I**  
**MARCO TEÓRICO**

## INTRODUCCIÓN

Para comprender la dinámica estudiada en esta investigación debemos iniciar por definir el ecosistema donde se desarrolla la investigación, el agente biológico *J. genoveva* y la dinámica que este efectúa dentro del ecosistema en este caso la herbivoría dentro de los manglares de la Bahía de Panamá. Biológicamente hablando un ecosistema se puede definir como un conjunto complejo de relaciones que se dan entre los diferentes grupos de organismos vivos y el medioambiente en donde estos habitan (Clapham *et al*, 1952; Tansley, 1939), para poder comprender los procesos que ocurren dentro de un ecosistema se debe estudiar como un todo. Dentro de los ecosistemas ocurre lo que llamamos la cadena trófica, que no es más que un ciclo de transmisión de materia y energía que se da por la interacción de los diferentes grupos que forman esta cadena como lo son los siguientes: los organismos productores, los organismos consumidores y los organismos descomponedores (Raymond Lindeman, 1942). Existen cuatro tipos de ecosistemas que se clasifican de acuerdo con el hábitat donde se encuentran estos serían: ecosistemas acuáticos, ecosistemas terrestres, ecosistemas mixtos, ecosistemas microbianos (Raffino, 2020). Los principales componentes de un ecosistema son los elementos abióticos y los elementos bióticos. Esta investigación se enfoca en los ecosistemas mixtos conocidos como los manglares. Podemos definir el manglar como un complejo de comunidades vegetales pertenecientes a la zona intermareal de los márgenes costeros, refiriéndonos a la comunidad de árboles, arbustos y matorrales en donde el principal componente de esta comunidad es el árbol de

mangle. Estos se encuentran distribuidos a lo largo de las costas de varios continentes como América, Europa, Oceanía, África y Asia (Giri *et al.*, 2010). En Panamá, los manglares se encuentran en las costas del Caribe desde Bocas Del Toro a las costas de la comarca Ngöbe Bugle y del lado del Océano Pacífico se pueden encontrar bosques de manglares desde las costas de Chiriquí hasta las costas de Darién. Esta extensión de los manglares en Panamá en total suma un porcentaje de alrededor de 2.3% de la superficie del territorio nacional 170,000 ha (ANAM,1999; Osorio, 1994). Debido a que solo se encuentran en costas, estos ecosistemas son muy propensos a ser afectados y considerando lo importante que son deben ser protegidos y mejor estudiados. Los manglares juegan un papel importante en la producción de materia orgánica. Además, de retener los sedimentos, pueden filtrar las aguas que abastecen a los mantos freáticos, reteniendo desechos y sustancias tóxicas para que no lleguen al mar, desalinizan las aguas que ingresan en tierra firme y forman así reservorios en las zonas interiores, protegen las zonas costeras de la erosión por el agua y el viento y retienen la arena sobre las playas, absorben gases de efecto invernadero, por lo que son de gran ayuda para mitigar el cambio climático (Wilkie y Fortune, 2003). En Panamá, la extensión de cobertura de los mangles se ha visto reducida a través de los años como habíamos mencionado anteriormente. Según los datos obtenidos por Spalding *et al.* (2010) durante los últimos 50 años, se han talado más de la mitad de los manglares existentes. De un total de 360,000 ha estimadas en 1969, para el 2007 quedaban cerca de 170,000; por eso, decimos que nuestros manglares se encuentran en peligro. Los manglares poseen una biodiversidad muy alta, ya que es un ecosistema donde se encuentran especies tanto terrestres como acuáticas,

en este existen especies que solo habitan dentro de ellos, lo que hace a los mangles únicos (Wilson, 1929). Como en todos los ecosistemas dentro de los mangles se dan diferentes dinámicas, una de estas es la depredación en este caso, específicamente, la herbivoría que es el consumo de material vegetal de una planta por parte de animales como, por ejemplo, insectos, mamíferos y reptiles (Jolivet, 1992). La herbivoría foliar puede producir gran daño, afectando negativamente a las plántulas y plantas (Coley, 1983; Dirzo, 1987); en ocasiones si la magnitud del daño ocasionado a la superficie foliar es muy grande podría determinar la supervivencia de las plantas. La herbivoría se da en los diferentes tipos de bosques como, por ejemplo: bosques tropicales y los de mangles, Unos de los principales organismos que efectúan este tipo de depredación son las larvas de lepidópteros (Coley y Barone, 1996). El objetivo de este trabajo es conocer, cuál es el impacto de la herbivoría sobre el crecimiento y supervivencia de las poblaciones de plántulas de *A. germinans*.

## **Antecedentes**

El estudio de la herbivoría de insectos sobre los bosques de manglar ha sido pobremente analizado en Panamá; sin embargo, en algunos países de la región Neotropical se han realizado investigaciones sobre el tema; como los realizados por Tovilla- Hernández (2004), que observaron la herbivoría de los bosques de la Barra del Río Cahoacán en las costas de Chiapas (México); donde observaron que su extensión se ha reducido a lo largo de 30 años, por la alta actividad humana. Además, de que otros factores bióticos como la salinidad y la sedimentación están siendo afectados por la actividad antropogénica, también mencionan la presencia de *J. genoveva* como un factor biológico de riesgo. Otra observación interesante es que estos eventos de defoliación masiva son más comunes en bosques de mangle que poseen una composición monoespecífica, como se encontró que una alta abundancia de larvas de la familia Hyblaeidae (Lepidoptera) en ciertos meses del año (marzo a junio / julio de 1998) donde se daba la transición entre la época lluviosa y seca eran las causantes de esta afectación. Estas larvas se alimentaban de hojas de plantas totalmente desarrolladas de *A. germinans* y no de las plántulas de este mangle (Nair *et al.*, 1985). Mientras que en los bosques mixtos donde se encontraban tanto *A. germinans* y otras especies intercaladas no se observaba una defoliación masiva en las plantas que conformaban ese bosque mixto (Elster *et al.*, 1999). La investigación llevada a cabo por Vera (2013), en los manglares de la ciénaga de La Palmita, Zulia, Venezuela; en donde se buscaba conocer los tipos de herbivoría que realizaban sobre las diferentes familias de plantas que lo conforman

el bosque de mangle; encontraron una alta variedad de herbivoría como mordidas, túneles y raspados en hojas tanto de árboles adultos como de plántulas. Se tiene reportes de herbivoría en bosques de manglares de otras regiones como es el caso de la investigación llevada a cabo por Trisnawati (2019) en manglares aledaños al Instituto de Tecnología Diez de noviembre (ITS) Campus en Surabaya, al este de Java, Indonesia; estos bosques de mangle estaban conformados principalmente por *Rhizophora stylosa*, esta buscaba conocer el impacto que tienen los insectos herbívoros en las hojas de los manglares de *Rhizophora*. Este estudio mostró que la abundancia de los insectos que realizaban herbivoría en estos manglares eran solo el 12.56%, mientras que los insectos que se consideran depredadores eran de 62.31%, mostrando que los insectos herbívoros no son los más predominantes en estos manglares. Posteriormente, calcularon el porcentaje de área foliar afectado por herbivoría (8.48%) y el de hojas que no te estaban herborizadas (7.98%), teniendo como resultado que no hay una diferencia significativa entre ambas.

