

HERBIVORÍA Y CONSERVACIÓN EN UNA SELVA SECA DEL CENTRO DE MÉXICO

G. Gutiérrez-Granados

Laboratorio de Interacción Planta-Animal, Instituto de Ecología, UNAM. Ciudad Universitaria, A. P. 07570, México, D. F., C. P. 04510, México.

RESUMEN

Un alto porcentaje de la diversidad de plantas y animales se concentra en los trópicos; dentro de éstos, las selvas bajas ocupan un lugar importante en Mesoamérica, siendo uno de los ecosistemas más amenazados por las actividades humanas. La marcada estacionalidad de estas selvas, junto con las presiones humanas provocan que procesos ecológicos se alteren. La herbivoría se cuantificó mediante un índice categórico para estimaciones puntuales en dos cañadas una conservada y otra con perturbación. Se consideraron dos niveles de estudio: la comunidad y sólo las especies compartidas en las dos cañadas. En los dos niveles del estudio se obtuvieron diferencias significativas entre cañadas $z = 3.130$; $P = 0.001$, en el análisis de comunidad y $z = 2.88$; $P = 0.003$ para el análisis con las especies compartidas. Las diferentes presiones antropogénicas provocan alteraciones en procesos ecológicos como la herbivoría, lo que tiene profundas consecuencias en la comunidad vegetal.

PALABRAS CLAVE: Cañadas, ecología, interacciones planta animal, presión antropogénica.

HERBIVORY AND CONSERVATION IN A DRY TROPICAL FOREST IN CENTRAL MEXICO

SUMMARY

A large percentage of plant and animal diversity is concentrated in the tropics. Among these, low tropical forests occupy an important place in Mesoamerica since they are one of the ecosystems most threatened by human activity. The marked seasonality of these forests, together with pressure from humans, alters of ecological processes. Herbivory was quantified with a categorical index for precise estimations in two ravines, one conserved and the other perturbed. Two levels of study were considered: the community level and the species level with only those species common to the two ravines. Significant differences were obtained between the two ravines for the two levels of study: $z=3.130$ and $P=0.001$, for the analysis at the community level and $z=2.88$ and $P=0.003$, for shared species. The different types of anthropogenic pressure provoke alterations in ecological processes, such as herbivory, with serious consequences for the plant community.

KEY WORDS: ravines, ecology, plant-animal interactions, anthropogenic pressure.

INTRODUCCIÓN

Los trópicos albergan gran parte de la diversidad de plantas y animales del planeta; dentro de los diferentes ambientes que se presentan en esta región se encuentra la selva baja caducifolia; uno de los ecosistemas más amenazados por el hombre (Janzen, 1988; Gentry, 1995; Murphy and Lugo, 1986). En América, este tipo de vegetación presenta un ámbito de distribución que va desde México hasta el norte de Argentina con algunas variantes ecológicas y estructurales (Medina, 1995; Rzedowski, 1978, 1979). En Mesoamérica se estima que la porción de selva seca cubre 6.5×10^5 km²; estas selvas presentan una marcada estacionalidad, determinada por la época de lluvias. Esto provoca una marcada fenología en la vegetación (Medina, 1995), e influye en estructura vegetal

que cambia en función de los gradientes de lluvia presentes. Sin embargo, de manera general presenta una serie de elementos arbóreos y herbáceos representativos, aun cuando hay presencia de hemiepífitas, hemiparásitas y lianas (Medina, 1995; Murphy and Lugo, 1986).

La herbivoría en este tipo de ecosistemas es más evidente que en cualquier otro. Desde el punto de vista de los consumidores existen dos grupos: los vertebrados, que van desde tallas grandes como el tapir (*Tapirus bardi*; 200 000 g), hasta ratones (*Liomys* u *Oryzomys*; 30 g) y el segundo componente que lo constituyen los invertebrados, en este grupo no ha sido estimado por completo el número de especies consumidoras (Dirzo y Domínguez, 1995). Existen algunas estimaciones de los herbívoros para sitios bien estudiados, como el Parque Nacional Santa Rosa

(PNSR) en Costa Rica; en este sitio, Janzen (1980) estimó que existen 110 especies de escarabajos depredadores de semillas y 3140 especies de orugas folívoras.

De manera general la herbivoría presente en estas selvas indica que el porcentaje de área foliar removida oscila entre el 6 y 12 %. Datos consistentes para el PNSR, Guanacastle y Palo Verde (Janzen, 1981) y Chamela, Jalisco (Filip *et al.*, 1995). Los principales contrastes en este tipo de selvas se dan entre los bosques que crecen en la cercanía a ríos (Dirzo y Domínguez, 1995). La herbivoría en este tipo de ecosistema es resultado de la estacionalidad y de algunos factores orográficos que determinan el grado de estrés hídrico que se desarrolla en la vegetación. En la época de secas, las plantas que presentan follaje son un auténtico oasis en medio de la selva seca. Por lo que la presión ejercida por los insectos y otros herbívoros es mayor en esta temporada.

