

## Comparación de dos métodos para medir herbivoría. ¿Es la herbivoría en el Neotrópico mayor de lo que creemos?

Carlos García-Robledo<sup>1,2</sup>

1 Departamento de Biología, Universidad de Los Andes, Carrera 1ª No. 18A-10, Bogotá, D.C., Colombia.

2 Dirección actual: Departamento de Biología, Universidad de Miami, Coral Gables, Florida 33124, USA. Fax: (305) 284-3039; carlos@bio.miami.edu

Recibido 07-I-2003. Corregido 28-VIII-2004. Aceptado 03-IX-2004.

**Abstract: Comparison between two methods to measure herbivory. Is herbivory in the Neotropics more severe than we thought?** The quantity of plant tissue consumed by herbivores can be recorded 1) by measuring herbivory in previously marked leaves or 2) by performing punctual measures, *i.e.* selecting leaves at random to measure the tissue absent in each leaf. Punctual measurements are frequently used because they are a faster method to estimate herbivory. However, punctual measures do not include totally consumed leaves, therefore they underestimate the actual herbivory rates. In three species of understory shrubs (*Palicourea* sp. *P. angustifolia* and *P. ovalis*: Rubiaceae) herbivory was measured using punctual measures and marking young leaves in order to determine the degree of herbivory underestimation by punctual measurements. Punctual measurements underestimated herbivory up to three times in the species with a high number of totally consumed leaves. In the species with a lower number of totally consumed leaves, herbivory rates recorded using both methods were similar. These results suggest that herbivory in neotropical forests could be more severe than what is currently suggested. *Rev. Biol. Trop.* 53(1-2): 111-114. Epub 2005 Jun 24.

**Key words:** *Palicourea* spp., Rubiaceae, herbivory, tropical montane forest, Colombia.

La pérdida de área foliar debida a la herbivoría se puede medir de dos maneras. La primera consiste en hacer mediciones a lo largo del período de expansión de la hoja. Estas mediciones deben realizarse en hojas nuevas y sin ningún daño al momento de ser seleccionadas. Este método permite obtener una medida de la tasa de herbivoría, es decir, del área consumida por unidad de tiempo (Coley 1980).

La segunda manera es hacer mediciones puntuales, en las que se toma una medida única del área consumida en hojas seleccionadas al azar que están aún unidas a la planta (Coley 1980, 1983a, 1983b, 1987). Esta medición hipotéticamente integra la herbivoría que ha sufrido la hoja durante toda su vida. Este último método se usa frecuentemente para medir herbivoría, pues permite realizar las mediciones en un tiempo más corto y con un menor esfuerzo con

respecto al método de medición a lo largo del período de expansión. Sin embargo, este método puede subestimar el grado de herbivoría que la planta ha sufrido por dos razones: 1) los herbívoros pueden consumir completamente muchas hojas (que por lo tanto han desaparecido), y una medición puntual no tiene en cuenta este daño en sus estimados, y 2) al escoger hojas al azar no se tiene en cuenta la edad de éstas. Esto último es un problema pues las hojas de mayor edad, por haber estado expuestas a herbivoría por un lapso de tiempo más prolongado, tienen más área consumida que las hojas jóvenes (Coley 1980). El presente estudio tuvo por objeto determinar el error de las mediciones puntuales de herbivoría con respecto a mediciones obtenidas a lo largo del período de expansión. Además se evaluó un método para disminuir las fuentes de error inherentes a las mediciones puntuales.

El estudio se desarrolló entre los meses de enero y mayo de 1999 en los bosques húmedos del Santuario de Fauna y Flora Otún-Quimbaya y el Parque Regional Natural Ucumarí. Estos parques naturales están localizados en la cordillera Central de Colombia al oriente de la ciudad de Pereira. Las localidades de estudio están a 1900 y 2430 m (Londoño 1994).

El estudio se hizo en tres especies arbustivas típicas de sotobosque pertenecientes al género *Palicourea* (Rubiaceae) (Taylor 1997), *Palicourea angustifolia* (Kunth), *Palicourea ovalis* (Standl.) y una tercera especie de *Palicourea* en proceso de determinación (C. Taylor com. per.), identificada en este documento como *Palicourea* sp. *Palicourea angustifolia* se encuentra en ambas localidades, mientras que *P. ovalis* solo se encuentra en la localidad a menor altura (i.e. 1900 m.) y *Palicourea* sp. en la localidad más alta (i.e. 2430 m.). Seleccioné para las tres especies un total de 139 plantas focales ( $N_{P. angustifolia} = 80$ ,  $N_{P. ovalis} = 32$ ,  $N_{Palicourea\ sp.} = 27$ ). Los criterios de selección de las plantas focales fueron: 1) que estuvieran ubicadas bajo el dosel, y 2) que estuvieran separadas entre sí por una distancia mínima de 25 m.