Álvarez-León (1993) reportó una alta proliferación de larvas de *J. evarete* y como la herbivoría de estas sobre las plántulas de *A. germinans* podrían llegar a afectar su población en un ecosistema que se encuentra perturbado por actividad humana. Según Menezes y Peixoto (2009), en la investigación describen a *A. germinans* como una de las especies que conforman un bosque de manglar, y que a comparación de *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*; *A. germinans*, fue la que mostró una mayor actividad de herbivoría en sus hojas y plántulas, por parte de diferentes herbívoros y especialmente por larvas de *J. genoveva*, estas larvas fueron unas de los herbívoros con mayor actividad dentro del manglar.

Otro caso de herbivoría fue dado en los bosques de manglares en Mai Po, Hong Kong, donde Anderson y Lee (1995) mencionan que los manglares sufrieron defoliación muy fuerte en el verano de 1990, esto fue causado por la larva de Lepidoptera de la familia Pyralidae. Los manglares de esta zona están mayormente conformados por *Avicennia marina*, este mangle en esta región a pesar de sufrir intensos eventos de defoliación fue capaz de regenerar rápidamente las hojas afectadas en alrededor de tres meses esto pudo ser una estrategia o respuesta a la presión que ejercen estas larvas con su herbivoría al mangle, los datos obtenidos de esta investigación les sugiere que la herbivoría que ocurre en dentro de los bosques de manglares influyen su estructura, dependiendo de la intensidad con que esta ocurre.

El investigador Duke (2002) describe un evento de defoliación inusual en los manglares de Port Curtis in Central Queensland, NE Australia. por la larva *Doratifera stenosa* (Lepidoptera: Limacodidae). El comportamiento se consideró inusual ya que los manglares de la especie *Rhizophora* de esa región en particular albergan pocos herbívoros y tienen niveles relativamente bajos de herbivoría, menos del 10%. Durante un período de dos años (1996-1998), se observó que las larvas consumían alrededor del 30-40% de las hojas del dosel cada año, se resalta que el segundo año los manglares se vieron más afectados debido a que ese año la temporada seca duró más tiempo.

## **Justificación**

Es necesario realizar estos estudios dentro de ecosistemas clave como lo es el manglar, para obtener información de la interacción de los organismos que en él viven y se desarrollan, en este caso la larva de *J. genoveva* y poder tener una comprensión más avanzada o definir patrones de comportamiento que puedan indicarnos en qué estado se encuentra dicho ecosistema y cuáles son las posibles causas de cualquier desequilibrio que estos puedan sufrir, como también crear estrategias que nos permitan restaurar el ecosistema.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

- Determinar si la herbivoría realizada por larvas de *J. genoveva* es suficiente para causar una mortalidad de *A. germinans* en los bosques de mangle de la Bahía de Panamá.

### **Objetivos específicos**

- Establecer el porcentaje de herbivoría realizada a las plántulas de *A. germina*.
- Describir el ciclo biológico de la mariposa *J. genoveva*.

# **CAPÍTULO II**

## **METODOLOGÍA**

## Metodología

El área de estudio se ubica en la Bahía de Panamá, específicamente, en los manglares que se a un costado de la planta de tratamiento de aguas residuales del proyecto de Saneamiento de la Bahía de Panamá; ubicado en el corregimiento de Juan Díaz, Distrito de Panamá, Panamá.



Figura 1: Coordenadas del sitio de muestreo de la Bahía de Panamá, Juan Díaz, Panamá.

Se realizaron observaciones biológicas y ecológicas durante 17 meses (mayo 2017- mayo 2018 y luego cinco meses al inicio del 2019 de enero a mayo del 2019) con dos giras por mes, en cinco transectos lineales perpendiculares a la línea costera, cada transecto constaba de aproximadamente 250 metros de largo dentro de los manglares de la Bahía de Panamá, Juan Díaz. Dichas observaciones se realizaron en horas de la mañana usualmente duraban alrededor de dos horas por gira con la

finalidad de determinar cuál es el efecto de la herbivoría de la especie en estudio que en este caso es *J. genoveva*. A partir de estas observaciones y a través de características morfológicas, pudimos identificar y determinar cuál es el alcance de la herbivoría que ejerce sobre las plántulas de *A. germanas*.

Se utilizaron frascos para coleccionar especímenes de las larvas para luego llevarlas al laboratorio y criarles hasta que llegaron a su etapa adulta y poder estar seguro de que es la especie que está sujeta a investigación dentro de los mangles. Durante este tiempo se llegaron a observar varios especímenes adultos en los alrededores de las parcelas que se encontraban en estudio, se procedió a intentar atraparlas con redes entomológicas, pero no fueron capturadas.

Las observaciones se realizaron en cuadrantes de aproximadamente 2x2 m<sup>2</sup> y se coleccionaron plántulas para obtener muestras de hojas sanas y hojas que presentaban herbivoría. El tipo de herbivoría que nos permite saber que se trata precisamente de una larva de *J. genoveva* es como ellas realizan un forrajeo en todo el borde de la hoja, dejando la vena central intacta. Para saber cuánto es el porcentaje de área foliar afectado en la hoja, a estas se les tomaron foto en un fondo blanco con una cámara Colpix360, se digitalizaron y, posteriormente, se utilizó el programa ImageJ 2.0, para determinar la diferencia entre las hojas herborizadas y sanas, se hizo un análisis de Mann-Whitney,

**CAPÍTULO III**  
**RESULTADOS**

## Resultados

Mediante los muestreos y observaciones realizadas durante los 17 meses, se colectaron 148 larvas de *J. genoveva* y 650 plántulas de *A. germinans*. La periodicidad mensual a lo largo del año 2017 muestra que la mayor cantidad de larvas de *J. genoveva* se dio en el mes de septiembre de 2017 con un número total de 46 individuos, además, en los meses de agosto de 2017 y octubre de 2017 se dio un número similar de individuos con 27 y 28, respectivamente (Fig. 2).

