

Daño foliar ocasionado por la herbivoría en árboles de mangle negro (*Avicennia germinans* L.) en Tabasco, México

Leaf damage caused by herbivory on black mangrove (*Avicennia germinans* L.) trees in Tabasco, México

Erika Gómez-García,¹ Alejandra Soto-Estrada,¹ Ángel Sol-Sánchez,² Arturo Pérez-Vázquez,¹ Saúl Sánchez-Soto² y Octavio Ruíz-Rosado¹

¹ Colegio de Posgraduados Campus Veracruz Km 88,5, carretera Xalapa-Veracruz Predio Tepetates, Veracruz, México, C.P. 91690, Teléf.: +52(229)2010770, gomez.erika@colpos.mx, alejandras@colpos.mx, octavior@colpos.mx, parturo@colpos.mx

² Colegio de Posgraduados Campus Tabasco. Periférico Carlos A. Molina carretera Cárdenas-Huimanguillo Km 3., Tabasco, México, C.P. 86500, sssoto@colpos.mx, sol@colpos.mx

RESUMEN

Los manglares están sujetos a disturbios naturales ocasionados por agentes bióticos y abióticos. La incidencia de *Anacamptodes* sp. en Tabasco, México, en 2010, afectó 3841 ha de mangle negro. Se evaluó el daño foliar por la herbivoría en árboles de mangle negro en Las Coloradas, Ampliación Las Aldeas, Tabasco. Se estableció una parcela de 1000 m², seleccionando 28 árboles plantados y 28 de regeneración natural. Se evaluaron las variables daño foliar, altura y diámetro en las épocas de seca, lluvias y nortes de 2013 y 2014; también se identificaron los organismos causantes del daño foliar. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo de parcelas divididas, considerando como parcela grande la categoría de árbol, y como parcela chica la época. Para el daño foliar se realizó un Anova ($p < 0,05$) y se determinó el coeficiente de correlación de Pearson entre el área foliar dañada y las variables de crecimiento. No existieron diferencias significativas para el porcentaje de área foliar dañada entre categorías de árboles, en contraste con la época y la interacción categoría de árbol por época. Los porcentajes mayores de daño foliar se observaron en las épocas de nortes de 2013 y seca de 2014. En los árboles plantados, el porcentaje mayor de área foliar dañada se registró en la época de seca (20,17 %) y lluvias (16,72 %) de 2013. El coeficiente de correlación de Pearson fue bajo tanto para la relación daño foliar y altura ($r = -0,13$; $p = 0,047$) como para la relación daño foliar y diámetro ($r = 0,16$; $p = 0,38$). Las orugas de *Junonia* sp., saltamontes de las familias *Acrididae* y *Tettigoniidae* y cangrejos (*Aratus pisonii*), ocasionaron daño foliar que consistió en el consumo del área foliar de los márgenes de las hojas, el cual no afectó significativamente el crecimiento de los árboles.

Palabras claves: área foliar, defoliación, manglar.

ABSTRACT

Mangrove swamps are exposed to natural disturbances caused by biotic and abiotic factors. In 2010, the incidence of *Anacamptodes* sp. affected 3,841 ha of black mangrove in Tabasco, México. Therefore, leaf herbivory damage on black mangrove trees in Las Coloradas, Ampliación Las Aldeas, Tabasco was evaluated. In a plot of 1000 m², 28 black mangrove manually planted trees and 28 naturally regenerated trees were selected. Leaf damage, tree height, and stem diameter variables measured during dry, rainy and windy seasons in 201 and 2014; besides, organisms responsible of leaf damage were identifying. A randomly complete design in split plot arrangement was used considering the tree category and the season as big and small plots, respectively. For leaf damage data, an Anova ($p < 0.05$) was performed while Pearson correlation coefficient was determined between leaf area damaged and growth variables. There was not significant differences between tree categories for leaf damage variable; in contrast, significant differences were observed in relation to the season and the interaction tree category x season. The highest leaf damage values were register during windy season in 2013 and dry season in 2014. Planted trees registered higher leaf damage during the dry (20.17 %) and rainy (16.72 %) season of 2013. There was found a low significant Pearson correlation coefficient between leaf damaged and tree height ($r = -0.13$; $p = 0.047$) and between leaf damaged and stem diameter ($r = 0.16$; $p = 0.38$). Foliar damage was caused by caterpillars of *Junonia* sp. grasshoppers of the family *Acrididae* and *Tettigoniidae* and crabs (*Aratus pisonii*), and consisted on consumption of leaf area around leaf edges; this damage did not significantly affect the growth of black mangrove trees.

