

MEMORIAS DEL CURSO  
**Metodologías de  
Investigación  
en Ecología  
Vegetal**



**BOLFOR**

Proyecto de Manejo Forestal Sostenible  
Financiado por USAID y PL480  
en convenio con el MDSF



Memorias del  
Curso:

Metodologías de Investigación  
en  
Ecología Vegetal

Editores:

Bonifacio Mostacedo  
José Carlos Herrera  
Todd S. Fredericksen



Valle del Sacta 19-26 Julio 1999, Cochabamba

Copyright©1999 by  
Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR)

Las opiniones y juicios técnicos expresados en las publicaciones del Proyecto BOLFOR,  
son emitidos por los consultores contratados por el proyecto y no reflejan necesariamente  
la opinión o políticas de la Secretaría Ejecutiva del PL480 o de USAID

Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR)

*Cuarto Anillo, Av. 2 de Agosto*

*Casilla # 6204*

*Santa Cruz, Bolivia*

*Fax: 591-3-480854*

*Tel: 480766-480767*

*Email: bolfor@bibosi.scz.entelnet.bo*

*Citación: BOLFOR; Mostacedo Bonifacio (ed); Herrera, José Carlos (ed);  
Fredericksen, Todd S. (ed).1999. "Memorias del Curso: Metodología de Investigación en  
Ecología Vegetal"*

EDICION:

Ramiro Duchén

DISEÑO/DIAGRAMACIÓN:

Delicia Gutiérrez

Para la reproducción íntegra o en parte de esta publicación se debe  
solicitar autorización al Proyecto BOLFOR.

---

Impreso en Editora El País  
Dirección: Cronembold No. 6  
Teléfono 343996 Santa Cruz, Bolivia

Impreso en Bolivia - Printed in Bolivia



## Presentación

Bolivia, considerado como un país muy diverso en ecosistemas y especies, cuenta con un gran potencial para realizar investigaciones sobre ecología vegetal. Estas investigaciones permitirán conocer la dinámica y los procesos de los diferentes ecosistemas. Asimismo, los estudios autoecológicos permitirán tener mayor información sobre determinadas especies en particular.

En los últimos diez años, las investigaciones sobre ecología vegetal en Bolivia han tenido un crecimiento considerable. Sin embargo, estas investigaciones han sido más descriptivas que experimentales. Los estudios descriptivos son muy importantes, pero, los estudios tendrían más valor si se busca establecer en éstos las relaciones causa-efecto.

Asimismo, gran parte de dichas investigaciones ha sido y está siendo realizada por investigadores extranjeros. En la actualidad, el número de ecólogos nacionales es muy reducido, y de éstos son muy pocos los que investigan la ecología vegetal a nivel experimental.

Por esta razón, el Proyecto BOLFOR ha visto la necesidad de capacitar un mayor número de personas en ecología vegetal. El curso de Metodologías de Investigación en Ecología Vegetal fue orientado a la formación académica de estudiantes y profesionales jóvenes de las carreras de biología, ingeniería forestal y agronomía. El objetivo principal de este curso fue entrenar a los participantes para generar y realizar trabajos de investigación. Esto implicó: a) la forma de plantear los problemas y formular las hipótesis, b) la forma de realizar el diseño y la toma de datos en el campo, c) la manera de realizar los análisis de los



## Metodología de Investigación en Ecología Vegetal

datos aplicando pruebas estadísticas, y por último, d) la forma de escribir científicamente y realizar la divulgación tanto escrita como oral. Se espera que este curso haya sido útil para los participantes y que estos divulguen y compartan sus conocimientos con sus compañeros de trabajo y/o estudiantes.

*John B. Nittler*

Jefe de Equipo  
Proyecto BOLFOR



## *Agradecimientos*

*El curso no se hubiera podido realizar sin la buena predisposición de los jefes de BOLFOR, el Ing. John Nittler, el Ing. Willian Cordero y la Lic. Maria Luisa Salvatierra. Tambien queremos agradecer a la Escuela Técnica Forestal de Cochabamba por haber hecho todo lo posible para gestionar y conseguir un lugar para realizar el curso, en la Estación Experimental del Valle del Sacta. El curso se llevó a cabo de manera organizada, gracias a la ayuda de Freddy Contreras que hizo todas las gestiones con la Escuela Técnica Superior Forestal (ETSFOR) para conseguir el lugar y el apoyo logístico permanente de Leonor Camargo, Daniel Nash, Wilson Velasco y Arturo Justiniano.*



## Indice

DESCRIPCION GENERAL DEL AREA DEL ESTUDIO.....	1
RESUMEN DE LAS DIFERENTES ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL CURSO.....	5
Caminata de Reconocimiento.....	5
Clases de Ecología.....	5
Clases de Estadística.....	6
CONFERENCIAS MAGISTRALES.....	7
Principales Tipos de Vegetación en Bolivia	
<i>Marisol Toledo</i> .....	7
Herbivoría y Depredación en Bosque Tropicales	
<i>José Carlos Herrera</i> .....	8
Alcances y Métodos de los Estudios Fenológicos	
<i>Joaquín Justiniano</i> .....	9
Polinización y Dispersión de Semillas por Aves y Mamíferos	
<i>Betty Flores</i> .....	10
Bosques Ribereños	
<i>Laura Carse</i> .....	12
¿Cuál es la Contribución de los Ecólogos al Manejo Forestal?	
<i>Todd Fredericksen</i> .....	13
Conservación Biológica	
<i>Damián Rumiz</i> .....	14



TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN REALIZADOS DURANTE EL CURSO.....	15
Influencia de la Perturbación de un Bosque en la Producción de Organos Reproductivos de <i>Clidemia</i> sp. en el Valle del Sacta, Bolivia <i>Geovana Carreño R.</i> <i>Erica Lozano R.</i> <i>Ezequiel Chávez R.</i> .....	15
Comportamiento en Relación a la Luz, de la Población de <i>Socratea exorrhiza</i> en Diferentes Hábitats <i>Natalia Araujo</i> <i>Alain Carretero</i> <i>Carlos Ruiz</i> <i>Verónica Benavides.</i> .....	23
Efectos de la Luz en los Niveles de Herbivoría en <i>Clidemia</i> sp. (Melastomataceae) <i>Marcelo Hinojosa B.</i> <i>Marcela Perira M.</i> <i>María del Carmen Ramírez.</i> .....	35
Abundancia y Rendimiento Foliar de la Jatata ( <i>Geonoma</i> aff. <i>Deversa</i> ) en Dos Tipos de Hábitats del Valle del Sacta, Cochabamba <i>Modesto Serrate</i> <i>Ana M. Carrión</i> <i>Juan C. Montero.</i> .....	43
Cobertura de Helechos No-arbóreos en Cuatro Tipos de Hábitats en el Valle de Sacta Cochabamba, Bolivia <i>Marison Garvizu P.</i> <i>Hibert Huaylla L.</i> <i>Grimaldo Soto Q.</i> .....	55



Daño Foliar de Dos Especies de <i>Miconia</i> sp. (Melastomataceae) según la Presencia de Pubescencia en las Hojas <i>Neslith Barja</i> <i>Aideé Vargas</i> <i>Rodrigo Río A.</i> <i>Alger Ayala</i> .....	63
Efecto de la Simetría y la Perturbación de Hábitat en los Patrones de Herbivoría de <i>Clidemia</i> sp. (Melastomataceae) <i>Saúl J. Altamirano</i> <i>Rosmery Barba</i> <i>Daniel M. Larrea</i> .....	71



## Descripción General del Area de Estudio

La propiedad del Valle del Sacta, perteneciente a la Universidad Mayor de San Simón, está ubicada a 230 km al noreste de la ciudad de Cochabamba (17°01'59"S, 64°41'50"W; Figura 1). Esta propiedad abarca una superficie aproximada de 6518 ha; de esta superficie, el 91% está conformado por bosque no perturbado, el 3.5% por pastizales, el 1.6% utilizado por el proyecto piscícola "Tilapias", y el resto, por cultivos agroforestales e infraestructura (Montecinos, 1998).

El lugar presenta un clima cálido y húmedo con una precipitación promedio de 3179 mm/año, siendo la máxima de 4549 mm/año y la mínima de 2183 mm/año. Las lluvias se concentran, principalmente, en los meses de octubre a marzo. La temperatura promedio anual es de 23 °C (Montecinos, 1998).

El bosque es considerado como bosque húmedo de llanura (Beck et al., 1993). El bosque presenta árboles del dosel con alturas de 50 m. Las especies dominantes del lugar son *Terminalia oblonga*, *Pouteria* sp., *Tapirira guianensis*, *Clarisia biflora*, *Clarisia racemosa*, *Eschweilera coriacea*, *Pseudolmedia laevis* y *Sloanea guianensis*. Palmeras como *Socratea exorrhiza*, *Iriartea deltoidea*, *Oenocarpus bataua* y *Euterpe precatoria* son las especies más importantes; en el sotobosque, *Geonoma deversa* es la especie dominante.

Geológicamente, esta región está constituida por depósitos aluviales del Cuaternario. Fisiográficamente, la zona se presenta como una planicie con ondulaciones leves y, en ciertos casos, con algunas terrazas aluviales. Los suelos en las planicies son franco arcillo limosos a franco arcillosos, ácidos, con



una cantidad moderada de materia orgánica, nitrógeno y fósforo; estas características mejoran bastante en las terrazas.

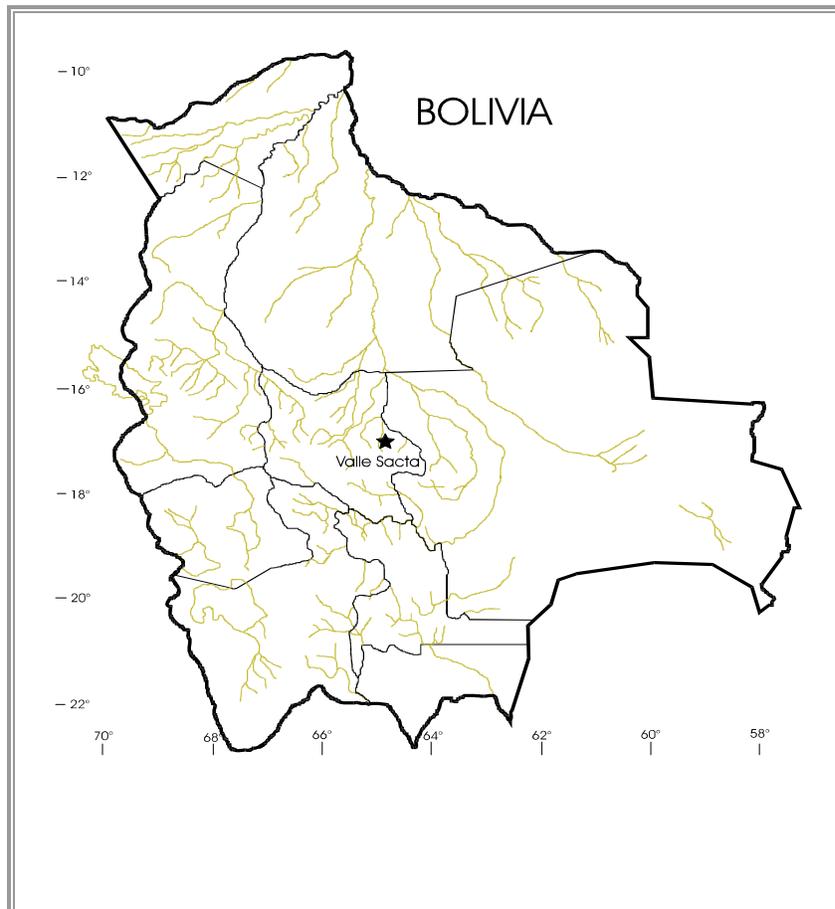


Figura 1. Ubicación del área de las investigaciones realizadas durante el curso



## Metodología de Investigación en Ecología Vegetal

Foto 1. Estación del Valle del Sacta, perteneciente a la Universidad Mayor de San Simón. Este lugar reúne todas las condiciones para realizar cursos e investigaciones en diferentes áreas.



Foto 2. Profesores y estudiantes del curso sobre Metodologías de Investigación en Ecología Vegetal.



Foto 3. Grupo de estudiantes del curso de Metodologías de Investigación en Ecología Vegetal, atendiendo las instrucciones impartidas por uno de los profesores.





