



## HERBIVORÍA POR INSECTOS EN CUATRO ESPECIES DE PLANTAS MADERABLES NATIVAS EN SARDINILLA, PROVINCIA DE COLÓN, PANAMÁ

Alonso Santos Murgas<sup>1</sup>, Héctor E. Barrios<sup>2</sup>; Iván G. Luna<sup>3</sup>(q.e.p.d)

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Naturales Exactas y Tecnología, Museo de Invertebrados G. B. Fairchild, Universidad de Panamá

<sup>2</sup>Programa Centroamericano de Maestría en Entomología; Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, Universidad de Panamá.

<sup>3</sup>Apartado postal 0824-00021 Panamá, República de PANAMÁ.

E-mail: santosmurgasa@gmail.com; santosa@si.edu

### RESUMEN

Se determinó la herbivoría de insectos en cuatro especies de plantas nativas maderables: *Anacardium excelsum*, *Cedrela odorata*, *Luehea seemannii* y *Tabebuia rosea* en monocultivos y cultivos mixtos en Sardinilla, Provincia de Colón, Panamá. Se midió el área foliar de 10 hojas de 10 plantas diferentes de cada especie en monocultivos y cultivos mixtos. Al inicio de la época lluviosa (mayo 2007) se marcaron 10 hojas con cinta de color en 10 plantas diferentes de cada especie, con tres réplicas por cada especie, tanto en monocultivo como en cultivos mixtos. Transcurridos cuatro meses, al final del mes de noviembre 2007, se colectaron las hojas que se observaron estaban defoliadas y se midió el área foliar. En cada hoja se determinó el porcentaje promedio del área foliar consumida por insectos. El porcentaje de herbivoría fue mayor en los monocultivos; y los principales herbívoros fueron masticadores del orden Coleoptera. El mayor porcentaje de herbivoría en los monocultivos es llevado a cabo por insectos herbívoros especialistas. Se concluye que aunque la diversidad de plantas en un cultivo, generalmente es una estrategia adecuada para el control de insectos herbívoros, no debe asumirse como un postulado absoluto.

### PALABRAS CLAVES

*Anacardium excelsum*, área foliar, *Cedrela odorata*, Chrysomelidae, Coleoptera, *Diabrotica*, *Luehea seemannii*, *Tabebuia rosea*, especies maderable, monocultivos, cultivos mixtos.

## ABSTRACT

The herbivory of the insect was determined in four species of native trees: *Anacardium excelsum*, *Cedrela odorata*, *Luehea seemannii* and *Tabebuia rosea*. The study was carried out in a monoculture and mixed plots located in Sardinilla, Colon Province, Panama. Ten leaves of ten different trees of each species in both monoculture and mixed plots were used to measure the leaf area. Ten leaves of ten different trees per species were marked with tape at the beginning of the rainy season (May 2007) with three replicates each in monoculture and mixed plots. After four months (end of november 2007), the leaves were collected if any signs of defoliation were detected and the leaf area was measured. The percentage/average of leaf area consumed by insects of each leaf was determined. The results show that the percentage of herbivory was higher in monoculture plots than in mixed plots and that the main herbivores were chewing Coleoptera. The highest percentage of herbivory in monoculture plots is caused by specialist insect herbivores. The principal conclusion is that even if tree diversity in plantations is generally used as an adequate strategy to mitigate the impact of insect herbivory, it should not be taken as the absolute postulate.

## KEYWORDS

*Anacardium excelsum*, leaf area, *Cedrela odorata*, Chrysomelidae, Coleoptera, *Diabrotica*, *Luehea seemannii*, *Tabebuia rosea*, timber species, monoculture, mixed cultures.

## INTRODUCCIÓN

La herbivoría por parte de los insectos, puede tener consecuencias drásticas para la reproducción de las plantas, al afectar directamente sus componentes masculinos (polen) o femeninos (óvulos) (Marquis 1992a, Strauss, 1997). En la última década, varios trabajos han revelado cómo la pérdida de área foliar afecta la cantidad y/o calidad del polen, demostrando un efecto directo de la herbivoría sobre las estructura masculina en las plantas (Snow, 1994, Quesada *et al.*, 1995, Aizen & Raffaele, 1996, 1998, Mutikanien & Delph, 1996, Strauss *et al.*, 1996, Lehtila & Strauss, 1999).