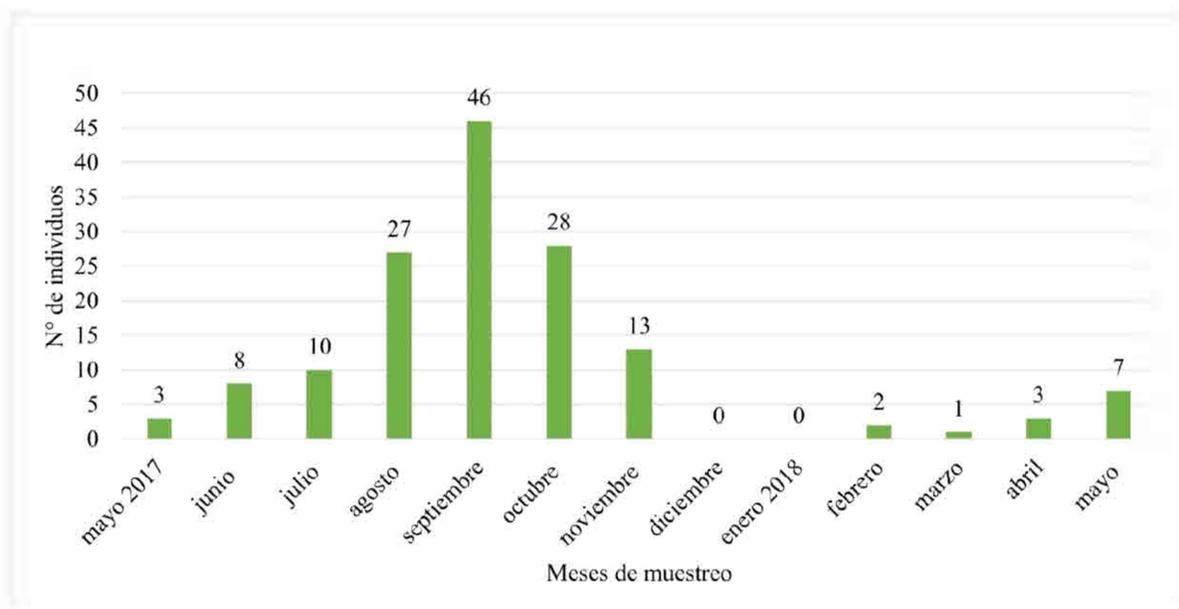


Figura 2: Número de individuos de *J. genoveva* por meses de muestreo

A partir de las plántulas colectadas, se obtuvieron 1840 hojas (920 hojas sanas y 920 herborizadas) para realizar las mediciones del área foliar con la ayuda del programa ImageJ2.0 y cada grupo se le calculó el promedio del área foliar mediante el soporte del programa estadístico Past3.0; donde se aplicó la prueba Mann-Whitney para medir la diferencia de las varianzas de las áreas foliares de las hojas sanas y las hojas herborizadas.

Se encontró que el promedio del área foliar de las hojas herborizadas fue  $4.54 \text{ cm}^3$  y para las hojas sanas fue de  $6.0 \text{ cm}^3$  (Fig. 3). nos indica que la herbivoría realizada por parte de las larvas de *J. genoveva* a las plántulas de *A. germinans* no ocasiona daños significativos lo cual permite que las plántulas puedan generar nuevas hojas y seguir desarrollándose

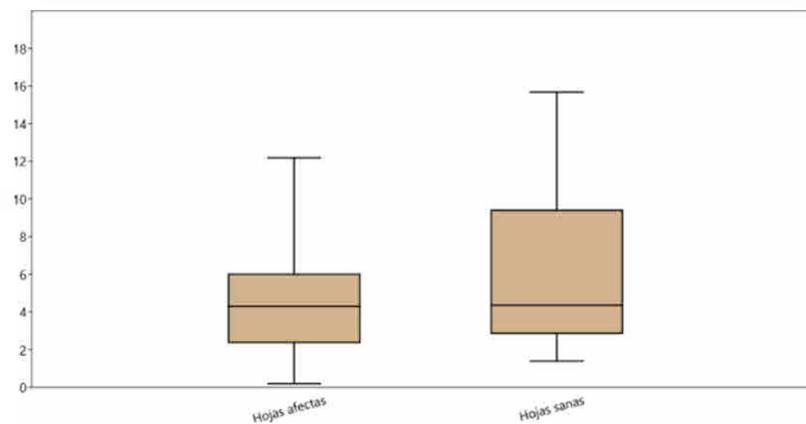


Figura 3. Representación de la media del área foliar entre hojas consumidas y las hojas sanas

## Discusión

Basándonos en los datos obtenidos durante de 17 meses de muestreo de mayo del 2017 a mayo de 2019 en los cuales se muestra la presencia de larvas de *J. genoveva* y cómo varían en abundancia a través del año en los manglares de la Bahía de Panamá. Durante este periodo de muestreo se confirmó la presencia de ejemplares en su estadio adulto como en estadios larvarios, ya que al estadio larvario se le pudo observar alimentándose de las plántulas de *A. germinans*, dejando así su herbivoría distintiva en la hoja. Siendo esto muy parecido a los estudios realizados en los manglares de la ciénaga de La Palmita, estado Zulia, Venezuela por Vera (2013) el cual indica que la presencia de larvas de *J. genoveva* en los bosques de mangles se encuentra estrechamente relacionada al mangle de *A. germinans* debido a que siempre que se reporta su presencia en estadio larvario en estos árboles de mangle siempre alimentándose de sus hojas, podemos contrastar esos datos con nuestra investigación en donde solo se reportaba la presencia de las larvas en plántulas de esta especie de mangle y no en los árboles de *A. germinans* ya desarrollado en su totalidad. Se pudo observar que la principal fuente de alimento de las larvas de *J. genoveva* no solo consiste en la hoja de la plántula, sino que también incluye los cotiledones, debido a que estos poseen un alto valor nutritivo para la larva, ya que necesitan una gran cantidad de nutrientes para realizar su proceso de metamorfosis y llegar a su estadio adulto en el cual estas ya no se alimentan de hojas ni cotiledones, sino que se alimentan de néctar y frutas. Los datos obtenidos en la investigación llevada a cabo en los manglares de

la Ciénega grande ubicados en Colombia por Álvarez-León (2015) nos indican que es bastante común ese tipo de alimentación que no solamente incluyen las hojas, sino también cotiledones.