## Resumen de las Diferentes Actividades Realizadas en el Curso

### Caminata de Reconocimiento

El primer día del curso se efectuó una caminata de aproximadamente cinco kilómetros. La senda atravesaba pastizales, bosque secundario y bosque primario. El objetivo de esta caminata fue reconocer el área de estudio, y hacer que el estudiante genere preguntas sobre las posibles causas de ciertos patrones observables en el bosque tropical. Por otro lado, cada profesor fue encargado de dar una charla sobre algún tema o métodos para evaluar la vegetación. Los alumnos tuvieron la oportunidad de hacer preguntas sobre cualquier aspecto relacionado al tema.

### Clases de Ecología

Las clases de ecología se dieron para aclarar y definir algunos conceptos, términos y temas utilizados muy a menudo en esta rama. El primer tema se centró en definir el concepto de ecología y, a partir de ello, identificar y describir los principales factores bióticos y abióticos que determinan la distribución y abundancia de las especies. El segundo tema consistió en explicar la diversidad de especies; se dio énfasis a los factores que determinan que un lugar sea más diverso que otro. También se explicaron algunos métodos para calcular la diversidad de especies. El tercer tema fue acerca de la sucesión vegetal; en esta clase se definió la sucesión, los tipos de sucesión y los pasos seguidos por una sucesión vegetal. Se dio especial énfasis a los términos de florística inicial y florística de relevo. Se tenía previsto un cuarto tema sobre la regeneración natural en



bosques tropicales, pero, por falta de tiempo, no se logró impartir. Las mencionadas clases fueron dictadas por el M. Sc. B. Mostacedo.

### Clases de Estadística

En las clases de estadística se hizo un repaso sobre las principales herramientas y pruebas utilizadas en ecología vegetal. En primer lugar, se mencionaron los tipos de variables a tomarse en cuenta, el ordenamiento de los datos, los análisis generales que se deben realizar antes de hacer las pruebas estadísticas, y los tipos de análisis que se deberían hacer según los datos. En segundo lugar, se dio mucho énfasis al diseño experimental, las repeticiones y pseudorepeticiones, y el número de muestras a tomarse para que la información obtenida tenga cierto nivel de confiabilidad. En tercer lugar, se mencionaron las diferentes pruebas que se deben realizar, tomando en cuenta si los datos son paramétricos o no-paramétricos. En las pruebas paramétricas se habló de las pruebas de “t” de Student, y los análisis de varianza, mientras que en las no-paramétricas se habló de las pruebas de Mann-Witney, Wilcoxon y Kruskal-Wallis. Por último, también se cubrió el tema de los análisis de correlación, regresión lineal y no lineal,  $X^2$ , tabla de contingencia y componentes principales (ordenación y agrupación). Las clases, prácticas y análisis de datos, fueron apoyados con dos programas estadísticos, Systat y Pc-Ord. La mayor parte de las clases fueron impartidas por el Dr. T. Fredericksen, con el apoyo del Lic. J. C. Herrera y el M.Sc. B. Mostacedo.



## Conferencias Magistrales

## Principales Tipos de Vegetación en Bolivia

*Marisol Toledo* 

El objetivo de esta presentación fue mostrar los principales tipos de vegetación existentes en Bolivia. Aunque la investigación botánica en Bolivia es todavía incompleta, los resultados preliminares permiten afirmar que es un país con alta diversidad florística como Brasil, México, Colombia, Perú, Ecuador y Venezuela. La alta diversidad es dada por las características fisiográficas y la ubicación en una zona de confluencia de cuatro regiones biogeográficas de América Latina: Amazonia, Cerrado, Chaco y Andes. Existen diversos sistemas de clasificación de la vegetación con criterios diferentes (geográfico, biogeográfico, climático y florístico); uno de ellos se presenta en la Guía de árboles de Bolivia, que distingue 15 formaciones vegetales. Es de vital importancia continuar con los estudios botánicos que proporcionen información para un manejo sostenible y la conservación de los recursos florísticos del país.



## Herbivoría y Depredación en Bosques Tropicales

*José Carlos Herrera* 

El objetivo de esta charla fue presentar las principales interacciones planta-animal que ocurren en los bosques tropicales y que influyen en la distribución y abundancia de las especies. Estas interacciones cumplen roles ecológicos importantes como la dispersión de semillas y el equilibrio de la abundancia de plantas, entre otros. Los herbívoros son animales que se alimentan de hojas, frutos, semillas y tallos tiernos; esta acción es un tipo de depredación que cumple roles ecológicos importantes dentro de las sucesiones de las comunidades vegetales. Entre los animales más importantes que depredan a las plantas están los insectos (fitófagos, xilófagos) y vertebrados (frugívoros, folívoros). Entre las plantas más apetecidas están aquellas especies que tienen frutos carnosos, las que tienen crecimiento rápido (presentando hojas tiernas), y las especies pioneras que se presentan en bosques secundarios.



## Alcances y Métodos de los Estudios Fenológicos

*Joaquín Justiniano* ✍

Los estudios fenológicos son un instrumento de apoyo esencial para la mayoría de los estudios ecológicos. Dada su vital importancia, se hace necesario difundir las metodologías y formas de análisis necesarios para medir e interpretar los datos fenológicos (ciclos vegetativos y reproductivos), con el fin de conocer y entender no sólo la dinámica de los bosques, sino también los patrones que la rigen. En esta charla, se dio a conocer la metodología de instalación de estudios fenológicos, brindando nociones básicas que se deben tomar en cuenta para este fin, así como las condiciones para optimizar la obtención de datos apropiados de campo. También, se mostró la sencilla, pero rigurosa manera como se debe llevar a cabo la toma de datos, además de los alcances que se deben obtener con los resultados, a partir de estos estudios.



## Polinización y Dispersión de Semillas por Aves y Mamíferos

*Betty Flores* ✍

Las plantas, a diferencia de muchos animales, no pueden desplazarse de un lugar a otro para satisfacer sus necesidades de alimentación, refugio y reproducción. Estos organismos deben satisfacer estas necesidades mediante el desarrollo de distintas estructuras y respuestas de crecimiento. Las angiospermas han acumulado una serie de caracteres que, de hecho, les permiten una cierta movilidad en el momento de la reproducción, mediante la atracción de insectos y otros animales a través de las flores, y la dirección de actividades de los animales hacia la polinización cruzada (fertilización cruzada), hecho que se da con frecuencia. Las angiospermas han trascendido su naturaleza inmóvil y, en cierto modo, se han transformado en seres tan móviles como los animales. Según los agentes externos que provocan el transporte del polen, estas plantas pueden ser: anemófilas, zoófilas e hidrófilas. Las flores anemófilas carecen, en general, de medios de atracción y requieren que se produzca y se dispersen cantidades suficientes de polen. Las flores zoófilas deben poseer productos atractivos (cebos, polen, néctar, color y olor) y, además, polen viscoso para compensar a sus polinizadores. La estructura de los frutos está íntimamente relacionada con su modo de diseminación. Los agentes de diseminación pueden actuar como: zoocoría (animales), anemocoría (viento), hidrocoría (agua), antrocoría (hombre) y autocoría



(diseminación activa de la misma planta). Muchas plantas dependen de la presencia regular de animales en determinado período del año para su dispersión; su distribución natural tiende a seguir el patrón de movimiento del animal. Los vertebrados dispersores de semillas remueven las partes comestibles de los frutos y regurgitan o liberan semillas no digeridas. Las semillas pequeñas pueden ser tragadas y excretadas sin sufrir daños, pero las grandes y cubiertas por vainas o por epicarpos leñosos dependen de otros métodos para su dispersión. La evolución de frutos carnosos dulces y, a menudo, de colores brillantes ha sido una prueba clara de la coevolución de animales y angiospermas. La mayoría de los frutos, cuyo pericarpo es carnoso, forman parte de la dieta de los vertebrados.



## Bosques Ribereños

*Laura Carse* ✍

Los bosques ribereños tienen importancia para la protección de cuencas y la secuencia hidrológica. Asimismo, estos bosques actúan como fajas de fuentes de semillas (lo cual tiene implicaciones para la regeneración natural de bosques manejados) donde la presencia de una alta densidad de árboles productores de frutos brinda recursos clave para la vida silvestre. En Lomerío, el suelo es el factor determinante que explica la variación de la vegetación y se encuentra una gran variedad de cambios abióticos en la formación de catenas. A través de estos cambios, la vegetación va cambiando a lo largo de las catenas y se pueden encontrar bioindicadores en cada ambiente.



## ¿Cuál es la Contribución de los Ecólogos al Manejo Forestal?

*Todd Fredericksen* ✍

Con el afianzamiento del manejo forestal en Bolivia, los ecólogos tendrán un papel más activo brindando información para los planes de manejo forestal. Para que dicha información sea pertinente en el ámbito forestal, los ecólogos deben proporcionar datos que se puedan aplicar para mejorar la regeneración, aumentar el rendimiento del bosque y reducir el daño causado por el aprovechamiento y otros tratamientos silviculturales. Esto no implica abandonar la investigación básica, sino que ésta podrá incorporarse en proyectos de investigación aplicada. Para ser sostenibles, las decisiones de manejo forestal deben basarse en conocimientos bien fundamentados de las características ecológicas de las especies forestales y en la comprensión de sistemas silviculturales adecuados para su regeneración. Además del conocimiento de las especies forestales, es necesario entender mejor los complejos ecosistemas forestales de Bolivia, de modo que las personas a cargo del manejo puedan garantizar la protección de la biodiversidad del bosque, las cuencas y los varios otros beneficios que los bosques proveen. El manejo forestal en el país encara muchos desafíos y los ecólogos tendrán un papel muy importante en brindar información para la toma de decisiones acertadas de manejo, las cuales darán forma al futuro de los recursos forestales de la nación.



## Conservación Biológica

*Damián Rumiz* ✍

Se dictó una conferencia sobre Conservación Biológica, ciencia definida como una síntesis multi e inter disciplinaria (incluyendo ecología, biogeografía, genética de poblaciones, economía, sociología, antropología y filosofía,) y originada como respuesta de la comunidad científica a la crisis de biodiversidad. Se presentaron los elementos de esta crisis de biodiversidad y los antecedentes de esta disciplina. Se enunciaron y explicaron los paradigmas de la conservación biológica (o la visión del mundo según esta disciplina científica), incluyendo la necesidad de asegurar la capacidad de cambio evolutivo en las especies actuales para el futuro, la condición dinámica de los ecosistemas en el tiempo, con la posibilidad de la existencia de cambios climáticos globales y su influencia en las áreas protegidas actuales, y la inevitable presencia humana como parte de los ecosistemas.



Influencia  
de la  
Perturbación de  
un Bosque en la  
Producción de  
Organos  
Reproducctivos de  
*Clidemia* sp. en el  
Valle del Sacta,  
Bolivia

I. Geovana Carreño R.<sup>1</sup>,  
Erika Lozano R.<sup>2</sup> y  
Ezequiel Chávez R.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Museo Noel Kempff  
Mercado, Casilla 2489,  
gcarreno@museo.sczbo.org,  
Santa Cruz, Bolivia

<sup>2</sup> Herbario Forestal Martín  
Cárdenas, Casilla postal 1761,  
[herbo@comteco.entelnet.bo](mailto:herbo@comteco.entelnet.bo),  
Cochabamba, Bolivia

<sup>3</sup> Museo Noel Kempff  
Mercado, Casilla 2489.  
[echavez@museo.sczbo.org](mailto:echavez@museo.sczbo.org),  
Santa Cruz, Bolivia

*Resumen*

La presente investigación tuvo como objetivo estudiar la influencia que tienen las perturbaciones del bosque en la producción y sincronización de los órganos reproductivos en *Clidemia* sp. (Melastomataceae). Se realizaron muestreos al azar paralelos en camino y bosque de 80 individuos, tomando datos de porcentaje de ramas fértiles y estado reproductivo. En ambos parámetros, se registraron las diferencias existentes entre camino y bosque. En la producción, hubo más individuos con un 100% de órganos reproductivos en camino que en bosque. En su mayoría, se presentaron frutos verdes en los caminos y botones florales en el bosque. Estos resultados demuestran que las perturbaciones en el bosque influyen tanto en la producción como en el estadio de los órganos reproductivos.