Key words: leaf area, defoliation, mangrove.

INTRODUCCIÓN

El manglar constituye un ecosistema costero de importancia ecológica, económica y social en las zonas

tropicales del mundo, con una superficie aproximada de 16 530 000 ha [Conabio, 2008]. Su diversidad com-

prende 60 especies de mangle, de las cuales cuatro, *Rhizophora mangle* L., *Laguncularia racemosa* L., *Conocarpus erectus* L. y *Avicennia germinans* L. están registradas en México; estas en conjunto ocupan una superficie nacional de 655 667 ha, de las cuales 45 210 ha (6,3 %) se localizan en el estado de Tabasco [Domínguez *et al.*, 2011].

El deterioro y alteración de los manglares en México, particularmente en Tabasco, se debe principalmente a actividades antrópicas, como la tala clandestina, el cambio de uso del suelo para el establecimiento de pastizales, cultivos agrícolas e infraestructuras para el cultivo de camarón, desarrollo turístico y urbano y construcción de carreteras, y la contaminación ocasionada por la industria petrolera [Díaz, 2011; Domínguez *et al.*, 2011]. Los manglares también están sujetos a disturbios naturales ocasionados por agentes abióticos como los huracanes y tormentas [Palacio *et al.*, 1999; Ruiz *et al.*, 2013] y al daño provocado por agentes biológicos como las plagas y enfermedades [Castillo, 2001; Cruz *et al.*, 2004; Menezes y Peixoto, 2009; Flores *et al.*, 2014].

Con respecto a los factores anteriores, en septiembre y octubre de 1995, después del paso de los huracanes Opal y Roxanne por la costa del Golfo de México en los estados de Campeche y Tabasco, México, se presentó una plaga identificada como *Anacamptodes* sp. (Lepidoptera: Geometridae) que defolió severamente árboles de mangle negro (*A. germinans*), rojo (*R. mangle*) y blanco (*L. racemosa*) en 200 ha de manglar localizadas en ambos márgenes del río San Pedro y San Pablo, que divide a dichos estados. Como consecuencia de la defoliación sobrevino la muerte de los árboles en una superficie de 80 ha [Orozco, 1997; Palacio *et al.*, 1999] al grado que la pérdida en madera se estimó en 53 522 m³ r/ha⁻¹. En 2010 esta misma plaga incidió nuevamente en Tabasco afectando 3,841 ha de mangle negro en la costa de los municipios de Cárdenas, Huimanguillo y Paraíso. La pérdida de madera de árboles muertos se cuantificó en 50 ha, estimando un valor promedio de 38.3 m³ha⁻¹ [Sol *et al.*, 2015].

Considerando los daños ocasionados, paralelamente a la regeneración natural, en 2012 se reforestaron 50 ha de mangle negro en el ejido Las Coloradas, Ampliación Las Aldeas [Sol *et al.*, 2012], esto con la finalidad de proteger y conservar el manglar. En virtud de que la plaga ocasionó daños tanto a árboles jóvenes y adultos, esta área reforestada se consideró importante para dar seguimiento al proceso de conservación del

manglar y realizar algunos estudios más puntuales, como es el caso del daño ocasionado por insectos defoliadores. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue estimar el daño foliar por la herbivoría en las poblaciones de *A. germinans* en el ejido Las Coloradas, Ampliación Las Aldeas de Cárdenas, Tabasco, México, además de identificar el posible agente causal.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el área de manglar afectada por *Anacamptodes* sp., en el ejido Las Coloradas, Ampliación Las Aldeas, Cárdenas, Tabasco. En esta zona la vegetación está compuesta principalmente por las especies de mangle *R. mangle*, *L. racemosa* y *A. germinans*; algunas especies que se encuentran en asociación son *Batis maritima* L. (Bataceae), *Spartina spartinae* (Trin.) Merr. (Poaceae), *Sesuvium portulacastrum* L. (Aizoaceae), *Acchmea bracteata* (Sw.) Griseb. (Bromeliaceae), *Achrostrichum aureum* L. (Pteridaceae), entre otras. La vegetación adyacente al manglar está compuesta principalmente por plantaciones de pastizales y coco, además de vegetación hidrófila [Hernández, 2013].