Para cada uno de los dos métodos de medición, en cada planta focal seleccioné como mínimo 8 pares de hojas. Para la medición durante el período de expansión, seleccioné hojas que estuvieran enteras y empezando a expandir la lámina, las cuales marqué poniendo un aro de alambre de color alrededor del tallo, sobre el nudo del par de hojas inmediatamente anterior a estas.

Para la medición puntual, seleccioné hojas diferentes a las utilizadas para la medición a lo largo de la expansión de la hoja. Buscando disminuir el error que presenta este método al seleccionar hojas de diferentes edades, escogí solo hojas jóvenes ubicadas en el ápice de las ramas. Con el objetivo de disminuir la subestimación producida por excluir de los estimados a las hojas totalmente consumidas, y aprovechando que estas plantas tienen hojas opuestas, registré los casos en los que la hoja opuesta a la seleccionada estaba ausente. A esta hoja

hipotéticamente desaparecida por herbivoría le asigné un valor de proporción de herbivoría del 100%.

Para registrar el área foliar desaparecida a lo largo del período de expansión de las hojas, dibujé el contorno de la lámina (estimando el contorno en los casos en que faltaban pedazos de hoja) en un acetato transparente, 90 días después de ser marcadas. Digitalicé las imágenes y medí las áreas utilizando el programa Sigma Scan™ (Link *et al.* 1994). Con esta medición registré el área ausente, área presente y el área potencial que equivale a la suma del área presente y el área desaparecida. A partir de estas áreas obtuve los porcentajes de herbivoría para cada una de las hojas. Finalmente obtuve el promedio de herbivoría por planta, promediando las tasas para todas las hojas medidas en cada planta.

Para comparar los porcentajes de herbivoría por planta, primero apliqué una transformación arco-seno. Los estimados obtenidos mediante los dos métodos fueron comparados mediante una prueba t-pareada. Para explorar posibles diferencias en el número de hojas totalmente desaparecidas entre especies, realicé una prueba para comparación de proporciones (Zar 1996).

Las proporciones de área perdida obtenidas mediante la medición puntual fueron en general menores que las registradas mediante la medición a lo largo del período de expansión para las tres especies (Fig. 1). Las diferencias entre los dos métodos varían desde no significativas en *Palicourea* sp. ( $t = 0.53$ , g.l. = 26,  $p = 0.6$ ), hasta valores tres veces mayores en *P. angustifolia* ( $t = 7.1$ , g.l. = 79,  $p < 0.001$ ) y *P. ovalis* ( $t = 4.3$ , g.l. = 31,  $P < 0.001$ ). La proporción de hojas desaparecidas fueron diferentes entre las tres especies ( $p < 0.05$ , Cuadro 1). La mayor proporción se observó en *P. angustifolia* y *P. ovalis* y la menor en *Palicourea* sp.

El método de medición puntual usado en este estudio, a pesar de intentar corregir los estimados, subestimó en un tercio la herbivoría sufrida por las especies en las que desaparecieron más hojas. Al parecer el consumo de pares de hojas es común y por lo tanto, la corrección

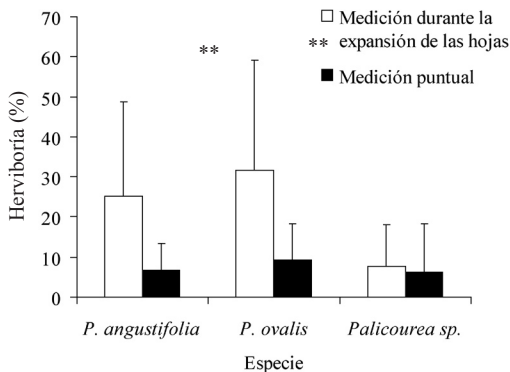


Fig. 1. Diferencias entre dos métodos para medir herbivoría (Media  $\pm$  Desviación Estándar). N *P. angustifolia* = 80, N *P. ovalis* = 32, N *Palicourea sp.* = 27. \*\* Indica diferencias significativas,  $P < 0.001$ .

Fig. 1. Differences between two methods to measure herbivory (Mean  $\pm$  SD). N *P. angustifolia* = 80, N *P. ovalis* = 32, N *Palicourea sp.* = 27. \*\* Significant differences,  $P < 0.001$ .