*Palabras clave:* Clidemia, Melastomataceae, órganos reproductores, perturbación, Bolivia, bosques tropicales

Introducción

Las perturbaciones en un bosque ejercen un grado de influencia marcada en el crecimiento, la fenología, la producción de hidratos de carbono y otros. Es, en este sentido, que las investigaciones que se realicen sobre la influencia de las perturbaciones hacia el comportamiento de las plantas serán una base para el buen manejo del recurso bosque. Un estudio realizado sobre las arecáceas como indicadoras de luminosidad y efecto de borde señalan que existe una



tendencia al aumento de la cobertura del dosel de estas especies hacia el interior del bosque (Ferraz y Rodríguez, 1997).

Sobre la base de observaciones realizadas en los bosques altos del Valle de Sacta con referencia al comportamiento de *Clidemia* sp. en lugares perturbados y no perturbados, nace la inquietud de conocer la influencia que tienen estos claros o perturbaciones en la producción y sincronización de los estados reproductivos en esta especie. El objetivo planteado fue: comparar ambas variables entre zonas perturbadas y no perturbadas, las que correspondieron a camino y bosque, respectivamente.

## Materiales y Métodos

La presente investigación fue llevada a cabo entre el 19 y 26 de julio en la estación experimental del Valle de Sacta ubicada a 17° 01. 59" S y 64° 41. 50" O. Este lugar tiene una altitud aproximada de 220 m s.n.m. y está ubicado en la provincia Carrasco del departamento de Cochabamba. La formación boscosa corresponde a bosque húmedo de llanura (Montecinos, 1998; en García, 1998). La precipitación varía entre 1200 y 1800 mm y la temperatura media anual es de alrededor de 25°C (Killeen *et al.*, 1993).

Los muestreos se realizaron paralelos al camino, tomando en cuenta ambos tratamientos con una distancia entre ambos de 25 m y 200 m. Se muestrearon 40 individuos al azar por cada tratamiento. La producción de órganos reproductivos se midió en 4 rangos equivalentes a 0, 25, 50, 75 y 100 %. Para ello, se tomaron en cuenta las ramas que presentaban estos órganos. También, se registraron



los estadios fenológicos de botón floral, flor, fruto inmaduro o fruto maduro que estuvieran presentes en mayor proporción.

## Resultados

La Figura 1 ilustra los resultados obtenidos de la distribución de individuos en 4 rangos de porcentajes de órganos reproductivos en bosque y camino. En el bosque, el número de individuos que no presentaron órganos reproductivos fue mayor que los demás rangos, siendo menor de los que presentaban un 100% de sus ramas fértiles; en el camino fue mayor el número de los que presentaban un 100% de sus ramas fértiles. Realizando la comparación entre tratamientos con la prueba de  $\chi^2$ , se vio que existe una diferencia significativa entre bosque y camino ( $\chi^2 = 80$ ;  $gl = 9$ ;  $p < 0.05$ ).

Sobre la presencia de estadios fenológicos, sólo se registró botón floral y fruto inmaduro; el primero, en mayor proporción en bosque que en caminos, y el segundo, al revés; el detalle se observa en la Figura 2. Para realizar las comparaciones de estas variables entre bosque y camino, se aplicó la prueba de  $\chi^2$ , la cual mostró que existe diferencia significativa entre ambas áreas de estudio ( $\chi^2 = 59$ ;  $gl = 3$ ;  $p < 0.05$ ).

## Discusión

Los resultados obtenidos apoyaron la hipótesis inicial que postulaba que las perturbaciones en el bosque influyen en la producción de los órganos reproductivos de la especie en estudio, ya que se vio que de la mitad (52,5%) de los individuos que se de-



sarrollan en la orilla, un 100% mostraba ramas fértiles, la otra mitad se distribuía sin mucha variación, entre 0 a 75% con ramas fértiles. En el bosque, la diferencia fue bastante grande, pues sólo un 7,5 % de los individuos tenía todas sus ramas fértiles.

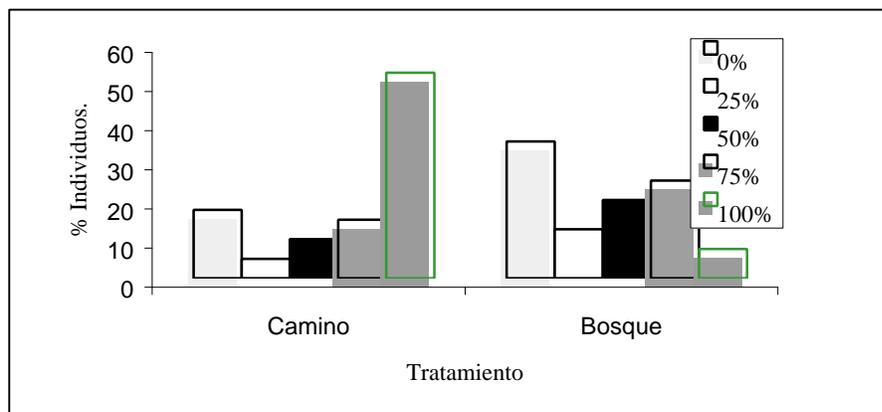


Figura 1. Distribución de órganos reproductivos en camino y bosque en *Clidemia* sp.

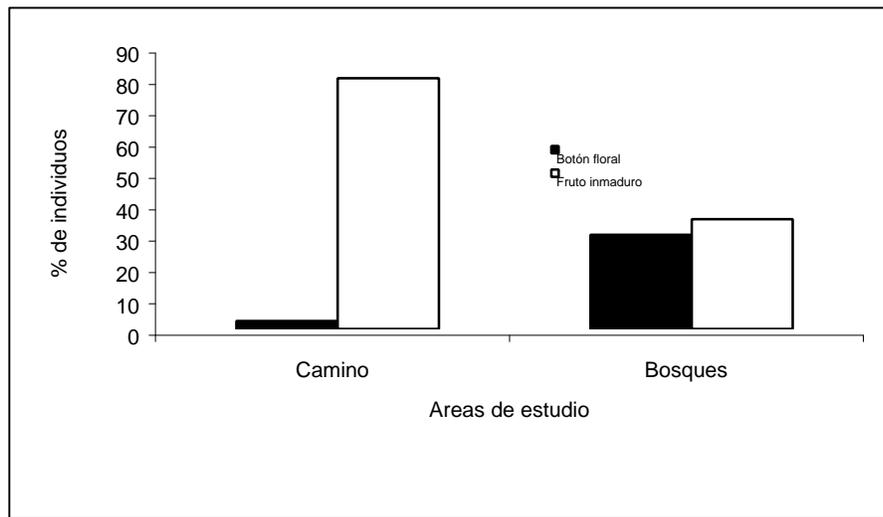


Figura 2. Distribución de los porcentajes de estadios en camino y bosque *Clidemia* sp.

Esta diferencia se puede atribuir a muchos factores que, directa e indirectamente influyen en el desarrollo de las plantas, ya que al existir una perturbación se modifican las condiciones como la exposición a la luz solar, lo que a su vez influirá en la humedad, competencia por los nutrientes y otros factores. Al respecto, Bohórguez y Murillo (1997) encontraron mayor cantidad de flores y menor concentración de néctar en *Centropogon* sp. en plantas con mayor exposición a la luz solar.



Sin embargo, con el alcance de esta investigación lo único que se puede afirmar es que la perturbación del bosque ejerce una influencia en la variable medida. Para conocer cuál es el factor o factores de mayor influencia se deben realizar estudios fenológicos con una etapa de seguimiento, ya que con una visita al campo sólo se tendrá una visión parcial de las condiciones estudiadas.

Para medir la sincronía respecto a la producción de flores o frutos, se observó que un 80% de los individuos que se encontraban en el camino presentaron frutos inmaduros y muy pocos botones florales. Al contrario de los que se encuentran en el bosque, cuya distribución es equilibrada entre botón floral y fruto verde. Las razones de esta diferencia podrían ser las mismas citadas en el párrafo anterior.

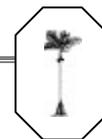
Un común denominador entre ambos tratamientos fue la ausencia o muy poca presencia de flores, esto puede deberse a que esta especie florece de manera explosiva, con una pausa mientras sus flores siguen su desarrollo para la formación de frutos y luego vuelven a florecer. Como se mencionó anteriormente para confirmar o rechazar esta hipótesis hace falta un seguimiento desde que empiezan hasta que terminan las fases reproductivas.

## Bibliografía citada

Bohórguez, C.I., C. Murillo. 1997. Efecto de luz en la distribución de recursos reproductivos en *Centropogon* sp. Ecología tropical y conservación. Universidad de Costa Rica. p 85-86.



- García, L. 1998. Prospección de la fauna silvestre en el bosque de producción del Valle de Sacta. Pasantía de investigación. ETSFOR. Bolivia. 57 p.
- Ferraz, D., A. Rodríguez y B. Flores. 1997. Las arecaceas como indicadores de luminosidad y efecto de borde. Ecología tropical y conservación. Universidad de Costa Rica. p 45-46.
- Killeen, T.J., E. García y S. Beck. 1993. Guía de árboles de Bolivia. Instituto de Ecología y Missouri Botanical Garden. 958 p.



## Comportamiento, en Relación a la Luz, de la Población de *Socratea exorrhiza* en Diferentes Hábitats

Natalia Araujo<sup>1</sup>,  
Alain Carretero<sup>2</sup>,  
Carlos Ruíz<sup>3</sup>  
y Verónica Benavides<sup>4</sup>

## Resumen

Con el objeto de conocer la influencia de distintos tipos de hábitats y la incidencia de luz sobre la población de *Socratea exorrhiza* en un bosque del Valle de Sacta (Departamento de Cochabamba, Bolivia) se muestreó sistemáticamente su abundancia en cuatro diferentes hábitats: bosque, borde de una brecha, borde de barbecho y borde de camino. Se evaluaron las variables de densidad, altura de la planta y cobertura de dosel con relación a tres diferentes categorías de crecimiento, estableciéndose diferencia en la densidad de individuos por hábitat de estudio. Asimismo, se aprecia que existen diferencias en la abundancia de las diferentes categorías de crecimiento en los hábitats.

*Palabras clave:* Cobertura del dosel, palmeras, perturbaciones, *Socratea exorrhiza*.

## Introducción

La dinámica de las poblaciones en un bosque tropical es muy compleja, cada acción natural o artificial que se produzca tiene una reacción que influye directamente sobre la estructura de cada especie. Por ejemplo, las perturbaciones naturales, como la apertura de claros provocada por la caída de árboles, forman parte de los ciclos de un bosque. Por otro lado, la apertura de claros artificiales, producidos por distintas causas como la extracción maderera, apertura de caminos, senderos y otros, tiende a ocasionar en muchos casos, condiciones adversas a las

<sup>1</sup> Fundación Amigos de la Naturaleza, [naraujo@fanbo.org](mailto:naraujo@fanbo.org), Santa Cruz, Bolivia

<sup>2</sup> Herbario Chuquisaca, [ase@mara.scr.entelnet.bo](mailto:ase@mara.scr.entelnet.bo), Sucre, Bolivia

<sup>3</sup> Universidad Gabriel René Moreno, Santa Cruz, Bolivia

<sup>4</sup> TIERRA S.A., La Paz, Bolivia



que la vegetación reacciona con un alto grado de plasticidad (Córdova, 1985).

El bosque ubicado en el área del Valle del Sacta, presenta una historia de intervención humana tanto por estar próxima a un área de colonización, como por la extracción forestal que se ha realizado en la zona. Por consiguiente, los impactos en su ecología son múltiples y el estudio de estos impactos sobre las poblaciones vegetales constituye un punto de interés para entender mejor la reacción del bosque sobre este tipo de perturbación.

Una especie característica del bosque primario en la zona es la palmera *Socratea exorrhiza*. Probablemente, el comportamiento de su población puede ser variable, según la perturbación generada en distintas áreas del bosque, factor que puede provocar en lugares de mayor incidencia de luz una pérdida de la densidad poblacional de la especie, además de influir en su ciclo de regeneración normal.

El objetivo del estudio fue conocer la influencia de distintos tipos de hábitats y la incidencia de luz sobre la población de *Socratea exorrhiza* en el área de estudio.