El clima en la zona es cálido húmedo con lluvias intensas en verano; la temperatura media anual es de 26 °C, siendo la mínima de 20 °C registrada en diciembre y enero, y la máxima de 30,3 °C registrada en mayo. La precipitación anual es de 2163 mm con promedio máximo mensual de 335 mm en septiembre y un mínimo de 10 mm en abril; los cuerpos de agua corresponden al de la laguna La Machona, cuya superficie es de 6500 ha, que pertenece al sistema fluvial Grijalva-Usumacinta [Marín-Mezquita *et al.*, 1997].

En las coordenadas 18°19'56,7" LN y 93°33'33,8" LO se estableció una parcela de monitoreo de 1000 m² (20 m x 50 m) ubicada en una zona con suelos expuestos a inundaciones en temporada de lluvias, donde la regeneración natural de mangle negro fue más abundante que en otras zonas. La parcela se dividió en cinco subparcelas de 10 m x 20 m (200 m²), de las cuales tres se consideraron para realizar las evaluaciones correspondientes, quedando separadas por las dos subparcelas restantes para amortiguar un posible efecto de borde.

Para el trabajo de investigación se consideraron dos categorías de árboles, plantados y de regeneración natural. Los primeros procedieron de un vivero de la comunidad de estudio, donde se fertilizaron en dos

ocasiones con Triple 17 y posteriormente con fertilizante foliar; estos se plantaron en julio de 2012 [Sol *et al.*, 2012]. Para los árboles de regeneración natural se consideraron aquellos presentes en la parcela. De cada categoría de árbol, se seleccionaron 28, de los cuales once se encontraban en la subparcela 1, ocho en la subparcela 2 y nueve en la subparcela 3. La selección de ellos se realizó del 20 al 22 de febrero de 2013. En total se seleccionaron 56 árboles con altura de 80 cm aproximadamente para ambas categorías de árboles.

Las variables evaluadas fueron daño foliar, altura del árbol y diámetro del tallo. Para el daño foliar, en cada muestreo se seleccionaron seis hojas por árbol, dos en la parte baja, dos en medio y dos en el dosel del árbol. En el primer muestreo se evaluaron un total de 336 hojas, número que disminuyó gradualmente en cada muestreo debido a la muerte de algunos árboles bajo evaluación. En total se evaluaron 1206 hojas considerando los seis muestreos. Se utilizó una escala de cinco niveles elaborada con base en los trabajos de Mohamed *et al.* (1995) y Fernández (2002) (Tabla 1). La escala se validó previamente utilizando 60 hojas de mangle negro dañadas y 60 hojas sanas que fueron seleccionadas al azar y provenientes de diez árboles plantados en la parcela establecida. Se seleccionaron y se cortaron seis hojas por árbol considerando tres tamaños de longitud: grande (9-10 cm), mediana (7-8 cm) y chica (5 cm). La longitud abarcó desde la base del peciolo hasta el ápice de la misma. Posteriormente, estas hojas fueron trasladadas al Laboratorio de Fisiología Vegetal del Colegio de Posgraduados, Campus Tabasco, donde se midió el área foliar mediante un escáner Licor LI-3100 C Área meter (cm²). El daño de la hoja se determinó por la diferencia de valor de área foliar de las hojas dañadas y las sanas. Para determinar la posible relación del daño foliar y las variables de crecimiento de los árboles, se midió la altura de los mismos a partir de su base hasta la copa usando un flexómetro y el diámetro del tallo mediante un vernier, a la altura de 4 cm a partir de su base.