Los casos de herbivoría en los mangles de la Ciénega grande fueron efectuados por larvas de *J. everate*. Aunque sea una especie diferente a la estudiada en nuestra investigación muestra comportamientos similares o iguales a *J. genoveva*. Otro caso similar se ve en la Península de Braganca, Pará, Brasil donde la mayor parte está cubierta por manglares. En donde la causa de la defoliación masiva de los manglares que estaban compuestos principalmente por el mangle *A. germinans*, fue debido a larvas de Lepidóptera del género Hyblaeidae y a diferencia de nuestra investigación estas larvas sí se alimentaban de hojas de plantas totalmente desarrolladas de *A. germinans* y no de las plántulas de este mangle Medina (2001). La herbivoría presentada en ese bosque es muy parecido, entre estas dos larvas de Lepidóptera, ya que ambas consumen lo que es el limbo o contorno de las hojas de mangle, dejando intacto venaciones y la nervadura de la hoja. Con los datos de esa investigación, se pudo notar que las larvas de *J. genoveva* como las de *Hyblaea puera* dependen del mangle *A. germinans* para poder desarrollarse.

En otro caso parecido al de nuestra investigación (Gara et al, 1999) se menciona la actividad humana de acuicultura en los alrededores de los manglares de la Reserva Ecológica Ecuatoriana de Churute, como causas del deterioro y lo que permite que los eventos de defoliación tengan mayor impacto. De manera similar a otros casos mencionados, este bosque de mangle es mixto y está conformado por *Rhizophora mangle*, *A. germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus* (Anderson 1985). En este caso, la larva *Oiketicus kirbyi* a diferencia de *J. genoveva* es más

específica para *Rhizophora mangle*, ya que la herbivoría más marcada se dio sobre este mangle llegando a tener una defoliación de 80% mientras que *A. germinans* solo tuvo 10% de herbivoría registrada (Gara *et al*, 1999).

De acuerdo con la información obtenida, la presencia de las larvas de *J. genoveva* está relacionada con los meses de germinación de las plántulas de *A. germinans* y el clima en este caso refiriéndonos a la llegada de época lluviosa o seca, de acuerdo con monitoreos realizados la presencia de larvas en los mangles era escasa en los primeros meses del año que coinciden con la época seca en Panamá, Esto último también se observó en el monitoreo realizado de enero a mayo del 2019 donde esta vez no se encontraron especímenes de *J. genoveva* y se pudo percibir un retraso en la llegada de la época lluviosa ese año, pero sí rastros de que hubo herbivoría antes, en algunas hojas de plántulas de mangle, pero estos daños que habían sufrido las hojas ya estaban cicatrizados y otras plántulas ya habían regenerado hojas nuevas. Debido al fenómeno del niño del 2019 se explica el atraso de la llegada de la lluvia y la presencia casi nula de especímenes durante los primeros cinco meses de ese año. Con la llegada de la época lluviosa es cuando se ve una mayor cantidad de larvas en los mangles en condiciones normales. Esto mismo se observó en la investigación llevada a cabo por Menezes (2002) en la Península de Braganca, Pará, Brasil donde se obtuvieron datos que indican que la abundancia de las larvas está estrechamente ligada al cambio de estación de época lluviosa a época seca. Durante esos meses se notaba el aumento en número de larvas de *J. genoveva* y el aumento en su herbivoría sobre los árboles de mangle de *A. germinans*, dando como resultado una defoliación masiva en estos manglares. Ese caso se da cuando no existen fenómenos climatológicos que puedan alterar el

cambio de estación como los son el fenómeno del niño y la niña que con sus efectos pueden afectar la llegada de la temporada seca y la temporada lluviosa, alterando la presencia y abundancia de la larva, también de plantas y otros animales que habitan en los mangles, como ejemplo tenemos los 5 meses del 2019 en el cual dentro del área de estudio no se reportó la presencia de larvas de *J. genoveva* y solo se pudo observar estadios adultos de esta especie en los alrededores. Durante ese tiempo, hubo una prolongación de la época seca, haciendo que las plántulas de *A. germinans* no fueran abundantes y que los brotes nuevos de mangle retrasaran su germinación lo cual nos da una idea de cuán importante son estos dos factores para que la larva de *J. genoveva* pueda desarrollarse dentro de ese ecosistema.

Con lo que respecta al impacto que estas tienen en los bosques de manglar dentro de la Bahía de Panamá, se pudo observar que a pesar de que son uno de los principales insectos que realizan este tipo de depredación sobre plántulas de *A. germinans*, estas fueron capaces de regenerar las hojas afectadas por herbivoría, la mayoría de las plántulas de nuestros transeptos mostraron una resiliencia. Casos como este en donde se dan grandes defoliaciones en bosques de mangles por la herbivoría de larvas de *J. genoveva* u otra especie dentro de este género se reportan en el manglar en la Barra del Río Cahoacán, en la costa de Chiapas en México donde Hernández (2004) menciona que los manglares de esa área se encontraban altamente afectados por actividad humana, alterando los alrededores de estos mangles y haciéndolos mucho más susceptibles a lo que llamamos herbivoría y otros factores biológicos, físicos y químicos. También tenemos el caso de una defoliación masiva en la península de Bragança, Pará, Brasil ya antes mencionada en donde larvas de Lepidóptera causan anualmente una defoliación

masiva en los bosques de mangle de esa área esto es debido a que esos bosques tienen una tendencia de ser monoespecíficos lo cual brinda las condiciones para que se de este evento a esa gran escala y al igual que ocurrió en la investigación realizada esos bosques lograron sobrevivir y muestran gran resiliencia ante este tipo de depredación. La diferencia entre los manglares de la Península de Braganca y los de la Bahía de Panamá es que estos se encuentran menos perturbados y en mejor estado y, por último, tenemos otro caso ya mencionado que es el de los manglares de la Ciénega grande ubicado en Colombia. Estos mangles también comparten la característica de estar rodeados por actividad humana y al igual que en los otros sitios ya mencionados en cierta época del año ocurre un evento de defoliación que es muy parecido al evento ocurrido en nuestra investigación, ya que también es dirigido a las plántulas de *A. germinans* y estas tras el suceso son capaces de regenerarse y seguir desarrollándose, aunque de una manera mucho más lenta por el tema de las alteraciones en sus alrededores que pueden desfavorecer su recuperación.