## Materiales y Métodos

El estudio se localizó en el Valle de Sacta, propiedad dependiente de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS), ubicada a 230 km al Noreste de la ciudad de Cochabamba (17°1'59" S, 64 ° 41'50" W). La propiedad tiene una superficie aproximada de 6518 ha, de las cuales unas 3000 ha son de producción forestal permanente (Montecinos, 1998). Según la clasificación de Holdridge, la zona corres-



ponde al “bosque muy húmedo tropical” con transición a “bosque muy húmedo subtropical”. La precipitación pluvial de 3179 mm anuales caracteriza al lugar y la temperatura promedio es de 23° C (Pinto, 1982), factores muy favorables para la biodiversidad de la zona.

La toma de datos se realizó en un área de bosque primario y su área de influencia hacia otros tipos de hábitats, para lo cual se consideraron cuatro hábitats diferentes:

1) bosque, presenta un estrato arbóreo de hasta 20 m de altura, con algunas especies emergentes que sobrepasan esta altura, el sotobosque se caracteriza por ser menos denso y presentar algunos claros provocados por la caída de árboles. El suelo es rico en materia orgánica proporcionada por la abundante hojarasca en descomposición que proporciona el dosel alto y el sotobosque; 2) borde de brecha, a lo largo de las brechas de aproximadamente 2 m de ancho, se desarrolla una vegetación arbustiva y herbácea que se hace más densa por las condiciones adecuadas de luminosidad que proporciona esta apertura, encontrándose *Miconia* sp., *Mouriri* sp., como especies indicadoras de la perturbación que ocasiona esta apertura; 3) borde de camino, la vegetación ruderal que se desarrolla a lo largo del camino, de aproximadamente 6 m de ancho, es una mezcla de sotobosque con pocas especies arbóreas, encontrándose especies de melastomátáceas como indicadoras del proceso de perturbación; 4) borde de barbecho, presenta un sotobosque de transición entre el barbecho y el borde del bosque, donde existe un gran número de especies arbustivas.



## Diseño de Estudio y Toma de Datos

Los hábitats elegidos se encuentran en una sola área, debido a que este bosque limita con un camino, una brecha y un área de barbecho, lo que da lugar a tomar seis pseudoreplicaciones por hábitat. En cada hábitat, el muestreo empleado fue de tipo sistemático, distribuyéndose seis parcelas de muestreo de 10 x 20 m, distanciadas a 30 m una de la otra. Estas fueron dispuestas a 10 m con referencia de los bordes de barbecho, camino y brecha y en el bosque con referencia a una senda antigua.

Con el propósito de facilitar la descripción del comportamiento de la población, se agruparon las plantas en función a su tamaño, distribuyéndose los individuos encontrados en el área en las siguientes categorías: 1) plantas pequeñas (menores a 1 metro de altura); 2) plantas medianas (entre 1 a 5 metros de altura) y 3) plantas grandes (mayores a 5 metros de altura).

En cada una de estas categorías se realizaron las siguientes mediciones: a) porcentaje de cobertura de dosel, b) número de individuos, c) altura de cada planta, y d) altura de la última inserción de la raíz en el tallo.

## Análisis de Datos

Para la interpretación de los datos obtenidos se aplicó un análisis de covarianza, con el cual se hicieron dos estudios de manera separada. En el primero se vio la covarianza entre los factores: de tipo de hábitat y porcentaje de cobertura de dosel,



frente a las variables: altura total de planta y densidad de la planta. Siendo el modelo estadístico:

$$Y_1 + Y_2 = X_1 + X_2 + \text{error}$$

Donde :  $Y_1$  = Densidad

$Y_2$  = Altura de planta

$X_1$  = Hábitat

$X_2$  = Cobertura del dosel, que determina la luz

En el segundo análisis de covarianza se tomaron como factores: tipo de hábitat, categoría de la planta por estado vegetativo y cobertura del dosel frente a la densidad de la planta por estado vegetativo.

$$Y = X_1 + X_2 + X_3 + \text{error}$$

Donde:  $Y$  = Densidad

$X_1$  = Hábitat

$X_2$  = Cobertura del dosel, que determina la luz

$X_3$  = Categoría de crecimiento de la palmera

## Resultados

De un total de 108 individuos observados en los diferentes hábitats, la mayor densidad poblacional por unidad de metro cuadrado se observó en el borde de brecha con 1.24 y 1.05 para el bosque, mientras que la densidad decreció en el borde de barbecho y camino con 0.76 y 0.47 respectivamente (Figura 1).

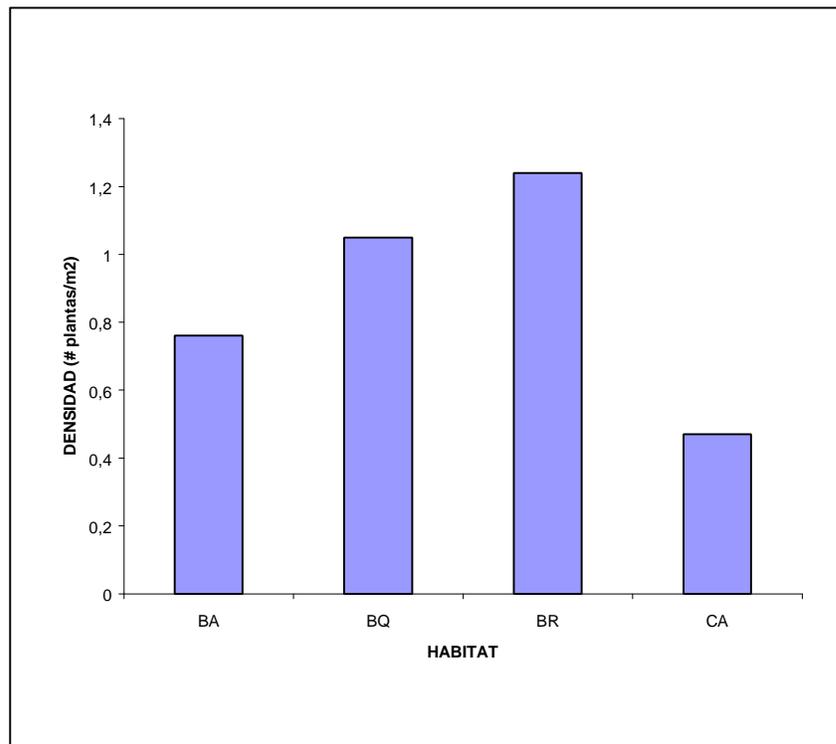


Figura 1. Densidad de plantas por hábitat



### Relación Cobertura de Dosel y Densidad Poblacional

En los hábitats de borde de barbecho, brecha y camino, existe una relación positiva entre el porcentaje de cobertura del dosel y la densidad de plantas, es decir que mientras mayor sea la cobertura de dosel, mayor será la densidad poblacional de *Socratea exorrhiza*. En contraste con el hábitat de bosque, la cobertura del dosel con relación a la densidad de la palmera no mostró relación alguna. Por otro lado, el análisis de los resultados mostró que la altura total de la palmera no tiene ninguna relación con el porcentaje de cobertura del dosel en ninguno de los hábitats (Tabla 1).

### Relación Cobertura del Dosel y Categorías de Crecimiento

Las distintas categorías de crecimiento de la palmera *Socratea exorrhiza* mostraron cierto patrón de comportamiento con relación a la cobertura del dosel existente en cada hábitat estudiado (Tabla 2), tendiendo, de manera general, las plantas más pequeñas (<1m) a presentar mayor densidad en lugares donde la cobertura del dosel fue más cerrada, mientras que las otras categorías (> 1m) se mostraron indiferentes a la incidencia de luz, es decir que su desarrollo normal no estuvo en función de la cobertura del dosel.



Tabla 1. Relación entre la cobertura del dosel y la densidad poblacional en cada hábitat estudiado

Hábitat/ Cobertura	Coeficiente De Correlacion		Probabilidad
	Altura	Densidad	
Borde Barbecho	-0.654	0.964	< 0.001
Bosque	0.045	0.257	0.438
Borde Brecha	-0.249	0.832	< 0.001
Borde Camino	0.119	0.917	< 0.001

Tabla 2. Relación de la cobertura del dosel con la densidad por hábitat y categorías de crecimiento.

AD= Adulto (>5 mt altura); JV= Juvenil (1 a 5 mt altura)  
y PT= Plantín (< 1 mt altura).

Hábitat/Cobertura	Categoría	r	Probabilidad
Borde Barbecho	AD	-0.841	0.009
	JV	0.136	0.799
	PT	0.127	0.651
Bosque	AD	0.006	0.991
	JV	0.366	0.373
	PT	0.245	0.219
Borde Brecha	AD	-0.297	0.519
	JV	-0.056	0.905
	PT	0.794	0.000
Borde Camino	AD	0.740	0.059
	JV	0.313	0.548
	PT	0.931	0.000



## Discusión y Conclusiones

El estudio de la relación entre cobertura de dosel y densidad poblacional en el bosque primario del Valle de Sacta indica que las perturbaciones naturales que suceden en él no influyen, significativamente, sobre la densidad poblacional de la palmera *Socratea exorrhiza*. Por otro lado, en los hábitats originados por perturbación humana (borde de brecha, camino y barbecho) las poblaciones tienden a desarrollarse mejor en sectores de mayor cobertura de dosel.

La mayor densidad poblacional de la especie se dio en el bosque y borde de brecha, este resultado puede indicar que mientras las perturbaciones no se efectúen de forma intensiva, los sitios impactados pueden conservar sus poblaciones relativamente estables, e incluso pueden ofrecer condiciones más favorables para que la especie prospere. Tal es el caso observado en el borde de brecha, que es un lugar de impacto humano, sin embargo, la recuperación de este hábitat a través del tiempo ha generado, según observaciones de campo, una incidencia de luz favorable, que ha permitido mantener las condiciones de humedad y otros factores del ambiente en ese hábitat, para que la población de *Socratea* sp. se mantenga estable.

Los datos obtenidos con el estudio permiten indicar que si bien la incidencia de luz brindada por la cobertura del dosel no es determinante para el crecimiento normal de individuos juveniles o adultos, sí juega un papel importante en la germinación y crecimiento de las plántulas. Estudios demográficos



completos sobre otra especie de palmera (*Astrocaryum mexicanum*) señalan que, a pesar de no conocerse con certeza los factores que causan la muerte de las plántulas y demás categorías, se atribuye la muerte de éstas a la caída de grandes ramas y a la luz como factor más importante (Pinard *et al.*, 1985)

Con el presente estudio se han generado los primeros pasos para continuar trabajos de investigación posteriores que puedan profundizar el conocimiento de esta especie que, aunque no se muestra como especie de importancia económica, tiene valor como fuente de alimento para varias especies de animales. De igual manera, las observaciones de campo durante la toma de datos permitieron comparar, de cierta forma, el tamaño de esta población con el de otras especies de palmeras, lo cual indica que hay mayor frecuencia en todos los hábitats visitados, elemento que podría demostrar con estudios más completos el impacto de la perturbación humana sobre la población de *Socratea exorrhiza*.

### Bibliografía citada

- Córdova, B. 1985. Demografía de árboles tropicales. En: Gómez-Pompa A. y del Almo S. (Eds.). Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Vera Cruz – México. México. Pp. 103-128.
- García, L. 1998. Prospección de fauna silvestre en el bosque de producción permanente de Valle de Sajta. Pasantía. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba-Bolivia.



Pinero, D., M. Martínez-Ramos & J. Sarhukán. 1985.  
En: Gómez-Pompa A. y Del Almo S. (Eds.).  
Investigaciones sobre la regeneración de  
selvas altas en Vera Cruz, México. México.



Efectos de la Luz  
en los Niveles de  
Herbivoría en  
*Clidemia* sp.  
(Melastomataceae)

Marcelo Hinojosa Ballivian <sup>1</sup>,  
Marcela Pereira Mendoza <sup>2</sup> y  
María del Carmen Ramírez <sup>3</sup>

*Resumen*

Se efectuó un muestreo de los valores de luz y herbivoría en dos ambientes (perturbado y no perturbado), con el fin de establecer una posible relación de la luz con el porcentaje de herbivoría, suponiendo un mayor nivel de ésta en zonas con mayor intensidad de luz. Se encontró que la luz no influye directamente en la herbivoría, sin embargo la comparación de herbivoría, a nivel de las dos zonas, muestra una diferencia significativa, siendo mayor en la zona no perturbada. El factor luz mostró una diferencia significativa siendo mayor su presencia en el área de perturbación. Los resultados indican una influencia aparente de la luz sobre la herbivoría. Sin embargo, la presencia de otros factores que interactúan con los sistemas de defensa de la planta deben ser considerados.