Tabla 1. Escala de evaluación para medir el área foliar dañada por la herbivoría en *A. germinans*

Escala	Área foliar dañada (%)
0	Sanas
1	1 a 19
2	20 a 49
3	50 a 79
4	> 80

Las mediciones se llevaron a cabo durante las tres épocas del año definidas con base en el régimen de precipitaciones del estado de Tabasco: seca, lluvias y nortes [Aceves *et al.*, 2008]. Aquellas correspondientes a la época seca se realizaron del 23 de febrero al 2 de marzo de 2013, y del 3 al 8 de marzo de 2014; para la época de lluvias del 29 de junio al 5 de julio en 2013, y del 7 al 12 de julio en 2014; para la época nortes del 4 al 10 de noviembre de 2013 y del 4 al 11 de noviembre de 2014.

Para conocer sobre los posibles organismos causantes del daño foliar, al momento de las evaluaciones de 2014 se recolectaron invertebrados encontrados en las hojas de árboles de mangle negro. Los individuos se colocaron en viales de vidrio de 100 mL, conteniendo alcohol al 70 %, y se guardaron hasta y posterior al momento de su identificación en el Laboratorio de Entomología del Campus Tabasco. Su identificación y se realizó a nivel de clase, orden, familia o género.

El diseño experimental consistió en un diseño completamente al azar con arreglo de parcelas divididas, donde la parcela grande fue la categoría de árboles y la parcela chica los muestreos (6) realizados en las tres épocas durante dos años; las unidades experimentales fueron las hojas de los árboles seleccionados. Con los datos de porcentajes de daño foliar obtenidos se realizó una prueba de Bartlett ($p < 0,05$) para corroborar el supuesto de homogeneidad de varianzas y la prueba de Shapiro-Wilk para el supuesto de normalidad. Debido a que los datos no cumplieron con los supuestos, estos se transformaron con arcoseno. Una vez transformados, se realizó un análisis de varianza (Anova) y una prueba de comparación de medias Tukey ($p < 0,05$). También se determinó el coeficiente de correlación de Pearson para asociar el daño foliar y el crecimiento en altura y diámetro de los árboles previamente seleccionados, utilizando el programa SAS versión 9.1 [SAS, 1995].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico no mostró diferencias estadísticas significativas para el porcentaje de área foliar dañada entre los árboles plantados y los árboles de regeneración natural, en contraste con la época y la interacción categoría de árbol por época (Tabla 2). Aun cuando no hubo diferencias significativas entre categorías de árbol, los plantados presentaron daño que osciló del 8,3 y el 82,5 %, mientras que para los

de regeneración natural el daño fluctuó entre el 7,6 y el 86,1 %. En manglares de Belice, Farnsworth y Ellison (1991) registraron alrededor del 5 % de área

foliar dañada en los márgenes de las hojas en plantas de *A. germinans*, coincidiendo con los resultados de la presente investigación.

Tabla 2. Análisis de varianza del arcoseno de los porcentajes de daño foliar de árboles de *A. germinans* del ejido Las Coloradas, Ampliación Las Aldeas de Cárdenas, Tabasco

<i>F.V.</i>	<i>G.L.</i>	<i>CM daño foliar</i>
Modelo	11	0,30021337*
Error	1194	0,07033075
Total corregido	1205	
Categoría de árbol	1	0,02772228 NS
Época	5	0,21319242*
Categoría de árbol por época	9	0,38729640*

CM: Cuadrado de la media, *Significativo ($p < 0,05$), NS: No Significativo.

El daño foliar registrado consistió básicamente en el consumo del área foliar de los márgenes de las hojas en ambas categorías de árbol (*Fig. 1 a,b*). Una posible interpretación de esto es que tanto árboles plantados como de regeneración natural no presentaron características diferentes que indujeran a los organismos causantes del daño foliar a tener alguna preferencia alimenticia, aun cuando los primeros fueron fertilizados en el vivero. Al respecto, Farnsworth y Ellison (1991) consideran que el enriquecimiento nutritivo

de árboles de manglar no se relaciona con el daño que ocasiona la herbivoría. La especie *Anacamptodes* sp., que constituyó una plaga defoliadora en 1995 y 2010, también presenta el patrón de consumo que se reporta; sin embargo, dicha especie tiene un comportamiento voraz debido a que consume toda la hoja, dejando solo las nervaduras de las mismas e interfiriendo en los procesos de fotosíntesis, transpiración y translocación de los nutrimentos de los árboles debido a que puede causar defoliación total [INE, 2000].