En estos manglares las causas de la alta mortandad no están directamente relacionadas con la herbivoría ejercida por las larvas de Lepidóptera, sino por otros aspectos químico-físicos. La herbivoría como tal es una dinámica de bosque que ocurre de manera natural, si un ecosistema de bosque se encuentra debilitado por alguna razón ya sean por causas naturales o antropogénicas en casos como la herbivoría, sí pudiera afectar la velocidad de recuperación del bosque. De acuerdo con los resultados y datos obtenidos de esos mangles la herbivoría dada en esas áreas no es suficiente para provocar una mortandad masiva, aunque si pudiera retrasar su recuperación.

## CONCLUSIONES

Las observaciones y muestreos realizados en la bahía de Panamá en el Corregimiento de Juan Díaz durante estos 17 meses permitieron determinar el ciclo de vida de la mariposa *J. genoveva* la cual se observa que está muy ligada a la existencia del mangle *A. germinans*, ya que se ha observado como de su forma de huevo pasan a su estadio larvario para alimentarse de las plántulas de *A. germinans*, para luego entrar en proceso de metamorfosis y llegar su forma adulta. Este proceso ocurre al mismo tiempo que las semillas de mangle comienzan a germinar.

La presencia de las larvas de *J. genoveva* también se encuentra muy ligada al clima en este caso cuando ocurre la transición entre época lluviosa y la época seca como vimos en nuestros resultados en donde el número de abundancia de individuos aumenta durante la época lluviosa que es de inicio de abril finales de diciembre y una menor cantidad de enero a marzo del 2018.

Con respecto a la herbivoría que sufrieron las plántulas en los meses de estudio se se calculó el área foliar y se determinó la diferencia utilizando la prueba de Mann-Whitney, donde se encontró que el promedio del área foliar de las hojas herborizadas fue de 4.54 cm<sup>3</sup> y para las hojas sanas fue de 6.0 cm<sup>3</sup> indicando que no hay significancia entre las medias del área foliar de ambos grupos de hojas, llegando a concluir que la herbivoría realizada por las larvas de *J. genoveva* a las plántulas de *A. germinans* no es suficiente como para causar un alto número de mortandad, pero sí el área donde se desarrollan estos bosques de mangles

muestran niveles altos de perturbación ya sean antropógeno o naturales entonces la herbivoría realizada por esta especie y otras que se alimenten de este mangle podrían retrasar su recuperación. Esto también se ha visto en otras investigaciones realizadas en Colombia donde estudiaban el efecto de la herbivoría en una población de mangles cuya área se encontraba perturbada y llegaron a una conclusión similar a esta investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agráz-Hernández; Noriega-Trejo, R.; López-Portillo, J.; Flores-Verdugo, F.J.; Jiménez-Zacarias, J.J., 2006. Guía de Campo. Identificación de los Manglares en México. Universidad Autónoma de Campeche. 45 p.
- Aguilar-Rodríguez, S., Abundiz-Bonilla L., Barajas-Morales J., 2001. Comparación de la gravedad específica y características anatómicas de la madera de dos comunidades vegetales en México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 72(2): 171–185.
- Álvarez, E., Benítez, D., Velásquez, C., Cogollo, A. 2013. Densidad básica del fuste de árboles del bosque seco en la Costa Caribe de Colombia. Inotrópica 8(1): 17–28.
- Álvarez-León R, 2015. Biodiversidad de la flora y fauna asociada a los manglares de Colombia.
- ANAM Autoridad Nacional del Ambiente. 2003. Plan de Manejo del Paisaje Protegido de los Manglares de Isla Galeta. ANAM (Panamá).
- ANAM. 1999. Recursos Costeros – Marinos de Panamá: análisis de la situación actual. En Estrategia Nacional del Ambiente, Volumen 3. 49 pp. Aksornkoe, S. & N. Paphavasit. 1996.

- ANAM-ARAP Autoridad Nacional del Ambiente y Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá. 2013. Manglares de Panamá: importancia, mejores prácticas y regulaciones vigentes. Panamá: Editora Novo Art, S.A., XX pp.
- ANAM-BID Autoridad Nacional del Ambiente y Banco Interamericano de Desarrollo. 2011. Plan Nacional de Gestión Integrada de Recursos Hídricos de la República de Panamá.
- Badii Mohammad & Quintero José Luis Abreu, 2006. Control biológico una forma sustentable de control de plaga.
- Carlton, Jeffrey, 1974. Land-building and stabilization by mangroves. *Environmental Conservation*. 1(4): 285-294
- 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.
- Clampham, A. R., Tutin, T. G. & Warburg, E. F. 1952. *Flora of the British Isles*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Coley, P. D. 1983. Herbivory and defensive characteristics of tree species in a lowland tropical forest. *Ecological Monographs*, 53: 209- 233.
- Dirzo, R. 1987. Estudios sobre interacciones planta-herbívoro en Los Tuxtlas, Veracruz. In: Clark, D.A., R. Dirzo & N. Fetcher (Eds.). *Ecología y ecofisiología de plantas en los bosques mesoamericanos*. *Revista Biología Tropical*. 35: 119-131.
- Edward O. Wilson. 1929. *Boletín de la Real Academia Sevillana de Buenas Letras: Minervae Baeticae*, 43, 21-46.

- Elster Carola, Perdomo Laura, Polani Jaime & Marie-Luise Schnetter, 1999. Control of *Avicennia germinans* recruitment and survival by *Junonia evarete* larvae in a disturbed mangrove forest in Colombia.
- Eugene G. Munroe, 1951. The genus *Yunonia* in the west indies (Lepidoptera, Nymphalidae).
- Feller, I. C. 2002. The role of herbivory by wood-boring insects in mangrove ecosystems in Belize. *Oikos* 97: 167-176.
- Francis, John K.; Lowe, Carol A., eds. Trabanino, Salvador, traductor. 2000. *Bioecología de Arbóreas Nativos y Exóticos de Puerto Rico y las Indias Occidentales*
- Gara, R. I., Sarango, A. & Cannon, P. G. 1990. Defoliation of an Ecuadorian mangrove forest by the bagworm, *Oiketicus kirbyi* Guilding (Lepidoptera: Psychidae). *Journal of Tropical Forest Science* 3:181–186.
- García, S.; Tapia, A.; Muntané; J. Prat, J. 2012. Evaluación ambiental de la acuicultura de camarón sobre el ecosistema manglar en el tramo bajo del río Jaguaribe.
- Gilman, E. L., Ellison, J., Duke, N. C., & Field, C. 2008 Threats to mangroves from climate change and adaptation options: a review. *Aquatic Botany*, 89(2), 237-250.
- Giri, E. Ochieng, L.L. Tieszen, Z. Zhu, A. Singh, T. Loveland, J. Masek, and N. Duke. 2010. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data.