Por otra parte, los efectos de la herbivoría sobre la adaptabilidad femenina han sido estudiados principalmente cuantificando su resultado final: la cantidad de semillas de las plantas afectadas (Marquis, 1992a, b). Sin embargo, esta medida no permite discriminar si esta eventual disminución en la cantidad de semillas se debe a un efecto indirecto como por ejemplo, cambios en características de la planta que disminuyen su atracción para los polinizadores (Strauss *et al.*, 1996,

Strauss, 1997) o directo, como una disminución en el número de óvulos.

Recientemente, varios trabajos tratan de explicar cómo la pérdida de área foliar afecta la cantidad y calidad del néctar o el tamaño de las flores, analizando los efectos indirectos de la herbivoría sobre el componente femenino de la adaptabilidad (Strauss *et al.*, 1996, Aizen & Raffaele, 1996, Strauss, 1997, Lehtila & Strauss, 1999). La presente investigación evalúa cuál es el daño causado por insectos herbívoros a cuatro especies de plantas nativas maderables, plantadas en monocultivos y en cultivos mixtos, en Sardinilla, Provincia de Colón, República de Panamá. También, se trata de determinar cuáles son los principales insectos que provocan la herbivoría en las diferentes plantas escogidas para la investigación.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Las parcelas con los cultivos de las plantas se encuentran ubicadas en la comunidad de Sardinilla, corregimiento de Salamanca, Buena Vista, Provincia de Colón, República de Panamá. Esta área se ubica entre los 9° 19' 30" de latitud N y 79° 38' 00" de longitud O, con una altura máxima de 213 metros y mínima de 64 metros; con una temperatura promedio entre los 26° C y 30° C.

### **Determinación del porcentaje de herbivoría en las plantas:**

Para obtener el área foliar promedio de las hojas en cada una de las especies estudiadas: *Anacardium excelsum* (Bertero y Balb.) (Anacardiaceae), *Cedrela odorata* (L.) (Meliaceae), *Luehea seemannii* Triana y Planch (Tiliaceae) and *Tabebuia rosea* (Bertol) (Bignoneaceae) se midió por separado el área foliar de 10 hojas de 10 plantas diferentes por especie, en tres parcelas, tanto en monocultivo como en cultivos mixto, en el mes de julio, a inicio de la época lluviosa del 2007. El área foliar fue medida utilizando el CI-202 Portable Leaf Area Meter. Las hojas seleccionadas para determinar el porcentaje de herbivoría realizada por los insectos, fueron escogidas al azar; seleccionando 10 hojas de 10 plantas diferentes por especies, en tres parcelas. Estas hojas fueron marcadas con una cinta plástica de color, de tal manera que no afectara el desarrollo de las hojas y pudieran ser visualizadas con facilidad. Una vez transcurrido cuatro

meses después del marcado de las hojas, a finales del mes de noviembre, las hojas fueron colectadas y medidas, para determinar el área foliar consumida por los insectos.

Los resultados fueron analizados mediante un análisis estadístico de varianza (ANDEVA) simple para determinar el nivel de herbivoría en cada una de las especies de plantas utilizadas en la investigación.

## RESULTADOS

El mayor porcentaje de herbivoría fue en los monocultivos de *Anacardium excelsum* ( $F_{1, 2} = 5.061$ ;  $P = 0.02899$ ). El área foliar promedio inicial o sin herbivoría de las hojas en *A. excelsum* en los monocultivos fue de  $163.89 \text{ cm}^2$ . Posterior a la herbivoría por los insectos, el área foliar fue de  $68.17 \text{ cm}^2$ ; lo que representa un consumo de área foliar equivalente a 41.60% (Cuadro 1).

En los cultivos mixtos las hojas de *A. excelsum* presentaron un área foliar promedio inicial de  $273.68 \text{ cm}^2$ ; que se redujo a  $83.91 \text{ cm}^2$  después del proceso de herbivoría lo cual representa un consumo de 30 % del área foliar inicial, consumido por los insectos herbívoros (Cuadro 2).

En *Cedreia odorata* no hubo diferencias significativas con respecto al porcentaje de herbivoría entre los cultivos ( $F_{1, 2} = 1.0009$ ;  $P = 0.32200$ ). El área foliar promedio inicial sin herbivoría en los monocultivos de *C. odorata* fue de  $1434.79 \text{ cm}^2$ . Posterior a la herbivoría el área foliar fue de  $1123.78 \text{ cm}^2$ ; lo que indica que el 78.32% del área foliar inicial fue consumida por los insectos en estas plantaciones (Cuadro 1).