Figura 1. Daño foliar en los márgenes de las hojas de árboles plantados (a) y de regeneración natural (b) de *A. germinans* en el manglar del ejido Las Coloradas, Ampliación Las Aldeas, Cárdenas, Tabasco.

El 3,0 % del total de las hojas presentaron daños foliares severos con valores del 82,5 y 86,1 % para los árboles plantados y regenerados, respectivamente. Resulta importante señalar que este daño fue más recurrente en las hojas superiores o jóvenes. Estos valores de daño fueron altos en comparación con los reportados por Romero *et al.* (2006), quienes obtu-

vieron el 62 % de la pérdida de material foliar en el margen de las hojas de mangle negro de la costa pacífica colombiana, y el daño también fue causado por herbívoros masticadores presentes en dicho manglar. Asimismo, en Nueva Guinea y Australia, Robertson *et al.* (1992) demostraron que los insectos masticadores ocasionan pérdidas de área foliar en los árboles de

mangle. Menezes y Peixoto (2009) encontraron el 80 % de área foliar dañada con las mismas características en plantas de *Avicennia schaueriana* en Brasil; sin embargo, en la información se desconoce la edad o posición de las hojas donde ocurrió el daño.

Existieron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) para el factor época. Los porcentajes mayores de daño foliar se observaron en las épocas de nortes de 2013 y seca de 2014, y los menores en lluvias y nortes de 2014 (Fig. 2). Contrariamente Earlester *et al.* (1999) y Schowalter (2011) registraron que los insectos herbívoros causan daño foliar principalmente en mangle negro de agosto a diciembre (épocas de lluvias y nortes) en Colombia; mientras, Menezes y

Peixoto (2009) también observaron daño en hojas de *A. germinans* en época de lluvia en Brasil. Estas diferencias podrían estar relacionadas con las especies de insectos presentes en cada región; sin embargo, de manera general Schowalter (2011) asevera que los períodos de herbivoría están más asociados a la sequía que a las lluvias. Igualmente, Sousa y Dangremon (2011) consideran que los eventos estacionales ocurren a partir de abril y mayo, aumentando la herbivoría y ocasionando la defoliación total de los árboles en un intervalo de tres meses. Por lo tanto, en este tipo de estudios es importante conocer el tipo de hospedero y la dinámica poblacional de los organismos involucrados.

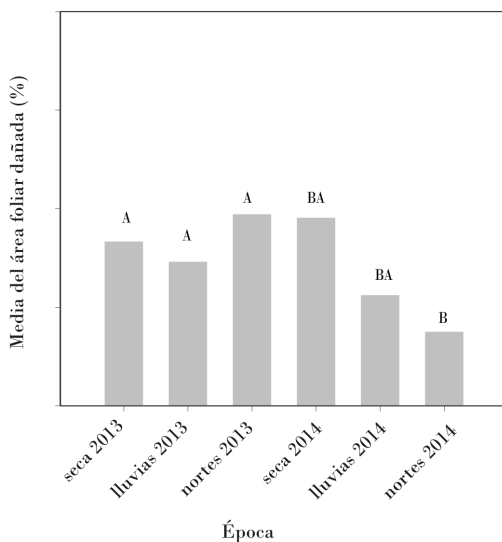


Figura 2. Porcentaje de área foliar dañada en árboles de *A. germinans* en tres épocas del año durante el período 2013-2014. Medias con la misma letra son estadísticamente iguales con la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Con respecto a la interacción entre la categoría de árbol por época, también presentó diferencias estadísticas para la variable evaluada (Tabla 2). En la Fig. 3 se observan los resultados del daño foliar en ambas categorías de árboles en los seis muestreos. En los árboles plantados se registró el porcentaje mayor de área foliar dañada en la época de seca (20,17 %) y lluvias (16,72 %) de 2013, el cual decreció gradualmente hasta el período de la época de nortes de 2014, registrando un valor del 8,75 %. En árboles de regeneración natural el daño foliar presentó un comportamiento diferente al de los árboles plantados, presentando los porcentajes más altos de daños en la época de nortes 2013 (2,85 %) y seca 2014 (27,53 %), y además presentaron los porcentajes más altos de daño.