- Holguín G.; Vázquez P.; Bashan Y. 2001. The Role of Sediment Microorganisms in the Productivity, Conservation, and Rehabilitation of Mangrove Ecosystem. *Biology Fertil Soils*, 33:265-278.
- Johnstone I.M. 1981. Consumo de hojas por herbívoros en rodales mixtos de manglares. *Biotropica*, n. 13, pág. 252-259.
- Jolivet, P. 1992. Insects and plants parallel evolution and adaptations 21 edición, Sandhill Crane Press, Florida. pp 157-163.
- Kathiresan, K. & Qasim, S.Z. 2005 Biodiversity of Mangrove Ecosystems. Hindustan Publishing Corporation: New Delhi, India
- Ken W, Karen L, Catherine E, Donald R, Saintilan Neil, Ruth Reef, Luzhen Chen.,2014. Effect of Sea Level Rise on the Mangrove Ecosystem in Thailand. In *Natural Resources and Development: Mangrove Forest*. Institut Für Wissenschaftliche Zusammenarbeit. Germany. 95 – 104 pp.
- Lindeman, R. L. (1942). The Trophic-Dynamic Aspect of Ecology. *Ecology*, 23(4), 399–417.
- Matthew J. W. Cock Cabi, Bakeham Lane Egham, Surrey, 2017. A preliminary catalogue of the moths (Lepidoptera except Papilionoidea) of Tobago, West Indies.
- Méndez N. 2002. Caracterización de los artrópodos asociados a la hojarasca en el bosque del manglar en la Ciénaga de los Olivitos, Estado Zulia, Venezuela. Tesis de Grado para Magíster Scientiarum en Ecología Aplicada, Mención Ecología Terrestre, Facultad Experimental de Ciencias, Universidad del Zulia, Maracaibo, 109 p.

- Murphy DH 1990. El reconocimiento de algunos insectos asociados con manglares en Tailandia. En: Campo CD (Ed.). Cuatro papeles sobre insectos y meso fauna terrestre en Ranong, v. 7.
- Quirós Jorge; Arias Jorge.; R1, 2013. Taxocenosis de moluscos y crustáceos en raíces de *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) en la bahía de Cispatá, Córdoba, Colombia.
- Raffino, M. E. (2020). Movimiento ecologista.
- Sánchez P., H.; G.A. Ulloa D., and R. Álvarez, L. (eds). 2000. Hacia la recuperación de los manglares del Caribe de Colombia. Impresos Panamericana. Santa Fe de Bogotá, Colombia. 294 p.
- Sánchez P., H.; R. Álvarez L.; O.A. Guevara M., and G.A. Ulloa D. 2000. Lineamientos estratégicos para la conservación y uso sostenible de los manglares de Colombia. Impresos Panamericana. Santa Fe de Bogotá, Colombia. 81 p.
- Tansley, A. G. 1939. The British Islands and their Vegetation. Cambridge University Press, Cambridge.
- Tansley, A.G. 1935: The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology* 16, 284—307.
- Tavares de Menezes L F, Luna Peixoto A. 2009. Leaf damage in a mangrove swamp at Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 32(4):715-724.
- Tavares L.; Luna Ariane Peixoto Luis, 2009. Leaf damage in a mangrove swamp at Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil.

Tovilla C., Andrea V., Guadalupe M., Reyna L. 2004. Recuperación del manglar en la Barra del Río Cahoacán, en la costa de Chiapas.

Vera, Antonio; Martínez, Maritza. 2013. Bosque de manglar: ambiente para la enseñanza y aprendizaje de la Ecología Multiciencias, vol. 13, núm. 1, enero-marzo, pp. 46-52

Warburg, E. F., Tutin, T. G., Clapham, A. R. 1981. Flora of The British Isles  
Published by Cambridge University Press,

Wilkie, M.L. and Fortuna, S, 2003. Status and trends in mangrove area extent worldwide. Forest Resources Assessment Working Paper No. 63. Forest Resources Division. FAO, Rome.

## **ANEXOS**

## Cronograma de monitoreo

**Tabla 1. Muestreo del año 2017**

Mes	Semana				Hora	Observaciones
	1	2	3	4		
may-17		Día 14		Día 29	2 horas	Se observaron y se logró recolectar 3 especímenes en total dentro de las parcelas establecidas <i>J.genoveve</i> también se tomaron muestras de hojas con y sin herbivoría presente en ellas.
jun-17	Día 5	Día 13			2 horas	Se observaron y se logró recolectar un total de 8 especímenes de <i>J.genoveve</i> en las parcelas establecidas y luego se procedió a tomar muestras de hojas con y sin herbivoría.
jul-17	Día 4		Día 21		2 horas	Se observaron y recolectaron unos 10 especímenes de <i>J. genoveve</i> en las parcelas establecidas, se notó un leve aumento de la presencia de larvas en el área de estudio. también se realizó recolecta de hojas con herbivoría y sin herbivoría.
ago-17		Día 8		Día 25	2 horas	Se observaron y recolectaron 27 especímenes de <i>J.genoveve</i> en las parcelas establecidas, la presencia de las larvas aumento considerablemente en comparación de los meses anteriores en el área de estudio. También se realizó recolecta de material vegetal.
sep-17		Día 10		Día 30	2 horas	Se observaron y colectaron 47 especímenes de <i>J.genoveve</i> en las parcelas establecidas, se notó otro aumento de la presencia de las larvas en el área de estudio. se realizó la colecta de hojas con herbivoría y sin herbivoría. Hasta ahora es el mayor número de especímenes encontrados en el sitio de estudio.
oct-17			Día 22	Día 30	2 horas	Se observaron y recolectaron 28 especímenes de <i>J.genoveve</i> en las parcelas establecidas a comparación con el mes pasado su número disminuyo un poco, pero sigue siendo mayor que los primeros 4 meses de colecta. Se realizo también colecta de material vegetal con y sin herbivoría.
nov-17	Día 3		Día 20		2 horas	Se observaron y recolectaron 13 especímenes de <i>J.genoveve</i> en las parcelas establecidas, el número de larvas disminuyo. Considerablemente en comparación de los meses de agosto, septiembre y octubre. Se realizo recolecta de hojas con y sin herbivoría.
dic-17	Día 2			Día 23	2 horas	No se observaron ni encontraron especímenes en las parcelas establecidas a lo largo del área de estudio, se observó rastros de herbivoría realizada en meses anteriores en algunas plántulas y algunos especímenes adultos.