*Palabras clave:* Herbivoría, intensidad, luz

Introducción

Los herbívoros pueden ejercer una influencia importante en la evolución de las características de las plantas (Marquis, 1987; Castro *et al.*, 1997). Los mecanismos surgidos como resistencia contra el ataque de herbívoros corresponden principalmente a dos tipos: mecánico y químico. Entre los daños mecánicos se pueden mencionar las secreciones abundantes de resina, y el desarrollo de espinas y pelos (Marquis, 1987; Castro *et al.*, 1997). Pero son las defensas químicas, a través de sustancias aleloquímicas o com-

<sup>1</sup> Instituto de Ecología. Calle 27 Cota Cota, La Paz-Bolivia. Tel 792582, E-mail: [marcehball@yahoo.com](mailto:marcehball@yahoo.com)

<sup>2</sup> BOLFOR. Cuarto Anillo, Av. 2 de Agosto, Casilla 6204, Santa Cruz- Bolivia. Telf. 591-3- 480766-480767. Santa Cruz-Bolivia

<sup>3</sup> Herbario Nacional Forestal Martín Cárdenas. Tel 253567, Cochabamba - Bolivia



puestos secundarios, las que más atención han recibido por parte de los investigadores.

Las plantas que crecen en lugares con mayor luminosidad pueden presentar un exceso de carbono con respecto al resto de los nutrientes, comparadas con individuos de la misma especie que se desarrollan en la sombra. Este exceso puede ser usado para producir defensas antiherbívoros sobre la base de sustancias ricas en carbono, tales como taninos (Coley, 1987). El objetivo del estudio fue determinar la influencia de la radiación solar en los niveles de herbivoría, tomando como áreas de estudio zonas perturbadas y no perturbadas. Sin embargo, se esperaba encontrar que la herbivoría fuera mayor en zonas perturbadas sobre la base de observaciones directas, tomando en cuenta su mayor goce de radiación y en función a que en los trópicos y zonas templadas, taninos y demás compuestos se acumulan en las hojas de las plantas que crecen en zonas abiertas, es decir en repuesta a una mayor presión de los herbívoros (Castro *et al.*, 1997)

## Metodología

El estudio se realizó en el Valle de Sacta, que se halla ubicado a 230 km. al noreste de la ciudad de Cochabamba, en la provincia Carrasco (17° 01' 59" S, 64° 41' 50" O). En la zona la temperatura media es de 23°C, y la altura es de 220 m s. n. m.

La zona de muestreo comprende una senda, que en el pasado fue un camino transitable, para la extracción maderera. El muestreo se realizó en las inmediaciones de un camino antiguo, donde se tomaron 10 bloques cada 100 m a lo largo del camino,



considerando 2 tratamientos, uno sobre la senda (zona perturbada) y otro en una zona de bosque denso (no perturbada). En ambos casos se seleccionó un individuo de *Clidemia* sp. al azar y de éste se sacaron diez hojas en forma aleatoria. Los pares de bloques fueron considerados en una secuencia alternativa izquierda - derecha, teniendo en cuenta 30 metros de distancia entre individuos que se encontraban en zona perturbada y no perturbada. En cada sitio, también se estimó la cobertura del dosel con la ayuda de una rejilla de 25 por 5 centímetros, evitando la perturbación pasada en la zona de muestreo.

El daño foliar se calculó mediante el uso de una rejilla de 20 por 80 centímetros cuadrículada a 1 cm<sup>2</sup> en un acetato transparente. Esta se sobrepuso en las hojas, para luego contar las cuadrículas que mostraban presencia de daño o no. Entonces el porcentaje de daño foliar se calculó dividiendo el área dañada por el área total de la hoja multiplicado por cien.

Para determinar la relación entre la luz y la herbivoría se utilizó la prueba de correlación de Pearson. La “t” pareada se usó para la comparación de las medias de herbivoría entre las zonas perturbadas y no perturbadas.

## Resultados

La Figura 1 muestra la comparación de los porcentajes de herbivoría observados entre dos zonas perturbadas y no perturbadas donde la herbivoría fue similar entre ambas zonas ( $t=0.97$ ,  $gl=18$ , y  $P=0.36$ ). El análisis de las muestras obtenidas determina la variación de radiación lumínica, evidenciándose un mayor goce de radiación en las zonas de mayor per-



turbación, siendo éste menor en la zona no perturbada ( $t=5.15$ ,  $gl=18$ ,  $P=0.36$ ; Figura 2).

Los resultados muestran que no existe una relación entre la herbivoría y el porcentaje de penetración de luz, observándose un porcentaje de herbivoría similar a la distinta penetración de radiación solar, es decir en zona de perturbación mayor radiación solar y en zonas no perturbadas menor radiación solar ( $r=-0.225$ ,  $gl=18$ ,  $P=0.339$ ; Figura 3).

## Discusión

Los resultados muestran que existe relación entre la herbivoría y el porcentaje de radiación solar, existiendo mayor herbivoría en zonas no perturbadas, y lo contrario en zonas perturbadas. Según trabajos realizados, existe una mayor concentración de taninos en plantas que crecen en áreas abiertas, siendo esta la razón por la que existen plantas de una misma especie que crecen en la sombra y tienen mayor herbivoría (Castro *et al.*, 1997). La relación entre la cobertura del dosel y la luminosidad de un sitio indica que cuanto mayor es el porcentaje de cobertura, menor será la cantidad de luz que pueda atravesar la copa y llegar al sotobosque (Ray, 1983).

La realización del siguiente trabajo puede ser una pauta o guía para la elaboración de otros estudios sobre diferentes especies de importancia económica, que pueden sufrir herbivoría, teniendo como factor principal la radiación lumínica. El tamaño de réplicas empleado es adecuado, manteniéndose dentro del límite aceptable en un muestreo a corto plazo. Sin embargo, a la gran variabilidad obtenida en los resul-



tados, se debe aumentar el número de réplicas, a fin de reducir la varianza obtenida.

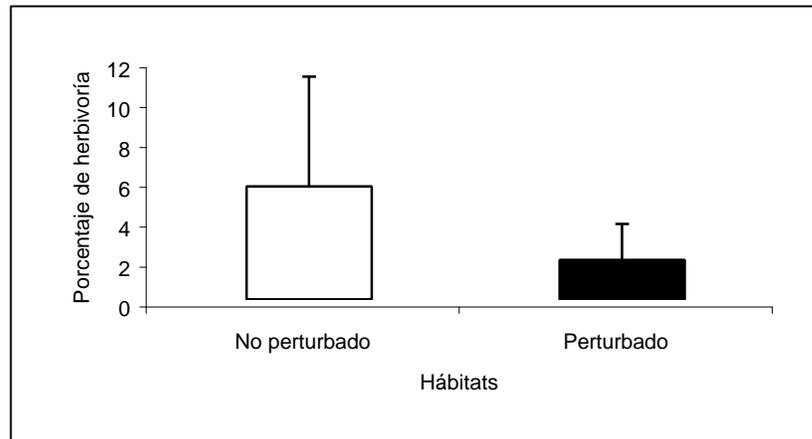


Figura 1. Porcentaje de herbivoría en dos microhabitats

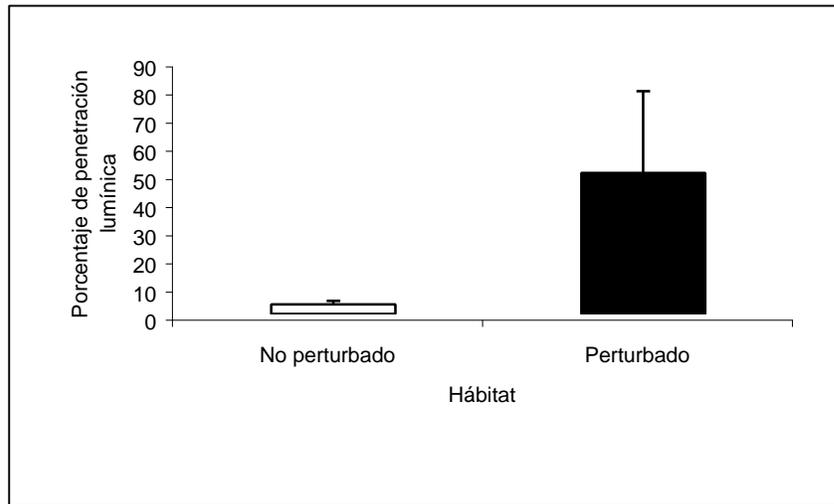


Figura 2. Penetración de radiación en zonas perturbadas y no perturbadas.

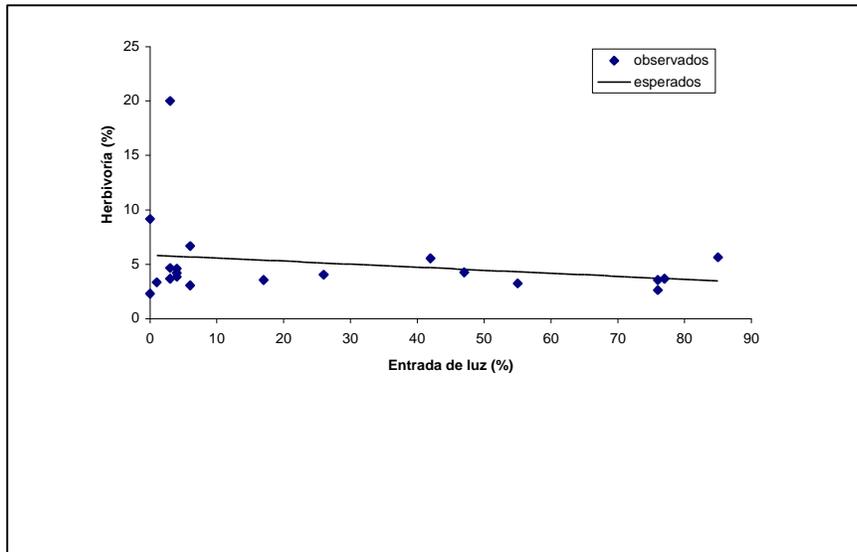


Figura 3. Porcentaje de herbivoría en relación a la entrada de luz



## Bibliografía citada

- Castro, J., Gómez, G. y Coronado, J. 1997. Efecto de la luz sobre los niveles de herbivoría de una Piperaceae en una plantación de *Elaeis guineensis*. Pp 41-42. En: Farji-Brener, A. (Ed.). Ecología tropical y conservación 97-2, 1997. Universidad de Costa Rica OET-San José, Costa Rica.
- Coley, D. F. 1987. Patrones en las defensas de las plantas. ¿Por qué los herbívoros prefieren algunas especies?. *Rev. Biol. Trop.* 35 ( supl 1): 151 – 164.
- García, L. 1998. Prospección de fauna silvestre en el bosque de producción del Valle de Sacta. UMSS-Facultad de ciencias agrícolas pecuarias y forestales. Cochabamba –Bolivia, 57p.
- Marquis J.R., 1987. Variación de la herbivoría foliar y su importancia selectiva en una Piperaceae. *Rev. Biol. Trop.* 35 ( supl ): 133 – 149.
- Ray. T. 1983. *Monstera temus* ( Araceae ). En: D.H. Janzen (Ed.). *Costa Rica Natural History*. The University of Chicago Press. Chicago. P : 278 – 280.



## Abundancia y Rendimiento Foliar de la Jatata (*Geonoma* aff. *deversa*) en Dos Tipos de Hábitats del Valle del Sacta, Cochabamba

Modesto Serrate<sup>1</sup>,  
Ana M. Carrión<sup>2</sup>,  
Juan C. Montero<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Herbario Nacional Forestal  
"Martín Cárdenas,  
[mzarate@ucbcba.edu.bo](mailto:mzarate@ucbcba.edu.bo),  
Cochabamba, Bolivia  
<sup>2</sup> Museo Noel Kempff  
Mercado, Casilla 2489,  
[acarrion@museo.sczbo.org](mailto:acarrion@museo.sczbo.org),  
Santa Cruz, Bolivia  
<sup>3</sup> Museo Noel Kempff  
Mercado, Casilla 2489,  
[jmontero@museo.sczbo.org](mailto:jmontero@museo.sczbo.org),  
Santa Cruz, Bolivia.