#### CUADRO 1

Proporción de hojas totalmente desaparecidas en tres especies de *Palicourea*

TABLE 1

Proportions of leaves disappeared in three species of *Palicourea*

Especie	N	% hojas desaparecidas*
<i>P. angustifolia</i>	731	18% (a)
<i>P. ovalis</i>	269	25% (a)
<i>Palicourea sp.</i>	186	7% (b)

\* $p < 0.05$ , prueba de proporciones. Las especies con la misma letra tienen porcentajes equivalentes de hojas desaparecidas.

\* $p < 0.05$ , test for differences between proportions, letters group species with equivalent proportions of disappeared leaves.

que propuse para disminuir el error producido por excluir las hojas totalmente consumidas no funcionó para estas dos especies. En *Palicourea sp.*, que fue la especie que perdió un número menor de hojas, los dos métodos de medición de herbivoría dieron resultados similares.

A pesar de que las correcciones del método puntual funcionaron para una especie, en la práctica este método no es muy útil, pues es

imposible saber *a priori* si las hojas totalmente consumidas son parte importante del total de herbivoría para las plantas usadas como objeto de estudio. Hay evidencia de que en bosques australianos de tierras bajas el uso del método puntual también subestima la herbivoría en un tercio de su valor real (Lowman 1984). Es posible que en los bosques húmedos de montaña, al igual que en los bosques de tierras bajas australianos, esté sucediendo más herbivoría de la que actualmente creemos.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradezco al equipo de la Unidad de Parques Nacionales-Santuario de Fauna y Flora Otún Quimbaya por su apoyo logístico dentro del parque. Pilar Amézquita y Daniel Cadena colaboraron con parte del trabajo de campo. El presente trabajo forma parte de los resultados del proyecto *Palicourea*, financiado por el International Center for Tropical Ecology (ICTE) - Universidad de Missouri-St. Louis y fondos de la fundación John D. and Catherine T. MacArthur para Wildlife Conservation Society. Los comentarios de Gustavo Kattan, Erin Kuprewicz y un revisor anónimo mejoraron sustancialmente este manuscrito.

#### RESUMEN

La cantidad de tejido vegetal consumido por los herbívoros puede ser registrada: 1) midiendo en hojas previamente marcadas el área consumida a lo largo del periodo de expansión de las hojas ó 2) realizando mediciones puntuales, *i.e.* registrando el área ausente en hojas seleccionadas al azar. El método de mediciones puntuales se usa frecuentemente para medir herbivoría, pues permite realizar las mediciones en un tiempo más corto. Sin embargo, las mediciones puntuales pueden subestimar la herbivoría al no incluir las hojas que fueron totalmente consumidas. Para determinar en qué grado las mediciones puntuales subestiman la herbivoría, en tres especies de arbustos de sotobosque (*Palicourea sp.*, *P. angustifolia* y *P. ovalis*: Rubiaceae) fueron realizadas mediciones puntuales y estimados de herbivoría marcando hojas jóvenes. El método de mediciones puntuales subestimó tres veces las tasas de herbivoría en las especies donde hubo un mayor número de hojas totalmente consumidas. En la especie con

menor número de hojas totalmente consumidas, los resultados obtenidos mediante los dos métodos fueron similares. Estos resultados sugieren que posible que la herbivoría en los bosques neotropicales sea mas intensa de lo que sugieren los estimados actuales.

**Palabras Clave:** *Palicourea* spp., Rubiaceae, herbivoría, bosque montano, Colombia.

## REFERENCIAS

- Coley, P.D. 1980. Effects of leaf age and plant life history patterns on herbivory. *Nature* 284: 545-546.
- Coley, P.D. 1983a. Herbivory and defense characteristics of tree species in a lowland tropical forest. *Ecol. Monogr.* 53: 209-233.
- Coley, P.D. 1983b. Intraspecific variation in herbivory on two tropical tree species. *Ecology* 64: 426-433.
- Coley, P.D. 1987. Patrones en las defensas de las plantas: ¿por qué los herbívoros prefieren ciertas plantas? *Rev. Biol. Trop.* 35: 151-164.
- Londoño, E. 1994. Parque Regional Natural Ucumari. Un vistazo histórico. p. 25-36 In J. O. Rangel (ed.). Ucumari: un caso típico de la diversidad biótica andina. Corporación Autónoma Regional de Risaralda, Pereira, Colombia.
- Taylor, C. 1997. Conspectus of the genus *Palicourea* (Rubiaceae: Psychotrieae) with the description of some new species from Ecuador and Colombia. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 84: 224-262.
- Link, N., G., Albinger & A. Fontes, 1994. Sigma Scan. Jandel Corporation. Chicago.
- Lowman, M. D. 1984. An assessment of techniques for measuring herbivory: is rainforest defoliation more intense than we thought?. *Biotropica* 16: 264-268.
- Zar, J. H. 1996. Biostatistical analysis. Prentice Hall, New Jersey, USA.