En relación con los herbívoros encontrados sobre el follaje de los árboles, estos se identificaron como orugas de *Junonia* sp. (Insecta: Lepidoptera: Nymphalidae), saltamontes de las familias Acrididae y Tettigoniidae (Insecta: Orthoptera), y una especie pequeña de cangrejo (Crustacea), posiblemente la especie *A. pisonii* (H. Milne Edwards, 1837), común en el estado de Tabasco [Barba *et al.*, 2010] (Tabla 3). Menezes y Peixoto (2009) indican que los organismos que consumen el área foliar de los márgenes de las hojas de mangle en Río de Janeiro, Brasil, son insectos del orden Lepidoptera; la especie *Junonia evarete* (Cramer, 1775) del orden Orthoptera (Tettigoniidae), así como el cangrejo *A. pisonii* (Crustacea). Aunque solo se observó a la especie *Junonia* sp. alimentarse

del follaje de los árboles evaluados, es probable que también los ortópteros y cangrejos se alimenten de las hojas, y en conjunto sean los principales causantes del daño foliar en plantas de mangle negro. En Florida, Estados Unidos, esta especie de cangrejo se

reporta como consumidor de hojas de mangle rojo principalmente; sin embargo, cuando la densidad de estos cangrejos es alta y existe escasez del mangle rojo, estos tienden a consumir hojas de mangle negro [Erickson *et al.*, 2012].

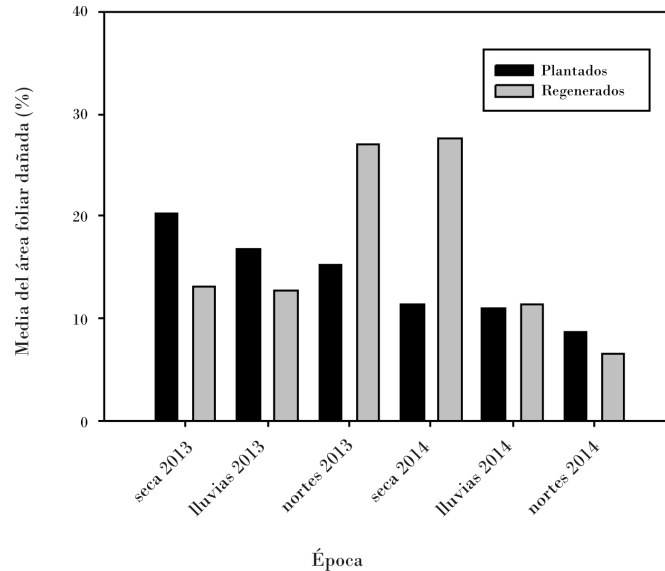


Figura 3. Porcentaje de área foliar dañada en árboles de *A. germinans* en la interacción categoría de árbol por época durante el período 2013-2014.

Tabla 3. Identificación de los organismos herbívoros recolectados en hojas de mangle negro en el ejido Las Coloradas, Ampliación Las Aldeas, Cárdenas, Tabasco

Nombre común	Nivel de identificación	No. de herbívoros recolectados
Mariposa ojo de venado o mariposa cuatro ojos	<i>Junonia</i> sp.	39 (larvas)
Saltamontes	Tettigoniidae	10 (adultos)
Saltamontes	Acrididae	8 (adultos)
Cangrejo de manglar	No identificado	6 (adultos)

El análisis de correlación de Pearson entre el daño foliar y las variables de crecimiento (altura y diámetro del tallo) para los árboles plantados dio como resultado un coeficiente de correlación bajo $r = -0,13$ ($p = 0,047$) para la altura y $r = 0,16$ ($p = 0,38$) para el diámetro; es decir, el daño foliar tiene una correlación baja debido a que los valores son cercanos a cero y no se asegura que este afecte las variables de crecimiento. En contraste con los resultados, en Panamá determinó Coley (1988) que la altura de los árboles de la selva está en función de la herbivoría. Herrera *et al.* (2007) indicaron que los fenoles y flavonoides presentes en las hojas de *A. germinans* registraron una relación positiva con la herbivoría en La Mancha, Veracruz, México. Sousa y Dangremon (2011) aseguran que la pérdida de área foliar es menor para las especies como

Rizophora mangle L. y *Laguncularia racemosa* L. debido a que presentan defensas físicas y químicas (taninos) que proporcionan un sabor desagradable para los insectos herbívoros, situación que resulta diferente para la especie *A. germinans* que comparte afinidad con los insectos. Por tanto, es probable que la herbivoría tenga cierto efecto mínimo sobre algún componente del crecimiento o la reproducción, ya que el porcentaje promedio de área foliar consumida por herbívoros es considerablemente mayor que en otras especies tropicales.