## Resumen

El aprovechamiento de los recursos naturales no maderables como la jatata (*Geonoma* aff. *deversa*) constituye una especie importante para su conservación. Este estudio se realizó con el fin de poder conocer la abundancia y producción de hojas. Para ello se muestrearon en bosque alto y bosque de bajura en parcelas de 25 m<sup>2</sup> con replica de 15 parcelas. Se obtuvo una densidad (5,7 individuo/m<sup>2</sup>) y mayor producción foliar (85,68 hojas/m<sup>2</sup>) en bosque alto y en bosque de bajura se registró una densidad (2,9 individuos/m<sup>2</sup>) 46,36 hojas, existiendo marcada diferencia en ambos tipos de bosque. Probablemente el tipo de suelo, la humedad, la pendiente puede afectar a la abundancia y producción de hoja de *Geonoma* aff. *deversa*.

*Palabras Clave:* Bosque amazónico, Bolivia, *Geonoma* aff. *deversa*, Productos no maderables

## Introducción

Actualmente, el aprovechamiento y manejo de los recursos forestales de los bosques bolivianos tienden a dar prioridad sólo a aquellas actividades que son de uso tradicional o que brinden ingresos económicos elevados a corto plazo, tal es el caso de la explotación maderera. Dicha actividad se encuentra en una etapa crítica, debido, principalmente, a la tardía y a veces inequívoca conceptualización de lo que el desarrollo sostenible promueve e idealiza.

En los bosques tropicales existe gran diversidad de especies; en este sentido, no sólo se debe llevar a



cabo una extracción selectiva de especies importantes maderables, sino que el bosque tiene la capacidad de ofrecer una gran variedad de otros productos con amplios rangos de uso y aplicación. Dentro de esta gama de recursos forestales y formando parte de los no maderables, está la jatata (*Geonoma* aff. *deversa*). Este recurso natural presenta un gran potencial para su uso y comercialización en el mercado nacional, puesto que posee excelentes características físico-mecánicas para la elaboración de tejidos y el techado de viviendas (pañós). El porte arbustivo de esta especie facilitaría el desarrollo de tratamientos silviculturales para su buen manejo y aprovechamiento.

Lamentablemente, se carece de estudios que proporcionen datos cuantificables y mensurables sobre la producción y rendimiento de hojas de esta especie para elaborar planes de manejo que garanticen su sostenibilidad. Mediante el presente estudio se pretende obtener datos cuantificables que permitan establecer los parámetros y la información necesaria de la abundancia, producción y rendimiento foliar de la jatata (*Geonoma* aff. *deversa*) por número de individuos y superficie, además de conocer la influencia de los hábitats sobre la densidad, la altura y el número de hojas por individuo de esta especie en los bosques del Valle de Sacta.



## Materiales y Métodos

### Descripción del Area de Estudio

El estudio fue realizado en el Valle de Sacta, propiedad de la Universidad Mayor de San Simón de Cochabamba, ubicada a 5 km del campamento central al norte sobre el camino hacia la comunidad Alto Pucará (17° 01' 59"S, 64° 41' 50" O). Administrativamente, esta propiedad pertenece a la quinta sección de la provincia Carrasco, departamento de Cochabamba (Montecinos,1998). Altitudinalmente, presenta variaciones que oscilan entre los 215 y 225 m s.n.m.

El régimen hidrológico está caracterizado por una época húmeda que se distribuye casi homogéneamente durante todo el año. Las precipitaciones varían entre 2700 mm y 4500 mm por año (Montes de Oca,1997). Según el mapa de zonas de vida de Holdridge, la zona de estudio se encuentra en bosque muy húmedo tropical en transición hacia bosque muy húmedo subtropical (Montes de Oca,1997).

### Hábitats estudiados

*Bosque alto de tierra firme.*- Presenta un estrato arbóreo de hasta 30 m de altura con algunos emergentes de hasta 35m. Entre las principales especies indicadoras de este tipo de formación están: verdolago (*Buchenavia* sp.), nuí (*Pseudolmedia* aff. *laevis*), charque (*Eschweilera coriacea*), ambaibillo (*Pouruma* aff. *ovata*), urucucillo (*Sloanea* sp.) y sangre de toro (*Virola* aff. *sevifera*) (Killeen, et al, 1993)(Figura 1). Los suelos varían entre franco arcí-



arcillo limoso a franco arcilloso, y tienen bastante hojarasca en descomposición. Fisiográficamente, la zona se caracteriza por presentar planicies levemente onduladas.

*Bosque de bajura.*- Presenta un estrato superior arbóreo que llega a los 25 m de altura, entre las principales especies indicadoras de esta formación están: pachiuva (*Socratea exorrhiza*), pachiuvilla (*Iriartea deltoidea*), majo (*Oenocarpus bataua*), helecho curichero (*Cyathea* sp.), mururé (*Brosimum* sp.), aguay (*Chrysophyllum* aff. *gonocarpum*). Estos bosques están condicionados por inundaciones estacionales (Killeen *et al.*, 1993)(Figura 1). Los suelos son de textura areno-limosa, con presencia de cantos rodados de origen aluvial, de reciente formación. Fisiográficamente, la zona presenta pequeñas terrazas aluviales estables originadas por pequeños afluentes de los ríos mayores que circundan la zona.

## Diseño Experimental

Se realizó un reconocimiento previo del área de estudio, en el que se consideraron dos tipos de hábitat: bosque alto y bosque de bajura, sobre la base de factores ecológicos como son los suelos y la cobertura del bosque. En estas formaciones boscosas se delimitó una línea imaginaria de orientación paralela al río, de aproximadamente 1000 m de longitud. Sobre esta línea se establecieron 15 parcelas de 25 m<sup>2</sup>, con una distancia de 50 m entre parcelas. En éstas, se censaron todos los individuos presentes en el área delimitada. Se tomaron las siguientes variables: número de individuos, número de hojas por

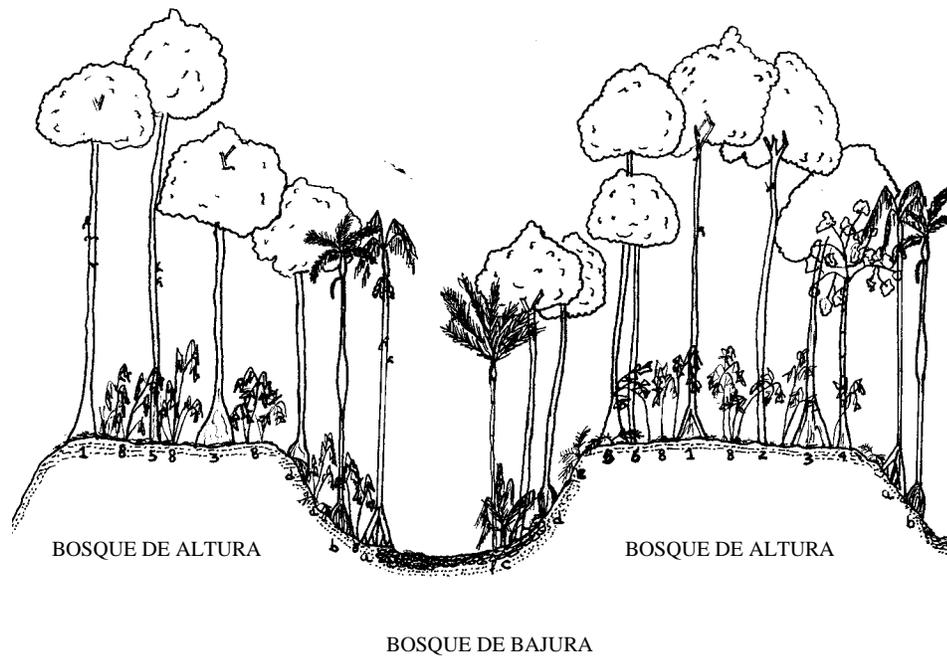


Figura 1. Perfil de los hábitats estudiados. Especies dominantes:  
a=Socratea exorrhiza, b=Iriartea deltoidea, c=Cyathe sp.,  
d=Brosimum sp., e=Geonoma sp., f=Oenocarpus sp.; 1=Terminalia  
sp., 2=Esweleira aff. coriacea, 3=Virola sp., 4=Pourouma sp., 5=  
Pseudolmedia sp., 6=Sloanea sp.



individuo, altura y diámetro basal. Paralelamente, se registró el porcentaje de cobertura para cada parcela.

Para el análisis de datos, se utilizó Systat 7.0 para Windows. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de "t" de Student pareada, con nivel de significancia de 0,05. Para determinar la relación del número de hojas y la altura de la planta, se realizó un análisis de correlación de Pearson.

## Resultados

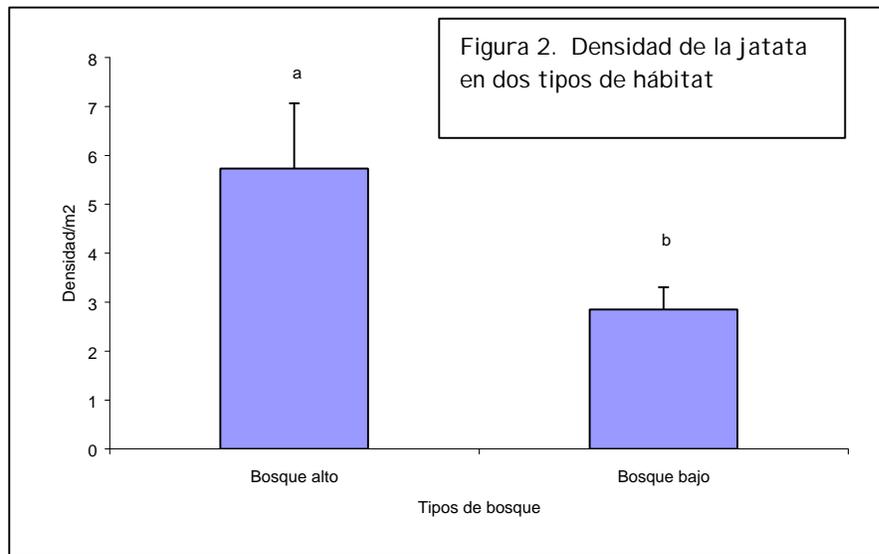
### Abundancia y Altura de Jatata

La jatata es una palmera arbustiva que crece en el sotobosques. En el bosque de altura, su abundancia fue de 289 individuos, con una densidad de 5.7 individuos por  $m^2$ , y con una desviación estándar de 5.16 (Cuadro 1). En bosque de bajura, se registraron 169 individuos en  $375 m^2$  lo que equivale a una densidad 2,9 individuos por  $m^2$  (Figura 3) y un promedio de 11 individuos por área de muestreo, con una desviación estándar de 7.16. En ambos tipos de bosque la especie mostró una distribución relativamente homogénea en todo el estrato arbustivo del bosque. El bosque de altura tenía plantas de jatata más altas que las de bosque de bajura.



Cuadro 1. Abundancia, altura de la planta y número de hojas de *Geonoma aff. deversa* en dos tipos de bosque.