En los cultivos mixtos de *C. odorata* las hojas presentan un área foliar promedio inicial de  $1499.31 \text{ cm}^2$ . Posterior a la herbivoría el área foliar restante consumida fue de  $661.19 \text{ cm}^2$  lo que equivale al 44.10 % del material foliar inicial (Cuadro 2).

En *Luehea seemannii* el porcentaje de herbivoría fue significativamente mayor en los monocultivos ( $F_{1, 49} = 36.618$ ;  $P = 0.00001$ ). El área foliar promedio inicial de *L. seemannii* en los monocultivos fue de  $193.04 \text{ cm}^2$ . Posterior a la herbivoría, el área

foliar consumida fue de 140.02 cm<sup>2</sup> lo que representa un 68.24% del área foliar inicial (Cuadro 1).

En los cultivos mixtos de *L. seemannii* las hojas presentaron un área foliar inicial promedio de 237.52 cm<sup>2</sup>. Posterior a la herbivoría el área foliar consumida fue de 110.31 cm<sup>2</sup>, lo que representa el 46.44% del material foliar inicial por los insectos en estos cultivos (Cuadro 2).

En *Tabebuia rosae* el porcentaje de herbivoría fue significativamente mayor en los monocultivos ( $F_{1, 58} = 34.612$ ;  $P = 0.00000$ ). El área foliar promedio inicial en los monocultivos fue de 563.88 cm<sup>2</sup>. Posterior a la herbivoría el área foliar consumida fue de 196.20 cm<sup>2</sup>, lo que representa un 34.82% de material foliar inicial (Cuadro 1).

En los cultivos mixtos de *T. rosae* las hojas presentaron un área foliar inicial promedio de 701.13 cm<sup>2</sup>. Posterior a la herbivoría el área foliar fue de 125.70 cm<sup>2</sup>, lo que representa el 17.93% del material foliar inicial por los insectos en estos cultivos (Cuadro 2).

El nivel promedio de herbivoría causada por los insectos es resumido en los dos siguientes cuadros:

Cuadro 1. Nivel Promedios de herbivoría en (cm<sup>2</sup>) de las plantas nativas maderables en monocultivos.

Especies de plantas	Nº. De Plantas muestreada	Área foliar inicial	Parcela I	Parcela II	Parcela III	Área foliar Final
<i>Anacardium excelsum</i>	10	193.04	54.154	75.07	75.29	68.17
<i>Cedrela odorata</i>	10	1434.79	1126.05	1127.44	1117.83	1123.78
<i>Luehea semannii</i>	10	193.04	132.59	169.27	118.190	140.02
<i>Tabebuia rosea</i>	10	563.38	203.31	187.16	198.11	196.20

Cuadro 2. Nivel Promedios de herbivoría en (cm<sup>2</sup>) de las plantas nativas maderables en cultivos mixtos.

Especies de plantas	Nº. De Plantas muestreada	Área foliar inicial	Parcela I	Parcela II	Parcela III	Área foliar Final
<i>Anacardium excelsum</i>	10	273.68	57.882	88.893	104.961	83.91
<i>Cedrela odorata</i>	10	1499.31	766.199	648.791	568.57	661.19
<i>Luehea semannii</i>	10	237.52	121.18	118.184	91.568	110.31
<i>Tabebuia rosea</i>	10	701.13	145.14	114.29	117.68	125.70

## DISCUSIÓN

Realizando un análisis general de los resultados de la herbivoría en las cuatro especies de plantas muestreadas; el mayor porcentaje de herbivoría se presentó en los monocultivos, salvo en los cultivos de *Cedrela odorata* donde no hubo diferencias estadísticamente significativas, aunque el mayor porcentaje de defoliación en esta plantación se presentó en los monocultivos. Esto se puede explicar por la forma en que se encontraban distribuidas las plantaciones. En los monocultivos los insectos herbívoros pueden encontrar con mayor facilidad el recurso alimenticio, sin tener probablemente la competencia de otras especies de insectos, que pudieran actuar como depredadores.

Según Coley (1983) y Dirzo (1984), la magnitud ó impacto de la herbivoría también puede depender del valor del tejido consumido (hojas, estructuras de reproducción, meristemas), de la disponibilidad de recursos, y de la intensidad y frecuencia del daño. Habría que realizar un análisis más detallado de las propiedades químicas de cada una de las plantas utilizadas en el muestreo para establecer diferencias específicas sobre el factor que pudieran ejercer la composición química en la atracción o la no preferencia de las hojas de estas plantas.