Cuando una alteración de origen humano se presenta en las selvas secas, los patrones de herbivoría, así como otro tipo de interacciones se pueden ver afectadas (Maass, 1995). En lo que se refiere a la herbivoría, esta se puede ver alterada por dos vías. La primera ocurre cuando el recurso vegetal desaparece por deforestación; de esta forma los diferentes herbívoros pierden el recurso potencial del que se alimentan, lo que puede afectar en distintos aspectos al gremio de herbívoros.

La segunda forma en que las acciones antrópicas afectan la herbivoría se da con la introducción de cultivos, lo que aumenta el recurso vegetal presente. Las densidades de insectos se vuelven mayores con este "nuevo recurso", que cuando sólo se encontraba la vegetación original. Ahora bien, cuando los cultivos están en proceso de siembra las grandes densidades de insectos a las que dan alimento, son una fuerte presión para las poblaciones vegetales naturales. El objetivo de este trabajo fue: evaluar el efecto que tienen el establecimiento de cultivos en las cañadas, sobre la herbivoría de plantas que conservan su follaje durante la época de secas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se realizó en el área de influencia del Centro de Educación Ambiental e Investigación Sierra de Huautla (CEAMISH), en las inmediaciones de la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla en la zona norte del estado de Morelos, México (Figura 1). En esta reserva predomina la selva baja caducifolia, con una marcada época de secas (noviembre – marzo) y la única zona donde permanece vegetación con follaje en esta época, es en las cañadas. Las especies utilizadas en el estudio fueron: *Guazuma ulmifolia*, *Stemmadenia bella*, *Anona glabra*, *Ficus* sp, *Crescentia alata*, *Piper hispidum*, *Ardisia* sp. y una especie no determinada, (*P. hispidum* y *Ardisia* sp son las especies no compartidas por las dos cañadas).

La herbivoría se cuantificó mediante un índice de categórico para estimaciones puntuales (Dirzo y Domínguez, 1995). Este índice considera cinco categorías de daño foliar (Cuadro 1).

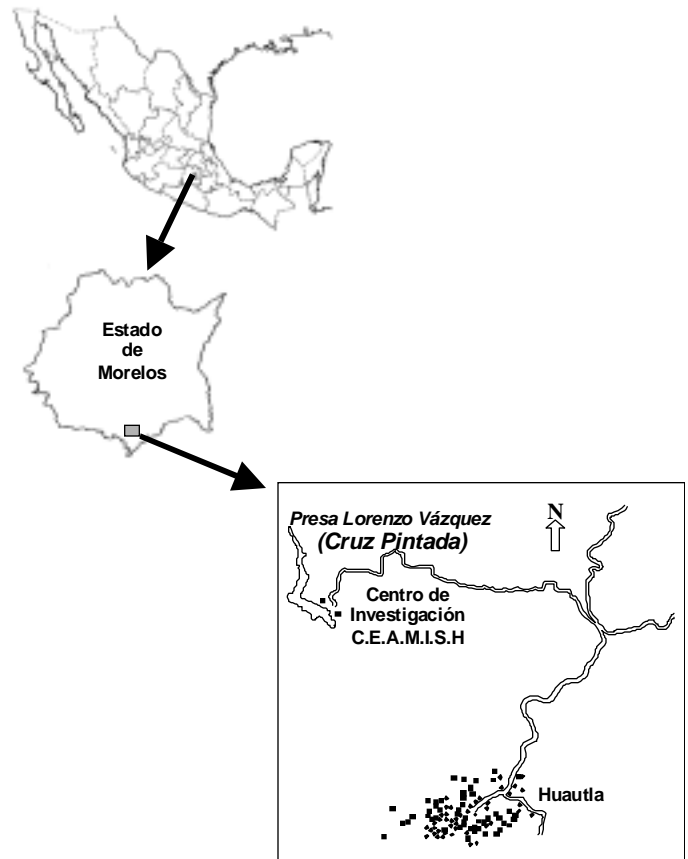


Figura 1. Ubicación geográfica de la zona de estudio en el Centro de Educación Ambiental e Investigación Sierra de Huautla (C.E.A.M.I.S.H) en el estado de Morelos, México.