	Parámetro	Media	Desviación Estandar
Bosque de Altura	Abundancia	19,26	13,1
	Número de hojas	7,41	2,89
	Altura	1,2	0,57
Bosque de Bajura	Abundancia	11,26	7,16
	Número de hojas	5,62	2,79
	Altura	1,04	0,67



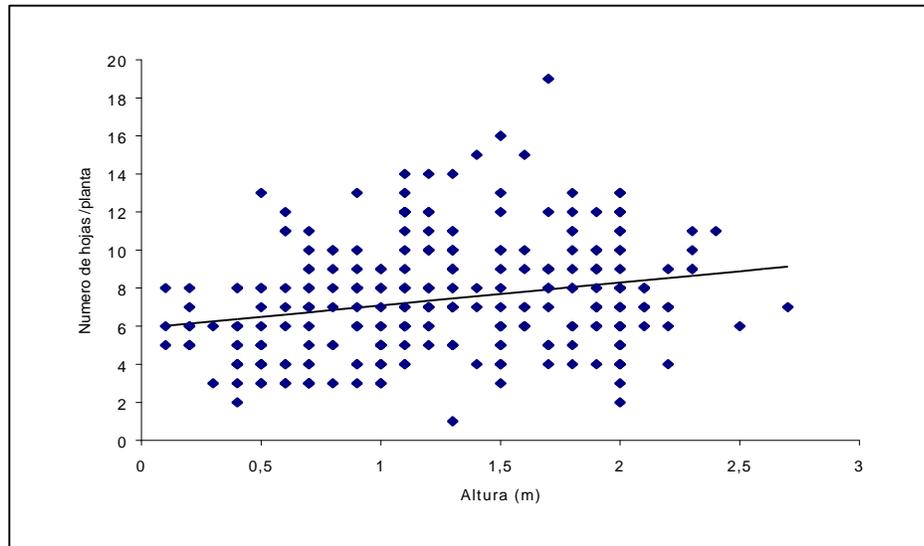


Figura 3. Relación de altura y el número de hojas por planta en el bosque de bajura



## Producción de Hojas de Jatata

En cuanto a la producción de hojas, en el bosque de altura el promedio de hojas por individuo fue de siete, mientras que en el bosque de bajura fue de seis. La relación entre la altura de individuos y el número de hojas por planta se muestra en las Figuras 3 y 4. En ambos tipos de bosque, se puede observar que a medida que hay un incremento en altura hay un incremento en la cantidad de hojas, aunque esta relación no es fuerte (bosque de altura:  $R^2=0,056$ ,  $P=0,00004$ ; bosque de bajura:  $r^2=0,23$ ,  $P=0,00001$ ).

## Discusión

### Abundancia y Producción Foliar de Jatata

Los valores de abundancia de jatata difieren entre los dos tipos de bosque, lo cual indica que un conjunto de factores influyen en la densidad de esta especie. En este sentido se podría considerar el factor edáfico como uno de los más importantes, por los cambios de textura, nutrientes y humedad que presentan de un lugar a otro. Los bosques de altura presentan suelos estables y con gran cantidad de materia orgánica, mientras que el bosque de bajura tiene suelos aluviales de reciente formación de textura areno-limoso y pedregosos de canto rodados. La incidencia de luz que ingresa en el sotobosque puede ser un factor importante para distribución y abundancia de esta especie.

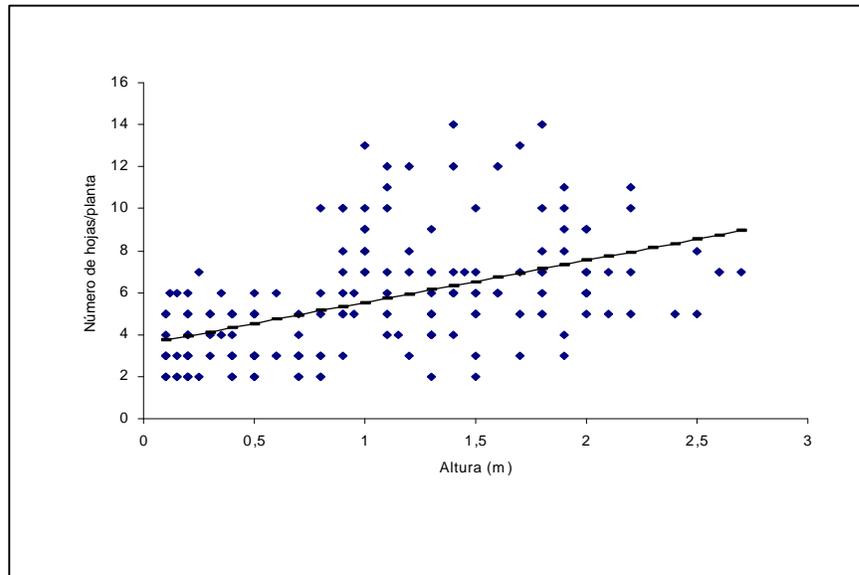


Figura 4. Relación de la altura y el número de hojas por planta en el bosque de bajura



La producción de hojas por individuo en plantas de jatata en cada tipo de habitat muestra una diferencia marcada, lo que indica la importancia del conocimiento de los tipos de hábitat, para de esta manera planificar el plan de manejo de esta especie.

### Bibliografía citada

- Killeen, T.J., E. García y S. Beck. 1993. Guía de árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia y Missouri Botanical Garden. La Paz, Bolivia. 958 p.
- Montes de Oca, I 1997. Geografía y recursos naturales de Bolivia. Edobol. La Paz. 614 p.
- Montecinos, P, 1998. Plan de Manejo Forestal. Propiedad Valle del Sacta, Cochabamba.



## Cobertura de Helechos No-arbóreos en Cuatro Tipos de Hábitats en el Valle de Sacta Cochabamba, Bolivia

Marisol Garvizu P.<sup>1</sup>,  
Hibert Huaylla L.<sup>2</sup> y  
Grimaldo Soto Q.<sup>3</sup>

El presente estudio se realizó con el propósito de determinar la cobertura de helechos no arbóreos en diferentes tipos de hábitats correspondientes a un área boscosa húmeda. Los resultados muestran que existe una tendencia de que a menor cobertura de dosel arbóreo existe una mayor cobertura de helechos no arbóreos, pero que esta no fue significativa. Los claros naturales son los principales hábitats de preferencia. Asimismo se puede observar la mayor riqueza de morfoespecies en ese hábitat encontrando un número más alto entre los bosques ribereño y el bosque no intervenido. Se recomienda, en primera instancia, llevar adelante estudios más prolongados, identificación de especies, distribución espacial de los mismos relacionando no sólo a la cobertura de dosel arbóreo, sino también enfocando a otros factores como suelo y humedad.

*Palabras clave:* Helechos, Bolivia, bosques tropicales.

### Introducción

Entre las actividades imprescindibles para realizar un manejo sostenible se encuentra garantizar el establecimiento de la regeneración natural de especies vegetales importantes desde el punto de vista económico (Pinelo, 1997). También existen especies de interés ecológico, importantes para el funcionamiento de una red trófica con niveles tróficos sucesionales bastante marcados.

Esto dependerá, entre otros factores, del microclima imperante y de la competencia con otras especies agresivas, especialmente heliófitas, existentes en

<sup>1</sup> Museo de Historia Natural "Noel Kempff Mercado", mgarvizu@museo.sczbo.org, Casilla 2489, Santa Cruz, Bolivia

<sup>2</sup> Herbario de Chuquisaca, Sucre, Bolivia

<sup>3</sup> Museo de Historia Natural "Noel Kempff Mercado", gsoto@museo.sczbo.org, Casilla 2489, Santa Cruz, Bolivia



el sotobosque. En la cobertura de un determinado bosque no sólo existen especies heliófitas, sino también otras como los helechos. Entonces, el conjunto de estas comunidades del sotobosque, constituye un importante recurso, como parte intrínseca de la dinámica general del bosque.

En forma general, como característica intrínseca y fisiológica de los helechos, se podría inferir al considerar como factor limítrofe para la mayor o menor cobertura de los mismos relacionado a la cobertura de los estratos superiores dado que este factor podría incidir a crear un microhábitat con niveles de humedad aceptables para el desarrollo de los mismos.

El valle de Sacta presenta un bosque húmedo tropical, con una variedad de hábitats lo cual propicia la existencia de helechos. Sin embargo, estos no han sido estudiados, además de que los helechos son considerados propios de sitios relativamente húmedos y escasamente expuestos a la luz bajo lo anteriormente considerado. El presente estudio surge para determinar la posible dependencia de la existencia de los helechos no arbóreos, producto de la diferencia de la cobertura del dosel de los árboles emergentes en 4 diferentes tipos de hábitats.

## Materiales y Métodos

El estudio fue realizado en la propiedad Valle de Sacta, dependiente de la UMSS (Universidad Mayor de San Simón), que se halla ubicada a 230 km. al noreste de la ciudad de Cochabamba (17° 01'59" S, 64° 41'50"O). Limita al Norte con las colonias Siglo XX y Sacta, al Oeste con la colonia Alto Pucara y al



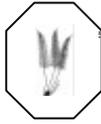
Sur con la carretera Cochabamba- Santa Cruz. Administrativamente, esta propiedad pertenece a la quinta sección de la provincia Carrasco, departamento de Cochabamba (Montecinos, 1998 citado por García 1998).

El mismo autor afirma que las lluvias ocurren o se concentran principalmente en los meses de octubre a marzo. La temperatura promedio anual es de 23 °C. Según la clasificación de Holdridge en el mapa ecológico de Bolivia (MACA, 1975 citado por García, 1998), este lugar se encuentra en la zona de vida Bosque muy húmedo tropical (bmht) transición a bosque muy húmedo sub tropical (bmh ST.)

Los hábitats considerados para el presente estudio fueron: a) Bosques con claros naturales, son aquellos hábitats afectados por la caída natural de árboles emergentes, cabe recalcar que sólo se tomó en cuenta aquellos claros de aproximadamente dos años de antigüedad, en los cuales se consideró como punto central para el establecimiento de las parcelas de muestreo el centro geométrico de los claros; b) Bosque ribereño, este tipo de hábitat comprende aquellos sitios ubicados próximos a cuerpos de agua. c) Bosque no intervenido son hábitats en los cuales no existen claros naturales y d) Bosque al borde del camino, este tipo de hábitat notablemente perturbado por el hombre, muestreo realizado considerando el límite de transición hacia el bosque no intervenido.

## Diseño de estudio y toma de datos

Una vez identificados los sitios de estudio se procedió al establecimiento de 8 parcelas no permanentes, para obtener una mayor representatividad de muestreo de la cobertura de helechos no arbóreos.



Cada parcela estuvo constituida por 4 subparcelas de un metro cuadrado, dispuestas en forma cruzada separadas una de otra por cuatro metros.

En cada subparcela se procedió a la estimación de la cobertura del dosel arbóreo de cada hábitat, para determinar esto se utilizó un densiómetro con el cual se consideró dos tipos de cobertura, una superior y otra inferior, estos datos fueron promediados para ser utilizados en los análisis estadísticos. La ubicación de las repeticiones (8) por cada tipo de hábitats (tratamiento) se realizó en sitios con aparentes condiciones similares, las repeticiones fueron agrupadas en bloques por cada punto de muestreo, cabe señalar como regla general arbitraria, que sólo se tomó en cuenta aquellos tratamientos dentro de cada bloque a una distancia no mayor a 25 m.

### Análisis de datos

Para determinar las variaciones de la cobertura de helechos entre los cuatro tipos de hábitat se realizó un análisis de varianza de dos vías (bloque y hábitats), previa transformación de datos con arco-seno. Para determinar la similaridad de especies de helechos entre los tipos de hábitat se utilizó el índice de similaridad de Sorensen (Magurran, 1998).



## Resultados

En el presente estudio se identificaron 9 morfoespecies de helechos no arbóreos en diferentes hábitats, de los cuales la mayor parte (5 especies) corresponde a los claros naturales (Cuadro 1) y tomando en cuenta las especies en común entre estos hábitats la similitud florística entre el bosque ribereño y el bosque no intervenido fue de 40% (Cuadro 2). De acuerdo a la Figura 1, la cobertura de helechos no arbóreos fue mayor en aquellos microambientes con mayor intensidad de luz ( $F=1.84$ ,  $P= 0.17$ ), pero esta cobertura no necesariamente dependerá de la mayor o menor cobertura del dosel arbóreo.