CONCLUSIONES

- La herbivoría identificada en las hojas de mangle negro en el ejido Las Coloradas, Ampliación Las Aldeas, oca-

sionó un daño foliar mínimo (nivel 1) en este estudio, lo que implica que dicho daño no es suficiente para considerarlo como un problema de defoliación como el ocasionado por *Anacamptodes* sp. en 1995 y 2010. El daño foliar ocasionado por los organismos identificados no estuvo correlacionado con el crecimiento en altura y diámetro de los árboles durante el período de evaluación; sin embargo, se requiere realizar estudios considerando otros factores bióticos y abióticos.

- Los herbívoros que causaron el daño foliar se especializaron en el consumo del margen de las hojas de mangle. Aunque la especie *Junonia* sp. presentó hábitos más voraces en comparación con los otros organismos recolectados, no fue posible determinar los hábitos y la tendencia de consumo de esta y de las otras especies que causaron daño. La identificación del agente causal del daño en cualquier hospedero es de vital importancia para considerar el tipo de manejo, en este caso para la restauración del ecosistema manglar.

Referencias

- Aceves, N. L. A.; L. J. F. Juárez; L. D. J. Palma; L. R. López; H. B. Rivera; R. J. A. Rincón; C. R. Morales; A. R. Hernández; S. A. Martínez y S. J. L. Hernández: «Estudios para determinar zonas de alta potencialidad de los cultivos en el estado de Tabasco (Informe general)», *SAGARPA, Colegio de Posgraduados Tabasco*, 1:14-16, México, 2008.
- Barba, E.; J. Juárez-Flores y F. Estrada-Loreto: «Distribución y abundancia de crustáceos en humedales de Tabasco, México», *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81:53-183, México, 2010.
- Castillo, P. S.: «Evaluación de las principales plagas del mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle salado (*Avicennia germinans*) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) en Tumbes, Perú», *Rev. Per. Ent.* 42:185-189, Perú, 2001.
- Coley, P. D.: «Effects of plant growth rate and leaf lifetime on the amount and type of anti-herbivore defense», *Oecologia*, 74:531-536, Berlín, 1988.
- Conabio: Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad manglares de México. 2008. México <http://www.conabio.gob.mx/conocimientos/manglares/doctos/manglares>. (consultado en noviembre de 2009).
- Cruz, H. T. N.; R. López; M. C. Berrios; Y. Varela; A. Fernández; M. Betancourt; C. Sosa y M. Valle: «Lista anotada de los termitas en Cuba», *Fitosanidad*. 8:3-8. Cuba, 2004.
- Díaz, G. J. M.: «Una revisión sobre los manglares: características, problemáticas y su marco jurídico. Importancia de los manglares, el daño de los efectos antropogénicos y su marco jurídico: caso sistema lagunar de Topolobampo», *Ra Ximhai*, 7:355-369. México, 2011.
- Domínguez, D. M.; J. C. Zavala y P. Z. Martínez: *Manejo forestal sustentable de los manglares de Tabasco*, Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental, Colegio de Posgraduados, Villahermosa, Tabasco, México, 2011, p. 137.
- Erickson, A. A.; S. S. Bell y C. J. Dawes: «Associational resistance protects mangrove leaves from crab herbivory», *Acta Oecologica* 41:46-57, EE. UU., 2012.
- Farnsworth, E. J. y A. M. Ellison: «Patterns of Herbivory in Belizean mangrove swamps», *Biotropica* 23(4):555-567, EE.UU., 1991.
- Fernández, J. L.: «Estimación de umbrales económicos para *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en el cultivo del maíz», *Invest. Agr. Prod. Prot. Veg.* 17(3): 467-474, España, 2002.