**Cuadro 1. Calendario de muestreo del año 2017**

**Tabla 2. Muestreo del año 2018**

Mes	Semana				Hora	Observaciones
	1	2	3	4		
ene-18		Día 9		Día 27	2 horas	No se observaron ni encontraron especímenes en las parcelas establecidas a lo largo del área de estudio, se observó rastros de herbivoría realizada en meses anteriores en algunas plántulas y algunos especímenes adultos.
feb-18			Día 15	Día 30	2 horas	Se encontraron 2 especímenes en las parcelas establecidas y se tomó recolecta de hojas con y sin herbivoría.
mar-18	Día 4		Día 15		2 horas	Se encontró 1 espécimen en las parcelas establecidas, durante estos meses al parecer su presencia no es nula, pero sí muy baja.
abr-18		Día 8		Día 26	2 horas	Se encontraron 3 especímenes en las parcelas establecidas el número de larvas encontradas durante los primeros meses se mantiene bajo.
may-18	Día 1 y 7				2 horas	Se encontraron 7 especímenes en las parcelas establecidas, comienza a notarse un aumento en la presencia de esta larva en el área de estudio, se tomaron muestras de hojas con y sin herbivoría.

**Cuadro 2. Calendario de muestreo del año 2018**

**Tabla 3. Muestreo del año 2019**

Mes	Semana				Hora	Observaciones
	1	2	3	4		
ene-19		Día 8	Día 16		2 horas	Se observó 5 estadios adultos de <i>Junonia genoveva</i> en unos de los sitios de estudio y se realizó un monitoreo de las hojas en plántulas al azar en cada cuadrante para detectar si había herbivoría.
feb-19			Día 18	Día 25	2 horas	Se observó estadios larvarios de <i>Junonia genoveva</i> en los 3 sitios de estudio y luego se realizó un monitoreo de las hojas en plántulas al azar en cada cuadrante para detectar si había herbivoría.
mar-19			Día 19 y 21		2 horas	No se observó estadios larvarios de <i>Junonia genoveva</i> , en los 3 puntos se realizó un monitoreo de herbivoría en las hojas de las plántulas de mangle blanco. Además, se notó un declive en el número de plántulas de mangle blanco y otras especies vegetales en los sitios de estudio.
abr-19	Día 1 y 4				2 horas	No se observó estadios larvarios de <i>Junonia genoveva</i> , en los 3 puntos se realizó un monitoreo de herbivoría en las hojas de las plántulas de mangle blanco. Además, se notó un declive en el número de plántulas de mangle blanco y otras especies vegetales en los sitios de estudio y también un deterioro gradual de las plántulas.
may-19		Día 14	Día 23		2 horas	No se observó estadios larvarios de <i>Junonia genoveva</i> , se realizó un monitoreo de herbivoría en las hojas de las plántulas de mangle blanco. Se notó un declive muy marcado en el número de plántulas de mangle blanco y otras especies vegetales en los sitios de estudio y un deterioro mucho más fuerte en las plántulas hasta el punto de reducir drásticamente el número de plántulas.

**Cuadro 3. Calendario de muestreo del año 2019**

Anexo 1. Larva de *J. genoveva*, realizando herbivoría en hojas de plántula de *A. germinans*. las larvas en este estadio suelen alimentarse en grandes cantidades para lograr un desarrollo adecuado.



Anexo 2. Larva de *J. Genoveva*, realizando herbivoría en cotiledones de plántula de *A. germinans*. los cotiledones de las plántulas de mangle contienen una alta cantidad de nutrientes los cuales le son de mucha utilidad a la larva.



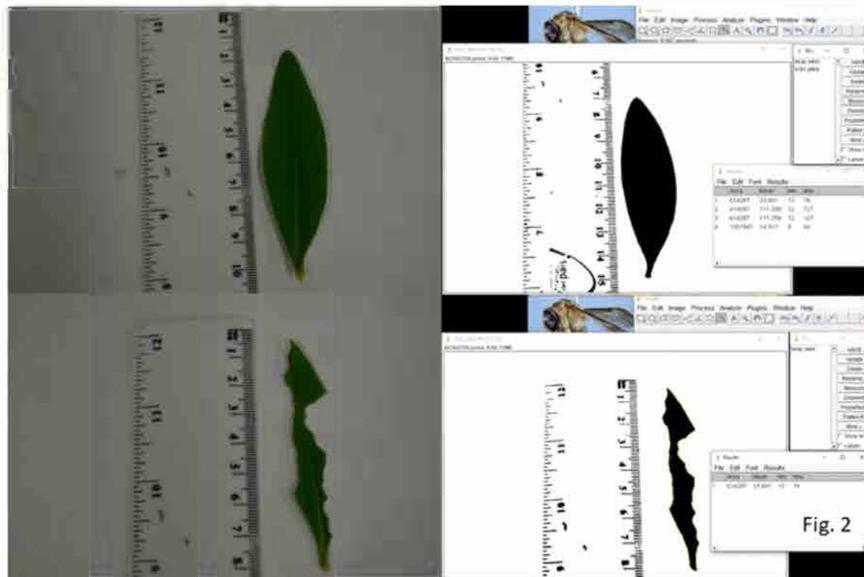
Anexo 3. Pupa de *J. genoveva*: Después de consumir la cantidad necesaria de material vegetal las larvas entran en fase de pupa para luego llegar a su estadio adulto.



Anexo 4. Estadio adulto de *J. genoveva* después de pasar por el proceso de metamorfosis que ocurre dentro de la pupa la larva llega a su último estadio.



## Anexo 5. Medición de área foliar de las hojas sanas y con herbivoría



Anexo6. Parcela número 1 Esta parcela está ubicada en la Bahía de Panamá en las cercanías del proyecto de planta de tratamiento de agua residuales.



Anexo 7. Parcela número 2 Esta parcela está ubicada en la Bahía de Panamá en las cercanías del proyecto de planta de tratamiento de agua residuales.



Anexo 8. Parcela número 3, esta parcela está ubicada en la Bahía de Panamá en las ya un poco más alejada del proyecto de planta de tratamiento de agua residuales.