Cuadro 1. Especies en común entre cuatro tipos de hábitat CN=Claro natural, BR=Bosque ribereño, BNI=Bosque no intervenido, BBC=Bosque al borde de camino

Morfoespecies	Claro natural	Bosque ribereño	Bosque no intervenido	Bosque al borde de camino
Sp. 1	X			
Sp. 2	X			
Sp. 3	X	X		
Sp. 4		X	X	
Sp. 5			X	
Sp. 6				X
Sp. 7	X			
Sp. 8		X		
Sp. 9	X			
Total	5	3	2	1



Cuadro 2. Índice de similitud florística de Sorensen

	Bosque al borde camino	Bosque no intervenido	Bosque ribereño	Claro natural
Bosque al borde camino	100%	0	0	0
Bosque no intervenido	0	100%	0	0
Bosque ribereño	0	40%	100%	0
Claro natural	0	0	25%	100%

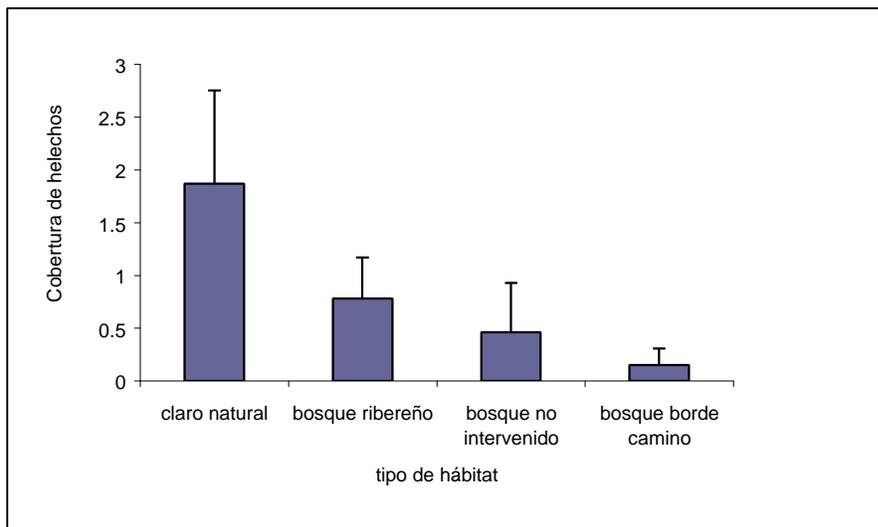


Figura 1. Cobertura de helechos no arbóreos en cuatro tipos de hábitat



## Discusión

Contrariamente a la hipótesis de que a mayor cobertura de dosel arbóreo exista mayor cobertura de helechos debido a que pueden propiciar un microclima húmedo y con sombra, los resultados aunque no significativos indican que en sitios donde existe mayor entrada de luz hay un aumento en la cobertura de helechos no arbóreos y mayor diversidad de especies. Tal vez, esto se deba a que estas especies se adaptan mejor a este tipo de ambientes en los cuales no existe mucha humedad por estar más expuestos a la entrada de luz.

Durán *et al.* (1999) realizó un estudio en Costa Rica sobre la influencia de la humedad en la presencia de *Lomariopsis* sp., un helecho no arbóreo, cuyo resultado determinó que la humedad no influye directamente sobre el incremento de cobertura, con lo que apoyamos los resultados obtenidos en el presente estudio.

La mayor similaridad florística entre los bosques ribereños y los bosques no intervenidos puede deberse a que ambos hábitats son más húmedos, ya que los primeros están próximos a cuerpos de agua, mientras que los segundos, aunque no se encuentran cerca a cuerpos de agua, igualmente presentan suelos húmedos por presentar una cobertura del dosel arbóreo muy cerrada.

Se recomienda continuar con más estudios sobre helechos, sobre todo realizando una identificación taxonómica completa, para determinar la especificidad de cada especie por tipo de hábitat.



## Bibliografía citada

- Durán, F., Ramírez, N. y Von May R. 1999. Presencia de *Lomariopsis* sp. en el pseudotallo de la palma africana *Elaeis guinensis* influye la humedad y la disponibilidad del sustrato sobre el establecimiento de este helecho. En: Farji-Brener & Barrantes G. (Eds.) Ecología Tropical y Conservación 99-2 "Universidad de Costa Rica y la Organización para Estudios Tropicales. Pag. 33-35.
- García, L. 1998. Prospección de Fauna Silvestre en el Bosque de producción permanente del Valle de Sacta. Trabajo de pasantía. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas, pecuarias y Forestales. Escuela Técnica Superior Forestal, Cochabamba Bolivia.
- Magurran, E. A. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. 179 pag.
- Pinelo, G. 1997. Efecto de la Compactación del suelo y la iluminación sobre la Densidad de gramíneas en un Bosque Seco de Concepción, Bolivia. En: Putz, F., Romero, C., Heinrich, R. & Merlo, F. (eds.) Seminario Internacional de Capacitación en Investigaciones sobre aprovechamiento forestal de impacto Reducido y Manejo de Bosques Naturales: Resultados BOLFOR CIFOR FAO, USAID Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.



Daño Foliar de  
Dos Especies de  
*Miconia* sp.  
(Melastomataceae)  
Según la  
Presencia de  
Pubescencia en  
las Hojas

Neslith Barja<sup>1</sup>,  
Aideé Vargas<sup>2</sup>,  
Rodrigo Ríos A.<sup>3</sup>  
y Alger Ayala<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Herbario de Chuquisaca,  
Casilla postal 1046,  
[sole@mara.scr.entelnet.bo](mailto:sole@mara.scr.entelnet.bo),  
Sucre, Bolivia

<sup>2</sup> CUEMAD-UMSS, Casilla  
postal 2064,  
[aidee@orion.cybernetc.com](mailto:aidee@orion.cybernetc.com),  
Cochabamba, Bolivia

<sup>3</sup> Herbario Nacional de Bolivia,  
Instituto de Ecología, UMSA,  
Casilla postal 10077,  
[rodyand@ceibo.entelnet.bo](mailto:rodyand@ceibo.entelnet.bo),  
La Paz, Bolivia.

<sup>4</sup> Prefectura Departamento de  
Pando, Cobija, Pando

## Resumen

En el estudio se comparó el daño foliar por herbívoros en dos especies de melastomátáceas como respuestas a la compleja interacción entre plantas y herbívoros, su entorno y la capacidad de producir y/o reaccionar ante el ataque de herbívoros. Se estudiaron dos especies de *Miconia* sp. (Melastomataceae) en un bosque del Valle de Sacta, Cochabamba, Bolivia, una con hojas pubescentes y otra coriácea. Se obtuvo como resultado un mayor porcentaje de daño foliar de la especie pubescente, con 10%, siendo lo contrario en la especie no pubescente con 2,73%.

*Palabras Clave:* Bolivia, defensas anti-herbívoros, Herbivoría, *Miconia* spp., Melastomataceae.

## Introducción

Los herbívoros pueden tener un impacto negativo marcado en el crecimiento, la reproducción y el tamaño poblacional de las plantas (Howe y Westley, 1988). Para esto las plantas han desarrollado una serie de defensas como respuesta a la presión por parte de sus depredadores, lo que puede establecer una estrecha relación evolutiva. En los bosques tropicales, esta relación evolutiva ha resultado en una impresionante variedad de adaptaciones e interacciones. Las plantas utilizan defensas químicas y mecánicas para sobrevivir y reproducirse en compañía de herbívoros que



podrían, si no se les restringe, aniquilarlas (Howe y Westley, 1988).

Dentro de las defensas mecánicas, la presencia de pelos y la dureza de las hojas han sido categorizadas como una efectiva barrera contra los herbívoros invertebrados (Barone y Coley, 1998 en Saucedo *et al.* 1999). La presencia de pubescencia en las hojas dificulta la penetración de herbívoros hacia las partes blandas de estas, mientras que la dureza, por su parte, reduce la palatabilidad de las mismas. Ambos tipos de barreras, por lo tanto provocan un mayor gasto energético, reducciones en las tasas de crecimiento y reproducción del herbívoro (Howe y Westley, 1988).

En la familia de las melastomátáceas existe una gran variedad de especies que poseen diferentes tipos foliares. En el estudio, se intentó determinar si la presencia de pubescencia en las hojas reduce los porcentajes de daño foliar, comparando estos daños con los de otra especie con hojas coriáceas, ya que la herbivoría en esta familia no parece estar influenciada por la dureza de las hojas (Saucedo *et al.*, 1999).

## Metodología

El presente trabajo fue llevado a cabo en una senda dendrológica de la Estación Experimental del Valle de Sacta (17° 01. 59" S, 64° 41. 50" O); a 250 km al noreste de la ciudad de Cochabamba (Montecinos, 1998; en García, 1998).

A lo largo de una senda dendrológica, se procedió a seleccionar dos especies de melastomátáceas de un mismo género con características fo-



liares diferentes: *Miconia* sp. 1 (pubescente); presenta fructificación terminal, con hojas de ápice cuspidado, nervaduras plinervadas, consistencia blanda y suave con pubescencia color rojiza y algo retorcidas. *Miconia* sp. 2 (no pubescente); presenta fructificación terminal, hojas de ápice apiculado, algo cuspidado y parcialmente coriáceas por la presencia de lignina y con indumentos algo ferruginosos en el envés de la hoja.

Se muestrearon 20 individuos por especie, cada uno separado por lo menos 20 metros de otro. De cada individuo se tomaron 10 ramas al azar, de las que se extrajo la tercera hoja contando del ápice de la rama. Luego, se procedió a cuantificar el daño foliar de cada hoja muestreada calculando el área total y el área dañada utilizando acetatos cuadrículados, para estimar el porcentaje de daño foliar. Con los porcentajes de daño por hoja promedio de cada individuo, se comparó el daño foliar entre especies utilizando una prueba de Mann Whitney.

## Resultados

El porcentaje de daño foliar varía entre las dos especies ( $U = 342$ ,  $g1 = 1$ ,  $n = 20$ ,  $p = 0.0009$ ) siendo 3,65 veces mayor en hojas pubescentes de *Miconia* sp.1 que en hojas coriáceas de *Miconia* sp.2 especies (Figura 1).

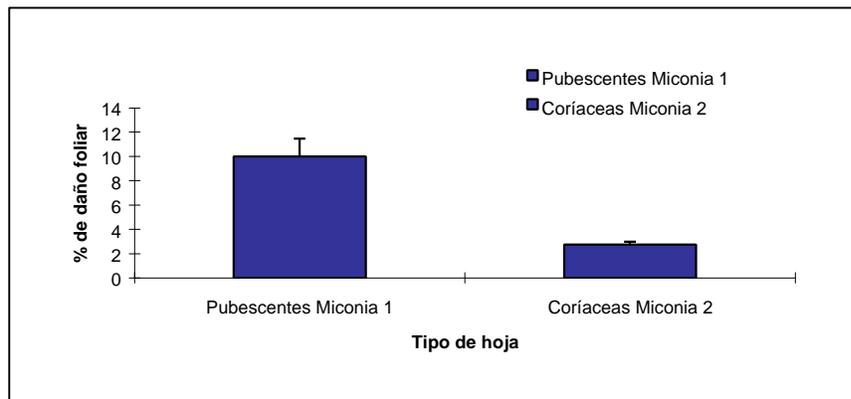


Figura 1. Comparación de las medias del daño foliar entre especies de Miconia sp. Pubescentes y coriáceas. La desviación estándar está presentada con la media n=20 para cada grupo



## Discusión

Considerando únicamente el daño foliar encontrado en ambas especies, se puede inferir que el daño causado por herbívoros pequeños (p.e. insectos) es menor en hojas coriáceas. Posiblemente la presencia de ligninas y otros compuestos reductores de las tasas de digestión presentes en hojas coriáceas (Howe y Westley, 1988) hagan de esto una barrera de protección más eficaz contra el daño por herbívoros que la presencia de pubescencia. Tal vez las hojas coriáceas de *Miconia* sp. 2. son más eficientes que las hojas pubescentes de *Miconia* sp. 1 contra el daño foliar por herbívoros. Sin embargo, es necesario considerar otros aspectos importantes.

Los niveles de herbivoría en diferentes especies de plantas responden, en gran parte, a su distribución y abundancia y de igual forma al tipo de herbívoro que utilice este recurso. Por su parte, los herbívoros generalistas consumen un amplio rango de especies y no son afectados por la disponibilidad de un solo recurso vegetal. Sin embargo, los herbívoros especialistas dependen de la presencia y abundancia de su planta huésped (Janzen, 1970). Por lo tanto, se esperaría que para herbívoros generalistas la especie más abundante *Miconia* sp.2 (2,75 individuos/40 m<sup>2</sup>, datos no publicados) presente un porcentaje de daño foliar mayor que la especie menos abundante *Miconia* sp.1 (0,7 individuos/40 m<sup>2</sup>, datos no publicados). Los mayores porcentajes de daño foliar encontrados en *Miconia* sp.1 nos sugieren la posibilidad de que esta especie esté afectada, más bien, por un herbívoro especializado, que debido a sus daptaciones utilice



las hojas, eficientemente, sin importar las defensas mecánicas.

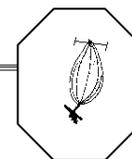
Por otro lado, es posible además que *Miconia* sp.2 produzca algún metabolito secundario, como defensa adicional que mantenga bajo el daño foliar pese a su gran abundancia en la zona. