

Patrones de herbivoría y esfuerzo reproductivo en *Salvia longispicata* M. Martens y Galeotti (Lamiaceae)

María de Lourdes Gómez Tolosa¹, Martín Hernández López¹,
Sergio López², Miguel Ángel Pérez Farrera³

¹Maestría en Ciencias Biológicas. Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Libramiento Norte Poniente s/n, col. Lajas Maciel C.P. 29039 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. E-mail: malugomeztolosa@hotmail.com; tincho_herdez@yahoo.com | ²Laboratorio de Ecología Evolutiva. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Libramiento Norte Poniente s/n, col. Lajas Maciel C.P. 29039 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Tel 01(961) 6170440 ext. 4240. E-mail: sergio.lopez@unicach.mx | ³Herbario Eizi Matuda. Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Libramiento Norte Poniente s/n, col. Lajas Maciel C.P. 29039 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Tel 01(961) 6170440 ext 4315. E-mail: perezfarreram@yahoo.com.mx

RESUMEN

En este trabajo se analizó el efecto de la herbivoría y el tamaño de la planta sobre el esfuerzo reproductivo en una población de *Salvia longispicata* de la Reserva Estatal La Pera, municipio de Berriozábal, Chiapas, constituida por selva alta perennifolia y sub-perennifolia. Se empleó el índice de herbivoría (IH) propuesto por Dirzo y Domínguez (1995) como estimador del patrón de herbivoría y la altura de la planta como indicador del tamaño, para relacionarlo con el esfuerzo reproductivo medido como el número de flores producidas por cada individuo. Mediante un análisis de regresión múltiple se observó que existe una relación entre el número de flores producidas y el porcentaje de daño por herbivoría, así como entre el número de flores y la altura de la planta, de manera independiente. Sin embargo, el análisis mostró que no existen efectos combinados entre la herbivoría y el tamaño, sobre el esfuerzo reproductivo.

Palabras clave: Índice de herbivoría, La Pera, regresión lineal múltiple, interacciones bióticas.

ABSTRACT

In this paper we analyzed herbivory and plant size over reproductive effort in *Salvia longispicata* population at a tropical sub-perennial and perennial forest in La Pera reserve, Berriozábal, Chiapas. We applied herbivory index (IH) proposed by Dirzo and Domínguez (1995) to evaluate the relationship between herbivory pattern, plant size and reproductive effort, measured as the number of flowers produced per individual. By a multiple regression analysis we observed a relationship between the number of flowers produced and herbivory, just as plant height and reproductive effort, in a separate way. However, we do not observed combined effects, between herbivory and plant height, over reproductive effort.

Keywords: Herbivory Index, La Pera, Multiple Linear Regression, Biotic Interactions.

INTRODUCCIÓN

Las interacciones interespecíficas son aquellas que se establecen entre al menos dos organismos que pertenecen a dos o más especies diferentes (Del Val y Boege, 2012) e influyen en la abundancia y distribución de las poblaciones a las que pertenecen estas especies por los efectos que tienen sobre la adecuación individual (supervivencia, crecimiento y reproducción). La herbivoría forma parte del grupo de interacciones antagónicas que generalmente es negativa para la presa y positiva para el depredador (Del Val, 2012). Donde toda o parte de la presa (recurso) es consumida por el depredador; en este caso el herbívoro (Morin, 1999)

A nivel global, se ha estimado que la interacción planta-herbívoro involucra alrededor del 55% de las especies conocidas (Danell y Bergström, 2001; Price, 2001). Se calcula que los herbívoros terrestres consumen el 15% de la producción primaria neta anual (Jones y Hartley, 1997). En las selvas tropicales las plantas se enfrentan a pérdidas de biomasa causadas por insectos herbívoros, patógenos y mamíferos (Huntly, 1991). Esta pérdida de biomasa puede tener impacto sobre el crecimiento y la reproducción de las plantas (Crawley, 1987; 1989; Marquis, 1984, 2005). Se ha estimado que en las selvas tropicales aproximadamente el 11% del área foliar anual es consumida por herbívoros y patógenos (Coley y Aide, 1991). Generalmente los estados más vulnerables a la her-

bivoría pueden situarse en dos categorías: hojas jóvenes durante el ciclo de vida de una hoja, y plántulas durante el ciclo de vida de una planta (Boege y Marquis, 2005). En especies tropicales tolerantes a la sombra se ha visto que sus hojas nuevas en expansión pueden presentar de 5 a 100 veces más daño por parte de patógenos y herbívoros, en comparación con sus hojas maduras (Coley y Aide, 1991). En resumen, la herbivoría es la interacción planta-animal más frecuente en la naturaleza (Weis y Berenbaum, 1989) y además tiene un efecto importante sobre la diversidad, estructura y productividad de la vegetación (Harper, 1969; Janzen, 1970)

Uno de los factores más relevantes para el desarrollo y estructura del bosque es la luz (Hogan y Machado, 2002), que también afecta la incidencia del ataque a plantas por herbívoros (Sagers, 1992). Como señala Sagers (1992), algunas especies de plantas que crecen en claros de bosque presentan un mayor grado de herbivoría, comparada con las especies que crecen bajo el dosel. Feeny (1976) mostró que existe una relación positiva entre más conspicua es una planta y la tasa de herbivoría que tiene. Por otra parte, algunos herbívoros terrestres también mantienen o promueven la diversidad de plantas. Un estudio demostró el efecto de las liebres (*Lepus cuniculus*) dentro de la riqueza florística de un pasto en Gran Bretaña. Si no están las liebres el pasto *Bromus erectus* se incrementa y afecta negativamente al número de especies vegetales en la comunidad (Morin, 1999)

Debido a que las plantas no se pueden desplazar y evadir a su depredador, han desarrollado mecanismos de defensa que les ayudan para disminuir el efecto negativo de herbivoría. Desde el punto de vista nutricional, la herbivoría trae como resultado directo satisfacer el nivel químico de nutrimentos para el consumidor. Algunas plantas contienen dentro de sus tejidos gran cantidad de Carbono pero bajas concentraciones de Nitrógeno. Los herbívoros tienen que vencer las sustancias químicas o estructuras físicas que la planta emplea como defensa. Algunas defensas pueden ser físicas como son las espinas, hojas pubescentes, hojas fibrosas o bien hojas que presentan dureza que dificultan su masticación; también presentan defensas químicas como: altos contenidos de taninos y otros metabolitos secundarios (Chew y Rodman, 1979; Crawley 1986; Colety y Ayde, 1991). Existe por otra parte un argumento que establece que no todos los metabolitos secundarios tienen como papel principal y exclusivo el ser considerados como defensas químicas, sino que es necesario explorar otras alternativas; por ejemplo, pueden ser resultado de la presión que ejercieron otros herbívoros, sobre las plantas y que quizá esos her-

bívoros se extinguieron durante el Pleistoceno, o tal vez son resultado de procesos metabólicos de la planta que no se relacionan directamente con la defensa (Dirzo, 1985).

La sustracción de tejidos vegetales, hojas, corteza, tallos, raíces y savia influyen sobre la capacidad de la planta para sobrevivir y que no sea consumida por completo. La pérdida de follaje y la subsecuente pérdida de raíces, reducen la biomasa y el vigor de la planta, lo que la sitúa en desventaja competitiva y disminuye su esfuerzo reproductivo. Esto afecta de forma especial a los estadios jóvenes o en plantas de tamaño pequeño, cuando son más vulnerables y menos competitivas respecto a la vegetación circundante (Crawley, 1986)

Por lo anterior, en el presente trabajo se plantearon tres preguntas: 1) ¿Cómo es la relación entre los niveles de herbivoría y el esfuerzo reproductivo? 2) ¿Afecta el tamaño de la planta al número de flores? 3) ¿Cómo la relación entre la altura y el nivel de herbivoría afectan al esfuerzo reproductivo de las plantas?

Con base en las preguntas se establecieron los siguientes objetivos: i) evaluar el porcentaje de herbivoría en *Salvia longispicata* M. Martens y Galeotti (1844) y su relación con el esfuerzo reproductivo; ii) analizar si existen diferencias en cuanto a los índices de herbivoría y si el tamaño de la planta influye en la producción de flores; iii) comparar los resultados obtenidos con otros trabajos sobre herbivoría por categoría de daño.