Otro factores que hay que tomar en cuenta sobre el por qué del mayor porcentaje de herbivoría en los monocultivos y no en los cultivos mixtos, es que la plantas responden a un despliegue de estrategias anti-herbívoros que pueden ser químicas, biológicas y morfológicas

(Ricklefs, 2000). Estas defensas dependen de la historia natural de cada una de las especies de plantas (Coley, 1983). También, otro factor que influyen en el porcentaje de herbivoría en las plantas es el crecimiento de las plantas es decir, la inversión en defensa morfológica y la longevidad. De igual manera el recambio foliar o caída de las hojas en la época seca, son factores que se encuentran muy relacionados.

De acuerdo con la hipótesis de la disponibilidad de recursos (Coley *et al.*, 1985), las plantas están en la disyuntiva constante de crecer y reproducirse o defenderse. Además, Coley, 1987 manifiesta que existe una relación positiva entre el tiempo de vida de las hojas y la defensa química, tal vez porque el valor de la misma y el riesgo de ser descubierta se incrementan con el tiempo. Es posible además, que la forma como se disponen las parcelas de los cultivos en las plantaciones influya mucho sobre los factores antes mencionados.

Encontramos que el mayor consumo foliar en las plantaciones de Sardinilla y específicamente en las especies de plantas estudiadas, se da por insectos defoliadores, principalmente del orden Coleoptera, específicamente de la familia Chrysomelidae, del género *Diabrotica* spp (dos morfoespecies). El grupo de insectos que presentó el mayor número de individuos por familia y género en las plantaciones fueron los escarabajos masticadores (Chrysomelidae: *Diabrotica*). Estos resultados pueden ser comparados con los encontrados por Barone & Coley (2002) en la que el 72% (575 kg/ha/año) del consumo foliar anual es ocasionado por insectos masticadores (principalmente del orden Coleoptera) en la Isla Barro Colorado (Panamá).

#### **Interpretaciones cualitativas sobre observaciones biológicas de otros insectos herbívoros en las plantaciones de Sardinilla, Provincia de Colón:**

Se pudo observar otros grupos de insectos como minadores y formadores de agallas, que también consumen savia y tejidos de las hojas y que crean una estrecha interacción planta-insecto (Weis & Berenbaum 1989, Coley & Barone 1996) provocando serios daños foliares a las plantas.

Debido a la metodología utilizada para el muestreo de la diversidad de insectos herbívoros y cuyos datos se dan a conocer en otra publicación; realizamos algunas observaciones biológicas cualitativas en las plantaciones, observando que el daño foliar causado por otros grupos de insectos como minadores y formadores de agallas fue bajo; excepto en las plantaciones de *Luehea seemannii*; en donde se observó un alto porcentaje de las hojas en las plantas de los cultivos mixtos a nivel de un metro aproximadamente del suelo con un ataque por larvas minadoras del orden Lepidoptera de la familia Oecophoridae (Fig. 1).

Otro daño causados a las plantaciones que no pudo ser cuantificado, es el realizado por el barrenador del tallo en *Cedreia odorata* (*Hypsipyla grandella*, Phycitinae, Pyralidae; Lepidoptera) que consume la parte medular del tallo y en donde los adultos ovipositan y las larvas se alimentan; causando que las ramas pierdan sus hojas y posteriormente mueran después de la salida del adulto (Fig. 2). Esta especie es una plaga importante, la cual ha sido investigada en muchos países tropicales, ya que reduce el valor monetario de las maderas de las caobas y cedros. Además, ella ataca seriamente a los plántones jóvenes en viveros donde los cultivan para uso como árboles del paisaje (Howard & Merida, 2004).



Fig. 1. Lepidoptera: Oecophoridae, defoliando las hojas de *Luehea seemannii*.





Fig. 2. Lepidoptera: Pyralidae: *Hysipyla grandella*, barrenando los brotes de *Cedrela odorata*.