CUADRO 1. Categorías de daño empleadas para estimar la herbivoría (Dirzo y Domínguez, 1995)

CATEGORIA	DAÑO (%)
0	0
1	1 - 6
2	6 - 12
3	12 - 25
4	25 - 50
5	50 - 100

Para obtener el material biológico se colectaron aproximadamente 150 hojas de diferentes individuos de seis especies representativas de las cañadas, en dos sitios; uno conservado y uno alterado por actividades humanas (presencia de zonas de cultivo). De las hojas colectadas se seleccionaron 100 al azar y en éstas se realizaron las estimaciones de la herbivoría. Para cada sitio, se obtuvo un índice de herbivoría mediante la siguiente fórmula:

$$IH = \sum(n_i \times i) / N$$

Donde *IH* es el índice de herbivoría, *n_i* el número de hojas que cae en cada categoría de daño, *i* es la categoría de daño y *N* es el total de hojas por especie. Los datos obtenidos se analizaron mediante una prueba de bondad de ajuste (χ^2) y una prueba *U* de Mann-Whitney (Siegel y Castellan, 1988). Los datos se analizaron a nivel de la comunidad y excluyendo las especies no compartidas (2 especies, una en cada sitio).

RESULTADOS

El promedio de área foliar consumida para el sitio conservado fue de 1.2 ± 0.22 y en el sitio alterado de 2.43 ± 0.33 . A partir de los análisis estadísticos de los datos, se obtuvo una tabla de contingencia de χ^2 (Cuadro 2) la cual presentó diferencias significativas entre los dos sitios $\chi^2 = 288.54$; $P = 0.001$ para el análisis a nivel de la comunidad. El análisis para las especies compartidas también resultó significativo $\chi^2 = 170.07$; $P = 0.001$. En cuanto a la tabla de contingencia los valores obtenidos para la primera categoría de daño (0), en ambos casos indican que para los sitios con alteración humana las hojas sin daño son menos de las esperadas (52; 104) y para el sitio conservado existen más hojas en esta categoría que las esperadas (159; 106). Para la categoría de daño extremo (5) existen en el sitio perturbado más hojas con este tipo de daño (60; 32), mientras que en el sitio conservado hay menos de las esperadas (6; 33).

CUADRO 2. Valores de contingencia (χ^2) para los sitios conservado y alterado. Se muestran los resultados de los dos tipos de análisis de comunidad (A) y solo con especies compartidas (B).

Categoría de daño	Número de hojas por categoría			
	Conservado		Alterado	
	Observado	Esperado	Observado	Esperado
A				
0	159	106.2	52	104
1	355	266.88	175	263
2	117	124.3	130	122.6
3	54	111.2	167	109.9
4	18	66.9	115	66
5	6	33	60	32.9
B				
0	99	74.2	48	72.7
1	249	192.89	133	65.84
2	100	99.4	97	48.1
3	45	78.2	110	76.7
4	12	41.4	70	40.5
5	4	22.7	41	22.7

La prueba Mann-Whitney, también resultó significativa $z = 3.130$; $P = 0.001$, para el análisis de la comunidad. En las especies no compartidas, se mantiene la misma tendencia $z = 2.88$; $P = 0.003$ (Figura 2). La distribución de frecuencias por categoría de daño muestra que existe una marcada tendencia de la herbivoría a agruparse en las primeras tres categorías de daño en el sitio conservado. Sin embargo, para el sitio alterado, la distribución es más uniforme (Figura 3).

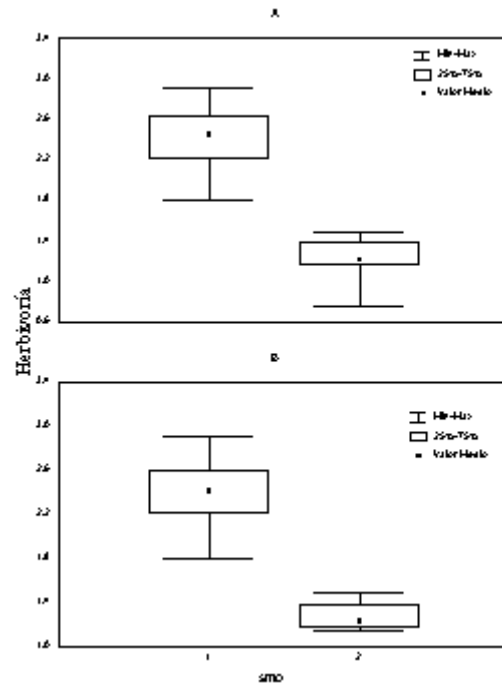


Figura 2. Valores en cuartiles para el sitio alterado (1) y conservado (2). La figura A considera el análisis comunitario, la figura B el análisis con las especies compartidas.

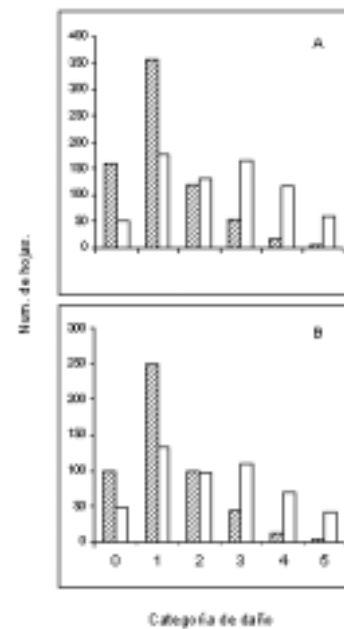


Figura 3. Distribución de frecuencias por categoría de daño, para el análisis comunitario (A) y para las especies compartidas (B). Las barras asuradas representan el sitio conservado y las barras en blanco el sitio alterado.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos indican que existe una fuerte presión sobre los recursos vegetales que tienen como hábitat la cañada con una perturbación aparente. En estas zonas donde se concentran durante las épocas de secas especies perennifolias, sobre las cuales los insectos herbívoros ejercen una presión que se refleja en un mayor índice de consumo. Hammond en (1995), evaluó el efecto de los cultivos sobre las plántulas de *Virola koschnyi*, en la selva seca de Chiapas. Las plántulas presentaron una alta mortalidad en los lugares con alteraciones de origen humano evidente.

En el sitio conservado, el número de hojas que ocurren en la categoría 0 es mayor al esperado. Mientras que para las categorías de daño extremo existen menos hojas de las esperadas. Lo que refleja el grado de conservación presente en la cañada, patrón que coincide con la tendencia presente en otros sitios conservados, como son el PNSR, Guanacastle y Palo Verde (Janzen, 1980; 1981).

El análisis de la comunidad y con las especies compartidas, muestra una tendencia similar cuando se realiza la prueba *U* de Mann-Whitney. Esta indica que existen diferencias significativas entre el sitio conservado y el alterado en cuanto a la herbivoría, lo que constituye un elemento estadístico más para pensar que la perturbación humana tiene repercusión sobre la herbivoría. Si bien el patrón encontrado en el estudio puede obedecer a la presión ejercida por el hombre, es necesario realizar estudios donde no sólo se considere la vegetación de las cañadas. También se deben de considerar los elementos caducifolios, que solo se pueden cuantificar en la época de lluvias.

Los efectos de las actividades humanas en procesos ecológicos han sido poco evaluados (De Steven y Putz, 1984; Dirzo y Miranda, 1990; Gutiérrez, 1999). Sin embargo, los efectos de éstas, tienen profundas implicaciones en la dinámica de las comunidades tropicales. Dirzo y Miranda 1990, evaluaron los efectos de la defaunación en la herbivoría por vertebrados sobre la diversidad del sotobosque en dos sitios con diferentes grados de conservación. Encontraron que en presencia de vertebrados (sitio conservado), la diversidad del sotobosque es mayor.

Los insectos herbívoros ejercen una importante presión de selección sobre las plantas (Dirzo 1984). Asimismo, determinan la abundancia de algunas especies en las primeras etapas de la sucesión (Carson y Root, 1999). Cualquier alteración (como la presencia de ganado o cultivos), puede causar que las densidades de insectos aumenten o disminuyan, con consecuencias no solo para los insectos, sino también para comunidad de plantas que utilizan como alimento (Rambo y Faeth, 1999)

CONCLUSIONES

Es importante considerar que altos niveles de consumo en el área foliar de una planta, generan diferentes niveles de respuesta que van desde la pérdida relativa de superficie foliar neta para fotosintetizar, hasta la muerte del individuo por defoliación (Dirzo, 1984; Herms y Mattson, 1992). La presión extra que reciben la cañada con alteración humana de parte de los herbívoros, en particular los insectos constituye un elemento importante en la herbivoría del lugar, como ocurre en otros sitios del trópico (Janzen, 1988; Dirzo y Dominguez, 1995; Hammond, 1995). Sin embargo, es necesario conocer el papel relativo de los vertebrados e insectos sobre la herbivoría del sotobosque. De esta manera se tendría una visión completa de cómo se altera éste proceso ecológico.