Con relación a la información disponible, las preguntas de investigación y los objetivos planteados, se proponen tres hipótesis: 1) los herbívoros tienen un efecto negativo sobre las plantas, por lo que se espera que a mayor porcentaje de herbivoría haya un menor esfuerzo reproductivo; 2) las plantas grandes producen más flores; y 3) las plantas grandes son más conspicuas que las pequeñas, por lo que hay un efecto del tamaño sobre el porcentaje de herbivoría, a mayor tamaño se espera mayores niveles de herbivoría y menor producción de flores.

ÁREA DE ESTUDIO

Se realizó un estudio en la Reserva Estatal La Pera en el municipio de Berriozábal, Chiapas, durante el 27 de abril del 2012, la cual se caracteriza por tener una vegetación conservada de Selva Alta Perennifolia y Sub-perennifolia, cuyos parches de vegetación mantienen un corredor biológico entre la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote y el Parque Nacional Cañón del Sumidero. El área sostiene una gran diversidad de plantas con más de 331 especies, al igual que de animales, registrándose más de 252 especies. De estos organismos, más de 50 especies se encuentran

en alguna Categoría de Riesgo por parte del gobierno de México (NOM-059-ECOL-2001) y por instancias internacionales (UICN, CITES). El Municipio de Berriozábal se localiza en la parte occidental del estado de Chiapas, situándose la cabecera a 16° 47' 54" de latitud norte y a 93° 16' 22" de longitud oeste; se ubica a una altitud de 900 metros sobre el nivel del mar y colinda al norte con los municipios de Tecpatán de Mezcalapa y Copainalá; al sureste con Tuxtla Gutiérrez; al este con San Fernando y al oeste con Ocozocoautla de Espinoza. Su extensión territorial es de 395 Km². La Pera presenta dos tipos de clima cálido húmedo, el Am y el Aw1. El primero se encuentra en la parte norte del polígono, mientras que el segundo tipo se localiza en la parte centro y sur del polígono. Am: Cálido húmedo, con lluvias en verano y parte en otoño, con una temperatura anual promedio arriba de 22° C. Aw 1: Cálido subhúmedo con lluvias medias en verano con una temperatura anual promedio arriba de 22° C. La fisiografía de La Pera está constituida en su mayoría (70% aproximadamente) por serranías en su porción Norte y el restante por lomeríos. Presenta un paisaje sumamente accidentado con elevaciones desde 500 hasta 1,500 m.s.n.m. Desde 500 hasta 1,000 m.s.n.m. se desarrolla la mayor parte de la zona propuesta a conservación, en ella se localiza la mayoría de la selva alta perennifolia, en contraste, la mayor parte de la selva alta sub-perennifolia se encuentra sobre los 1,000 hasta 1,500 m.s.n.m. y corresponde a una tercera parte de la poligonal propuesta en la que se asientan diversos poblados (ver mapa, figura 1; IHNE, 2004)

MÉTODO

Al llegar al área de estudio se seleccionó a la especie herbácea del género *Salvia longispicata*, la cual presentó flores y daño en sus hojas por herbivoría (figura 2a). Una vez ubicada esta especie en el área de estudio, cada colector localizó tres plantas que tuvieran flores y daño de herbivoría en sus hojas (figura 2b). Para determinar la altura, cada planta se midió de la base del tallo al ápice y se realizó el conteo de flores por cada planta, anotando en la libreta de campo (figura 3). Se eligieron cinco hojas por planta con algún tipo de daño por herbivoría (figura 4). Cada hoja se colocó por separado y etiquetó en la libreta de campo o en un cuaderno (libro) de pasta dura, con la finalidad de que estuviese prensada durante su traslado al laboratorio.

En el laboratorio se procedió a seleccionar tres de las cinco hojas colectadas al azar (figura 5a). A las hojas seleccionadas se les contó el número de puntos totales y el

número de puntos dentro del área de daño por herbívoros, empleando un acetato marcado con puntos cada 0.5 cm de distancia entre sí (figura 5b). Una vez terminado este procedimiento, se procedió a calcular el porcentaje de daño por herbivoría de la siguiente forma:

Se aplicó el método del Índice de Herbivoría (IH) propuesto por Dirzo y Domínguez (1995). Con relación al IH, se evaluó diferenciando el grado de herbivoría en seis rangos (categoría 0= hojas sin herbivoría; categoría 1= 1 a 5% de daño; categoría 2= 6 a 12% de daño; categoría 3= 13 a 25% de daño; categoría 4= desde 26 hasta 50% de daño; y categoría 5= más 50% de daño). Se dividió el número de puntos del área dañada entre el número de puntos totales por cada hoja.

Donde;

X_i ni= número de puntos con daño en la categoría i
 N= número total de puntos

Cada hoja fue asignada a una de las categorías antes mencionadas, para construir la distribución de frecuencias y el porcentaje de daño por herbivoría (figura 6). Se aplicó un análisis de regresión lineal múltiple para establecer una relación entre el esfuerzo reproductivo (número de flores) y el porcentaje de daño por herbivoría, junto con la altura de la planta, en el programa estadístico JMP 5.1.2 (SAS, 2004)

RESULTADOS

La relación entre el esfuerzo reproductivo (número de flores) y el porcentaje de daño por herbivoría, junto con la altura de la planta, se caracterizó mediante un análisis de regresión lineal múltiple, y se obtuvieron los siguientes resultados:

La gráfica (figura 7) muestra la relación entre el número de flores y el porcentaje de daño por herbivoría, junto con la altura de la planta, mediante un análisis de regresión lineal múltiple ($F_{3,24} = 7.907$; $R^2 = 0.434$; $P = 0.0008$, para más detalles ver cuadro 1). El análisis de los parámetros del modelo mostró que tanto la altura como el daño por herbivoría, por separado, influyen en el número de flores por planta ($F_{1,24} = 19.772$; $P = 0.0002$ para la altura y $F_{1,24} = 9.288$; $P = 0.0055$ para la herbivoría, cuadro 2). Sin embargo, la interacción entre altura y herbivoría no mostró un efecto significativo sobre el esfuerzo reproductivo ($F_{1,24} = 0.653$; $P = 0.4268$)

DISCUSIÓN

Al evaluar el esfuerzo reproductivo, el resultado del análisis de correlación múltiple entre el número de flores

producidas con el porcentaje de daño de herbivoría y la altura de la planta, muestra que los atributos del porcentaje de daño por herbivoría y la altura tienen una relación significativa. De tal forma que existe una relación entre la producción del número de flores con la altura (figura 7). El número de flores producidas aumenta conforme aumenta la altura de la planta. Esta relación ha sido reportada previamente en la literatura (Francescangeli *et al.*, 2008). Al estimar el esfuerzo reproductivo y el porcentaje de daño por herbivoría, se obtuvo una correlación entre el número de flores producidas y el nivel de daño para *Salvia longispicata*. Las plantas con niveles de daño alto tienen menos flores que las plantas con niveles bajos. Lo que concuerda con los estudios que demuestran una relación entre la herbivoría y sus efectos directos sobre los caracteres reproductivos de la planta, tanto femeninos (la producción de flores y semillas, número y tamaño de los óvulos), como masculinos (largo de la antera, números de flores estaminadas, tasa de crecimiento del tubo polínico y números de granos de polen) en otras especies (Crawley, 1986; Crawley 1989)

Sin embargo, al analizar el efecto combinado (interacción) entre tamaño y herbivoría, no se detectó su influencia en el número de flores por planta. Por otra parte, los resultados del análisis en *Salvia longispicata* confirman que existe un patrón entre el porcentaje de daño por herbivoría y la altura de la planta con el número de flores. Aunque los efectos son independientes, las plantas con altos niveles de herbivoría y tamaños pequeños son las que tienen menos flores. Por lo anterior, es necesario verificar si estos atributos se relacionan con estudios respecto a las características que tiene la hoja como el grado de dureza y la pubescencia (Soria y Zambrana, 2004); o las preferencias de los herbívoros a las especies que tienen defensas indirectas (Llandres *et al.*, 2010), analizar los metabolitos secundarios de la planta, si son producidos durante cierta etapa de su vida, por ejemplo

en hojas jóvenes o adultas (Dirzo, 1985; Granados *et al.*, (2008); Palabral *et al.*, (2008); Llandres *et al.*, 2010)

Respecto al porcentaje de daño por herbivoría, la categoría 2 presenta una mayor frecuencia, porcentaje de daño del 6 al 12%. Este patrón también se ha reportado en selvas tropicales de Chamela, Jalisco y en Costa Rica, en donde se ha observado un porcentaje de daño intermedio de herbivoría estimado de 5-10% (Janzen 1970; Dirzo y Domínguez 1995)

Cabe la posibilidad de que el daño ocasionado por la herbivoría para esta planta no tenga consecuencias negativas más allá de la producción de flores. Para comprobar lo anterior, se debe extender el tiempo del estudio (Dirzo y Domínguez 1995; Palabral *et al.*, 2008; Cepeda y Dirzo, 2010) analizando el ciclo de vida completo de *Salvia longispicata*.

CONCLUSIONES

El porcentaje de daño por herbivoría y la altura de la planta están relacionados con el número de flores en *Salvia longispicata*. Se detectó una relación lineal entre el número de flores producidas y la altura por la planta, independiente de la relación entre el daño por herbivoría y el número de flores producidas.

Respecto al porcentaje de daño por herbivoría, los valores más frecuente fueron del 6 al 12%.

AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente escrito reconocen la participación del trabajo de campo y gabinete de Gerardo F. Carbot Chanona, María Odetta Cervantes Bieletto, Ricardo Hernández Sánchez, Alondra E. Gutiérrez Calvo, Ebodio Maciel Baltazar, Martiza F. Maza Cruz, Ariel Muñoz Núñez, Andrea G. Rojas Gutiérrez y Yessenia Sarmiento Marina, alumnos de la Maestría en Ciencias Biológicas del Instituto de Ciencias Biológicas de la UNICACH.

LITERATURA CONSULTADA

- BOEGE, K. & R.J. MARQUIS, 2005.** Facing herbivory as you grow up: The ontogeny of resistance in plants. *Trends in Ecology and Evolution* 20 (8): 441-448.
- CHEW, F.S. & J.E. RODMAN, 1979.** Plant resource for chemical defense. En: Rosenthal. G.A. y D.H: Janzen (eds.). *Herbivores, their interactions with secondary plant metabolites*. Academic Press, New York. Pp. 3-54.
- CEPEDA, C.V. & R. DIRZO, 2010.** Sex-Related Differences in Reproductive Allocation, Growth, Defense and Herbivory in Three Dioecious Neotropical Palms, en *PLOS ONE* 5(3): 9824.

- COLEY, P.D. & T.M. AIDE, 1991.** A comparison of herbivory and plant defenses in temperate and tropical forests. En: Price, P.W., T.M. Lewinshon, G.W. Fernández y W.W. Benson (eds.). *Comparison of herbivory and plant defenses in temperate and tropical broad-leaved forests*. Wiley, New York. Pp.25-49.
- CRAWLEY, M.J., 1986.** *Plant ecology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 496 p.
- CRAWLEY, M.J., 1987.** Benevolent herbivores. *Trends in Ecology and Evolution* 2(6): 167-168.
- CRAWLEY, M.J., 1989.** Insect herbivores and plant population dynamics. *Annual Review of Entomology* 34: 531-564.
- DANELL, K. & R. BERGSTRÖM, 2001.** Mammalian Herbivory in Terrestrial Environments. En Herrera, C. M. y Pellmyr, O. (eds.), *Plant-Animal Interaction. An Evolutionary Approach*. Blackwell Science, Oxford. Pp. 107-131.
- DEL VAL, E., 2012.** Herbivoría. En: Del Val, E. y Boege, K. (eds.), *Ecología y evolución de las interacciones bióticas*. Fondo de Cultura Económica, México. Pp 43-66.
- DIRZO, R., 1985.** Metabolitos secundarios en plantas: ¿Atributos panglosianos o de valor adaptativo? *Ciencias, México*. 36:137-145.
- DIRZO, R. y C.A. DOMINGUEZ, 1995.** Rainfall and flowering synchrony in a tropical shrub: Variable selection on the flowering time of *Erythroxylum havanense*, en *Evolutionary Ecology* 9: 204-216.
- FENNY, P., 1976.** Plant appearance and chemical defense. *Phytochemistry* 10: 1-40.
- FRANDESCANGELI, N., A. ZAGABRIA, N. CURVETTO y P. MARINANGELI, 2008.** Cambios en parámetros cuantitativos de *Lilium* para corte producidos por la época de cultivo y por la densidad de plantación. *Horticultura Argentina* 27 (64):11-18.
- INSTITUTO DE HISTORIA NATURAL Y ECOLOGÍA (IHNE), 2004.** *Estudio técnico justificativo para proponer el establecimiento de un área natural protegida con la categoría de zona sujeta a conservación ecológica en el sitio denominado "La Pera", municipio de Berriozábal, Chiapas*. Dirección de Áreas Naturales, Gobierno del Estado de Chiapas, México. 54 p.
- GRANADOS SÁNCHEZ, D., P. RUIZ PUGA y H. BARRERA-ESCORCIA, 2008.** Ecología de la Herbivoría. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 14 (1): 51-64.
- HARPER, J.L., 1969.** The role of depredation in vegetational diversity. *Brookhaven Symposia in Biology* 22: 48-62.
- HOGAN, K. & J.L. MACHADO, 2002.** The light environment in tropical forests: biological implications and measurements. En: Guariguata, M.R. y Kattan, G.H. (Eds.). *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Agro-america Press, San José, Costa Rica. Pp 119-144.
- HUNTLY, N., 1991.** Herbivores and the dynamics of communities and ecosystems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 22: 477-503.
- JANZEN D., 1970.** Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *American Naturalist* 104: 501-528.
- JONES, C.G. & S.E. HARTLEY, 1997.** Plant Chemistry and Herbivory or Why the World is Green? En: CRAWLEY, M.J. (ed.) *Plant Ecology*. Blackwell Science, Cambridge. Pp 284-324.

- LLANDRES A.L., M.A. RODRÍGUEZ & R. DIRZO, 2010.** Plant stages with biotic, indirect defenses are more palatable and suffer less herbivory than their undefended counterparts, en *Biological Journal of the Linnean Society* 101:536–543.
- MARQUIS R.J., 1984.** Leaf herbivores decrease fitness of a tropical plant. *Science* 226: 537-539.
- MARQUIS, R.J., 2005.** Impacts of herbivores on tropical plant diversity. En: BURSLEM, D.F.R.P, PINARD, M.A. y HARTLEY S.E. (Eds.), *Biotic Interactions in the Tropics: Their Role in the Maintenance of Species Diversity*. Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 328-346.
- MORIN, P.J., 1999.** *Community Ecology*. Edic. Blackwell. Pp.424.
- MARTENS M. & GALEOTTI, 1844.** *Salvia longispicata* Family: Lamiaceae (alt. Labiatae) subfamily: Nepetoideae. *Bull. Acad. Roy. Sci. Bruxelles* 11 (2):73.
- NOM-059-ECOL-2001.** - *Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.*
- PALABRAL A.A., L. ARTEAGA Y E. GARCÍA, 2008.** Herbivoría en distintas etapas de vida de *Virola sebifera* comparando bosques con y sin tala reciente. *Rev. Bol. Ecol. y Cons. Amb.* 22: 51-58.
- PRICE, P., 2001.** Species Interaction and the Evolution of Biodiversity. En: CRAWLEY, M.J. (ed.) *Plant Ecology*. Blackwell Science, Cambridge. Pp 331-353.
- SAGERS, C.L., 1992.** Plasticity of plant defenses in a Neotropical shrub: effects of light and genotype. *Bull. Ecol. Soc. Amer.* 73: 332.
- SAS, 2004.** Copyright © SAS Institute Inc., Campus Drive, Cary, North Carolina 27513, USA. All rights reserved.
- SORIA R.W. y C.N. ZAMBRANA, 2004.** Efecto de la dureza foliar sobre la herbivoría en *Cryptocarya alba* (Lauraceae), Quillaja Saponaria (Rosaceae) y Lithrea Caustica (Anacardiaceae). *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile* 53: 63-69.

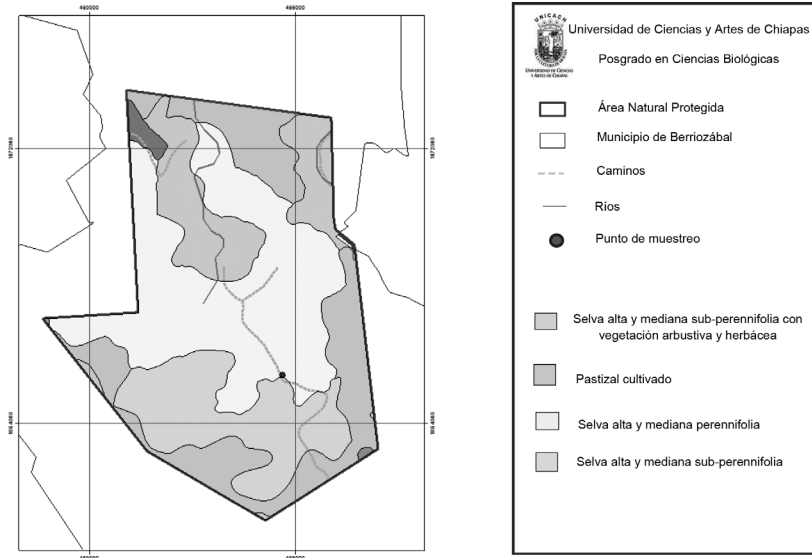


FIGURA 1

Mapa de ubicación del área de estudio, sujeta a Conservación Ecológica La Pera, Municipio de Berriozábal, Chiapas (IHNE, 2004), donde se realizó el trabajo.



FIGURA 2

Imágenes de *Salvia longispicata* a) Planta con flores y daño por herbivoría. b) Colecta de hojas con daño, conteo de flores y medición de altura de la planta.

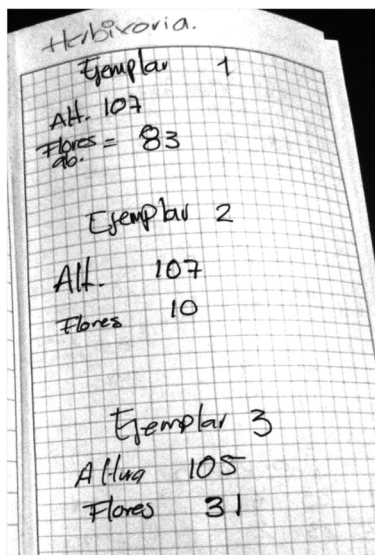


FIGURA 3

Registro de los datos de altura de la planta y número de flores por ejemplar donde se colectaron hojas con daño por herbivoría.

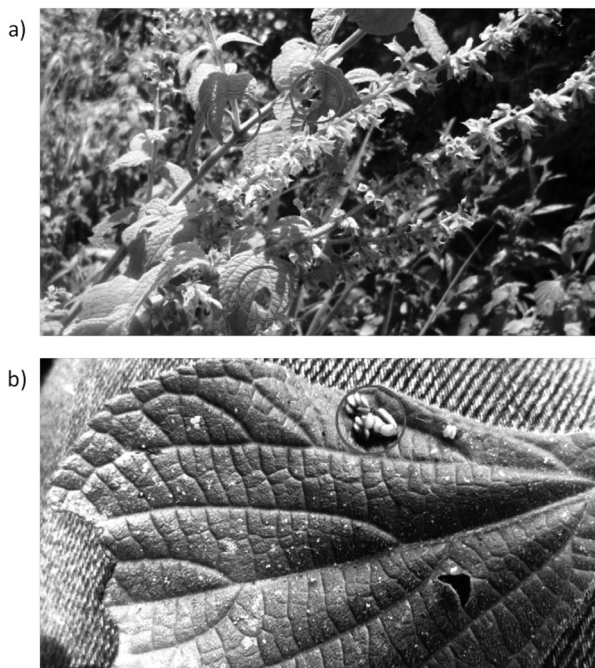


FIGURA 4

Elección de 5 hojas por planta con algún tipo de daño por herbivoría. a) En los círculos rojos se resaltan las hojas con daño. b) Dentro del círculo rojo están localizados los insectos herbívoros en el estadio de huevo (probablemente escarabajos o mariposas).