- Flores, R. M. E.; M. H. Ruiz y S. U. S. Salas: «Insectos xilófagos y su incidencia en la muerte de mangle en barra salada, del área natural protegida Los Cóbanos, Sonsonate y Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador». Tesis de Licenciatura, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, El Salvador, 2014.
- Hernández, M. G. I.: «Legislación, cambio de uso de suelo y reforestación en manglares de Cárdenas, Tabasco». Tesis de Doctorado, Colegio de Posgraduados, Campus Veracruz, México, 2013.
- Herrera, J.; Y. Maldonado-López; C. L. F. Cuenca y P. Cueva-Reyes: «Patrones de herbivoría en *Avicennia germinans*: Importancia de la defensa química y la calidad nutricional», *Biológicas*, 9:72-80, México, 2007.
- INE (Instituto Nacional de Ecología): *Textología forestal*, 4ta. ed., Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México, 2000.
- Marín-Mézquita, L.; L. Baeza; O. Zapata-Pérez y G. Gold-Bouchot: «Trace metals in the American oyster, *Crassostrea virginica*, and sediments from the coastal lagoons Mecoacan, Carmen and Machona, Tabasco, México», *Chemosphere*. 34: 2437-2450, EE.UU., 1997.
- Menezes, T. L. F y A. L. Peixoto: «Leaf damage in a mangrove swamp at Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil», *Revista Brasil. Bot.*, 32(4):715-724, Brasil, 2009.
- Mohamed, Y. F.; M. Bardin; P. C. Nicot y M. Pitrat: «Causal agents of powdery mildew of cucurbits in Sudan», *Plant Dis.*, (79):634-636, EE. UU., 1995.
- Orozco, R. A.: «El defoliador de manglar en Tabasco», Memoria de Resúmenes. IX Simposio Nacional sobre Parasitología Forestal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, 1997.
- Palacio P. J. L.; P. M. A. Ortiz y P. A. Garrido: «Cambios morfológicos costeros en Isla del Carmen, Campeche, por el paso del huracán Roxanne», *Investigaciones Geográficas* 40: 48-57, México, 1999.
- Robertson, A. I.; D. M. Alongi y K. G. Boto: «Food chains and carbon fluxes», *Tropical mangrove ecosystem*, American Geophysical Union, Washington, D. C., 1992.
- Romero, C. I.; J. R. Cantera y S. E. J. Peña: «Consumo de hojas por herbívoros en manglares del estuario del río Dagua, Costa Pacífica colombiana», *Rev. Biol. Trop.* 4: 1205-1214, San José, Costa Rica. 2006.
- Ruiz, B. T.; J. L. Rangel-Salazar y C. B. Hernández: «Resilience in a Mexican Pacific Mangrove after Hurricanes: Implications for Conservation Restoration», *Journal of Environmental Protection*. 4:1383-1391, EE. UU., 2013.
- SAS: Institute Inc. Logistic Regression Examples Using the SAS System, Version 6, Cary, p 163, EE.UU., 1995.
- Schowalter, D. T.: «Herbivory», *Insect Ecology. An ecosystem approach*, Third edition, 2011.
- Sol, S. A.; G. F. Sánchez; M. G. I. Hernández; L. F. C. Zamora; O. G. Sardiñas; C. Rivera y P. J. Toruño: «Volumen maderable de mangle negro (*Avicennia germinans* L.) impactado por herbivoría de *Anacamptodes* spp. en Cárdenas, Tabasco», *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 1(1):115-133, México, 2015.
- Sol, S. A.; M. G. I. Hernández y G. F. Sánchez: «Volumen de madera de mangle negro (*Avicennia germinans* L.) muerto defoliado por la oruga de *Anacamptodes* sp. en el ejido Las Coloradas, Cárdenas, Tabasco, México», Memoria del Segundo Congreso Mexicano de Ecosistemas de Manglar, Ciudad del Carmen, Campeche, México, 2012.
- Sousa, W. P. and E.M. Dangremond: «Trophic Interactions in Coastal and Estuarine Mangrove Forest Ecosystems», University of California, Berkeley, CA, USA. *Elsevier Inc.*, pp: 43-90, 2011.