Cualquier alteración de origen humano, en las selvas secas puede tener importantes repercusiones no solo en el ambiente físico (Maass, 1995), sino en las interacciones planta-animal que se dan en estos ecosistemas tan frágiles. Es necesario, considerar dentro de las prioridades de conservación a las selvas secas, con esto no solo se protege un hábitat frágil, de poca extensión en Mesoamérica (Gentry, 1988; Gentry, 1995), con una alta cantidad de endemismos, sino también sitios con gran potencial evolutivo, dado los procesos e interacciones ecológicas que se dan dentro de este tipo de selvas.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Red Latinoamericana de Botánica el apoyo para asistir al 4º Curso Regional de Posgrado "Biología de la Conservación: bases conceptuales", así como al CEAMISH y a los Doctores R. Dirzo y J. Simonetti las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo y la colecta de los ejemplares analizados. A la M en C. M. T. Rodríguez-Zúñiga y a tres revisores anónimos por la revisión crítica del manuscrito.

LITERATURA CITADA

- CARSON, W. P.; ROOT, R. B. 1999. Top-Down effects of insect herbivores during early succession: influence on biomass and plant dominance. *Oecologia* 121: 260-272
- DeSTEVEN, D.; PUTZ, F. 1984. Impact of mammals on early recruitment of a tropical canopy tree, *Dipterix panamensis*, in Panama. *Oikos* 43: 207-216
- DIRZO, R. 1984. Herbivory: A phytocentric overview. En: Dirzo, R. y J. Sarukhan (eds.) *Perspectives in plant population biology*, Sunderland, M. A., Sinauer. Pp. 141-165.
- DIRZO, R.; DOMÍNGUEZ, C. 1995. Plant-herbivore interactions in Mesoamerican tropical dry forest. En: Bullock, S. H. Mooney, and E. Medina, (eds.). *Seasonally dry tropical forest*, Cambridge University Press. Pp 304-325.
- DIRZO, R.; MIRANDA, A. 1990. Contemporary neotropical defaunation and forest structure, function, and diversity. A sequel to John Terborgh. *Conservation Biology*. 4: 444-447.

- FILIP, V.; DIRZO, R.; MAASS, J. M.; SARUKHAN, J. 1995. Within and between year variation in the levels of herbivory on the foliage of trees from a Mexican deciduous forest. *Biotropica* 27: 78-86
- GENTRY, A. H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75: 1-34.
- GENTRY, A. H. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forest En: Bullock, S. H. Mooney, and E. Medina, (eds.). *Seasonally dry tropical forest*, Cambridge University Press. pp 146-194.
- GUTIERREZ GRANADOS G. 1999. Un análisis experimental de la depredación de semillas por vertebrados terrestres en la Selva Lacandona, Chiapas. Tesis de Licenciatura, ENEP - Iztacala, UNAM.
- HAMMOND, D. S. 1995. Postdispersal seed and seedling mortality of tropical dry forest trees after shifting agriculture, Chiapas, México. *Journal of Tropical Ecology* 11: 295-313.
- HERMS, D. A.; MATTSON, W. J. 1992. The dilemma of plants to grow or defend. *The Quarterly Review of Biology* 67: 283-333.
- JANZEN, D. 1980. Specificity of seed attacking beetles in Costa Rican deciduous forest. *Journal of Ecology* 68: 929-952.
- JANZEN, D. 1981. Patterns of herbivory in a tropical deciduous forest. *Biotropica* 13: 271-282.
- JANZEN, D. 1988. Tropical dry forest: The most endangered mayor tropical ecosystems. En: Wilson E. O. (ed.) *Biodiversity*. National Academy Press. pp. 130-137.
- MAASS, M. 1995. Conversion of tropical dry forest to pasture and agriculture En: Bullock, S. H. Mooney, and E. Medina, (eds.). *Seasonally dry tropical forest*, Cambridge University Press. pp 399-422.
- MEDINA, E. 1995. Diversity of life forms of higher plants in neotropical dry forest. En: Bullock, S. H. Mooney, and E. Medina, (eds.). *Seasonally dry tropical forest*, Cambridge University Press. pp 221-242.
- MURPHY, P. G. ; LUGO, A. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review Ecology and Systematics* 17: 67-88.
- RAMBO, J. L.; FAETH, S. H. 1999. Effect of vertebrate grazing on plant and insect community structure. *Conservation Biology* 13: 1047-1054
- RZEDOWSKI, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México.
- RZEDOWSKI, J. 1979. Los bosques secos y semihúmedos de México con afinidades neotropicales. En: Rabinovich, J. y G. Halfter (eds.). *Tópicos de ecología contemporánea*, Fondo de cultura económica. pp. 37-46.
- SIEGEL, S.; CASTELLAN, N. J. 1988. *Nonparametric statistics for the behavioral science*. McGraw-Hill Ed. International Edition.