### **AGRADECIMIENTOS**

Dra. Silvia Dorm; Dr. Kasten Mody; MSc. Mirco Platt, del Institute of Plant Sciences and Applied Entomology ETH Schmelzrbestrasse 9/LFO CH-8092 Zurich Switzerland; Dra Catherine Potvin de la Universidad de McGill y Dr. Héctor E. Barrios, Universidad de Panamá, por proveer parte de los fondos para la realización de esta investigación. Mi agradecimiento a la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT) y a la Asociación Panameña para el Avance de la Ciencia (APANAC) por proveer parte de los fondos económicos a través de la beca del Programa de Ciencias Básica (CC. BB) estímulos a las actividades de Ciencia y Tecnología. Estos fondos económicos nos ayudaron a culminar esta investigación en Sardinilla, Provincia de Colón. Al profesor. Diomedes Quintero A., Director del Museo de Invertebrados G. B. Fairchild de la Universidad de Panamá, por su colaboración y sugerencias para mejorar el contenido de este trabajo. Al Licenciado Alex Espinosa, por toda la ayuda en la adquisición de literatura referente a las especies de plantas utilizadas en el presente trabajo. Quiero también agradecer de manera muy especial al Licenciado Oscar G. López Ch., por su valiosa ayuda en las colectas en campo, fotografías, trabajos de laboratorio y en el procesamiento de las muestras.

## REFERENCIAS

Aizen, M. A. & E. Raffaele. 1998. Flowering-shoot defoliation affects pollen grain size and postpollination pollen performance in *Alstromeria aurea*. *Ecology* 79: 2133-2142.

Barone, J. & P. D. Coley. 2002. Herbivorismo y las defensas de las plantas. Pp. 465-492. *En*: Guariguata M. R. y G. H. Kattan. (Eds.). *Ecología y Conservación en Bosques Neotropicales*. Ediciones. LUR, Costa Rica.

Coley, P. D. 1983. Intraspecific variation in herbivory on two tropical trees species. *Ecology* 64: 426-433.

Coley, P.D., J.P. Bryant & F.S. Chapin III. 1985. Resource availability and plant anti-herbivore defense. *Science* 230: 895-899.

Coley, P.D. 1987. Interspecific variation in plant antiherbivore properties: The role of habitat quality and rate of disturbance. *New Phytologist* 106:2151-263.

Coley, P. D. & J. Barone. 1996. Herbivore and plant defensas en tropical forests *Annual Review of Ecology & Systematics* 27: 305-335.

Dirzo, R. 1984. Insect-Plant Interactions: Some ecophysiological consequences of herbivory. *In*: Medina; E., H.A. Mooney and C. Vázquez-Yanez. (eds.). *Physiological ecology of the wet tropics*. W. Junk La Haya. p. 209- 224.

Howard, F. W. & A. Michael Merida. 2004. El taladrador de las meliaceas, *Hypsipyla grandella* (Zellar) (Insecta: Lepidoptera: Pyralidae: Phycitinae). EENY-337. University of Florida. IFAS Extensión. 11 p.

Lehtila, K. & S. Strauss. 1999. Effects of foliar herbivory on male and female reproductive traits of wild radish, *Raphanus raphanistrum*. *Ecology* 80: 116-124.

Marquis, R. 1992a. The selective impact of herbivores. *In* R. Fritz y E. Simms (eds.). *Plant Resistance to Herbivores and Pathogens: Ecology*,

Evolution and Genetics. University of Chicago press, Chicago. p. 301-325.

Marquis, R. 1992b. A bite is a bite is a bite? Constrains on response to folivory in *Piper arieianum* (Piperaceae). *Ecology* 73: 143-152.

Mutikanien, P. & L. Delph. 1996. Effects of herbivory on male reproductive success in plants. *Oikos* 75: 353-358.

Quesada, M., K. Bollman & A. Stephenson. 1995. Leaf damage decreases pollen production and hinders pollen performance in *Cucurbita texana*. *Ecology* 76: 437-443.

Strauss, S. Y., J. Conner & S. Rush. 1996. Foliar herbivory affects floral characters and plant attractiveness to pollinators: implications for male and female fitness. *Amer. Nat.* 147: 1098-1107.

Strauss, S. Y. 1997. Floral character link herbivores, pollinators, and plant fitness. *Ecology* 78: 1640-1645.

Weis, A. & M. Berenbaum. 1989. Herbivorous insects and green plants. *In*: Abrahamson, W. G. (Eds.). *Plant- Animal Interactions*. McGraw-Hill. Nueva York. p. 123-162.

***Recibido mayo de 2009, aceptado diciembre de 2009.***