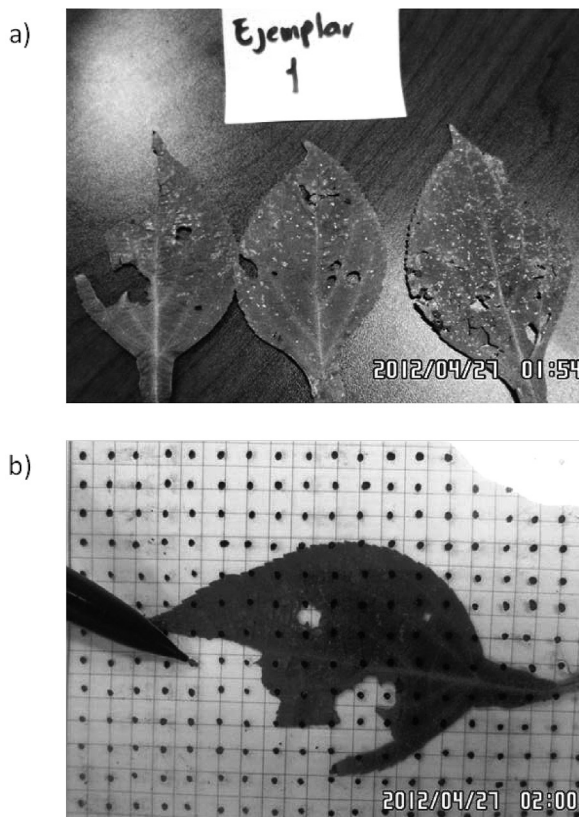


FIGURA 5

a) Elección de tres hojas al azar. b) Conteo del número de puntos totales y el número de puntos dentro del área de daño por herbívoros, empleando un acetato marcado con puntos cada 0.5 cm.

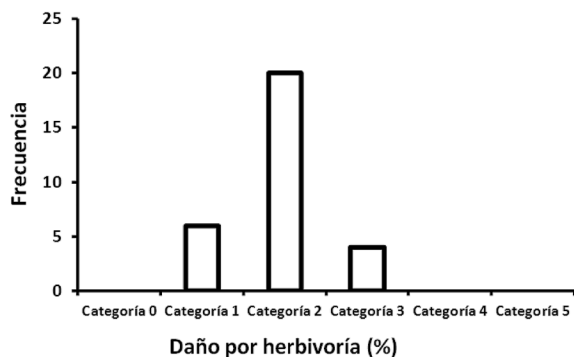


FIGURA 6

Gráfica del nivel de daño por herbivoría y su frecuencia. El eje X representa los cinco niveles de daño y la categoría sin daño (cero), el eje Y corresponde a la frecuencia de plantas por categoría de daño.

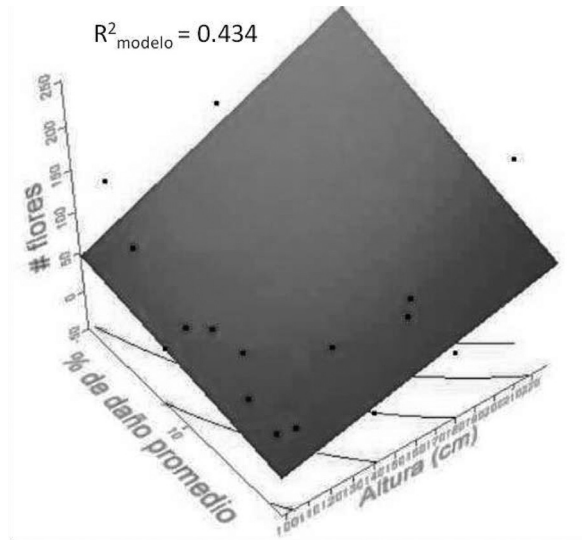


FIGURA 7 Relación entre el número de flores, la altura y el porcentaje de daño por herbivoría a través de un análisis de regresión múltiple en *Salvia longispicata*.

Fuente	gl	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Prob > F
Modelo	3	21395.782	7131.93	7.907	0.0008
Error	24	21646.932	901.96		
Total	27	43042.714			

CUADRO 1 Resultados del análisis de varianza del modelo de regresión múltiple, donde **gl**= grados de libertad, **F**= Coeficiente de Fisher y **Prob > F**= probabilidad de equivocarse al rechazar la hipótesis nula.

Fuente	Nparm	gl	Suma de Cuadrados	F	Prob > F
Altura (cm)	1	1	17833.792	19.772	0.0002
Daño promedio (%)	1	1	8377.653	9.288	0.0055
Altura (cm)*Daño promedio (%)	1	1	589.362	0.653	0.4268

CUADRO 2 Resultados de la prueba de efectos del modelo de regresión múltiple, donde **Nparm**= Número de parámetros puestos a prueba, **gl**= grados de libertad, **F**= Coeficiente de Fisher y **Prob > F**= probabilidad de equivocarse al rechazar la hipótesis nula.