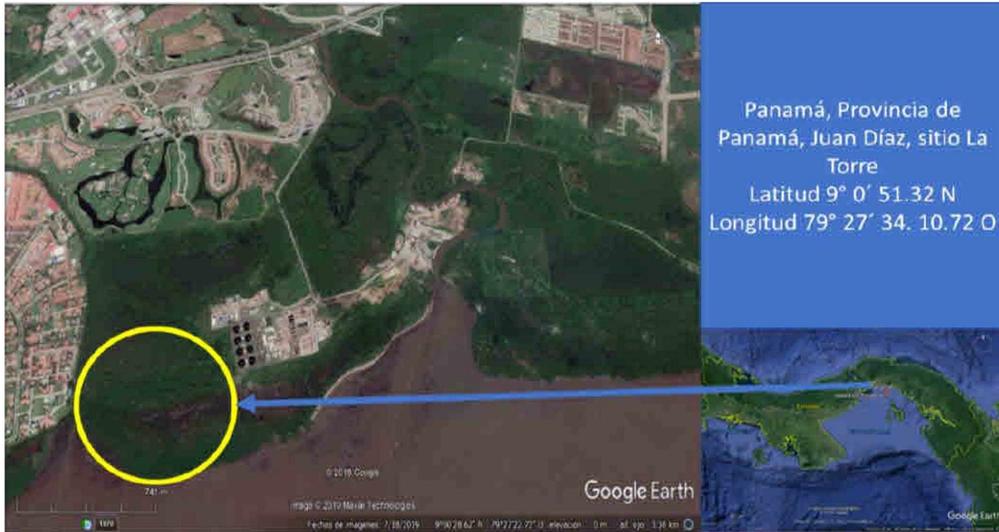
Anexo 9. Parcela número 4, realizando búsqueda de rastros que indiquen la presencia de larvas o herbivoría.



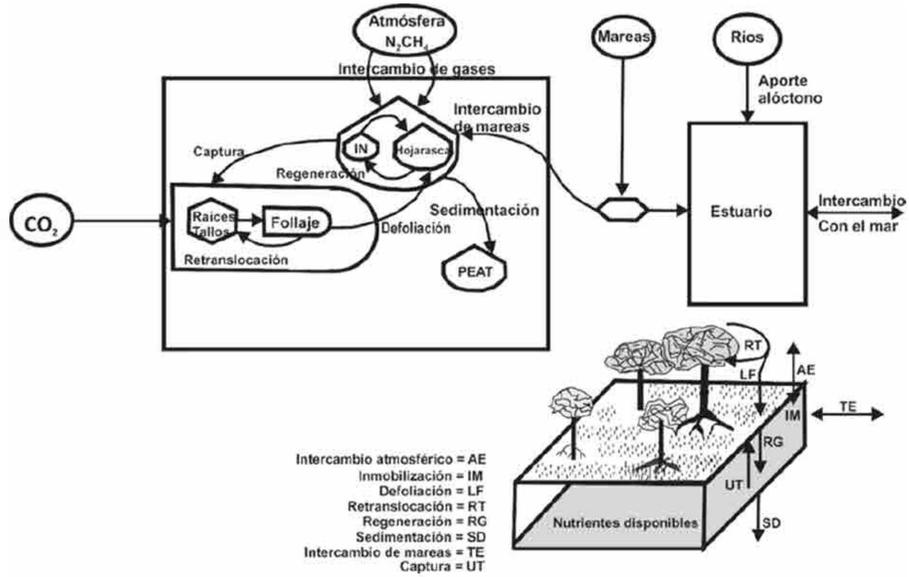
Anexo 10. Parcela número 5, se realizaron observaciones en todas las parcelas en búsqueda de larvas.



Anexo 11. Área de estudio se encuentra en la Bahía de Panamá por las cercanías de Juan Díaz.



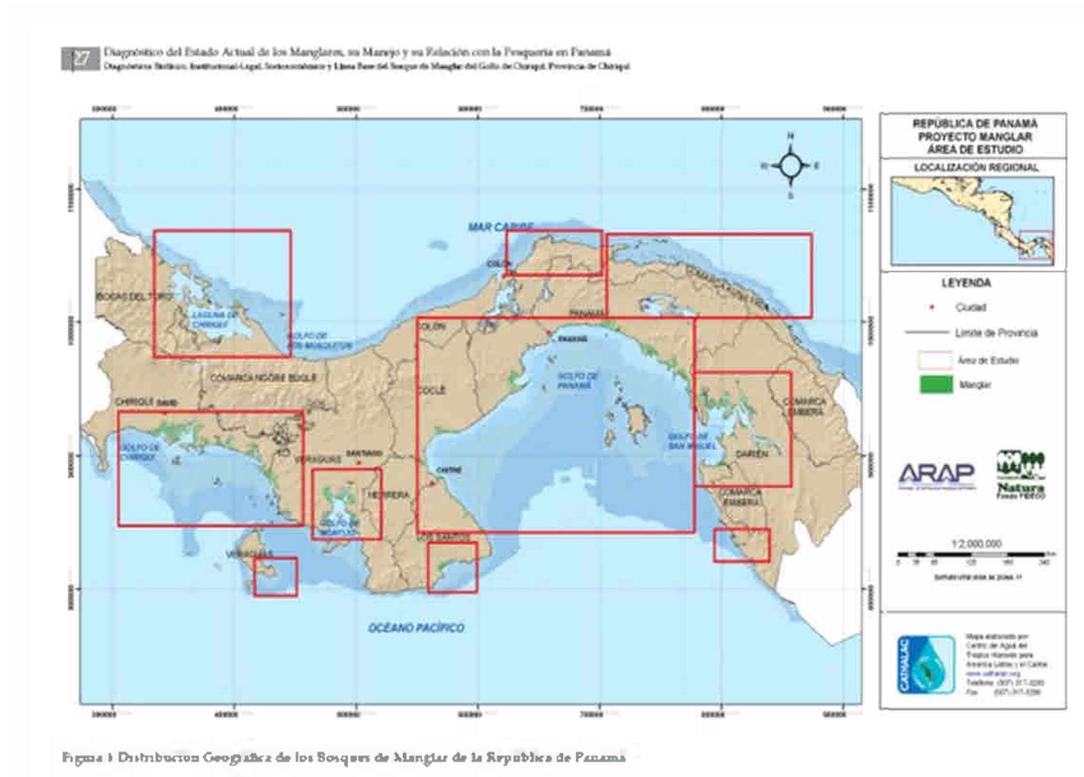
Anexo 12. Dinámicas que ocurren dentro de los bosques de manglares.



Anexo13. Distribución mundial de los manglares



Anexo 14. Distribución de los manglares en el territorio nacional. (National Geographic magazine, 2007)



ANAM-ARAP Autoridad Nacional del Ambiente y Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá. 2013.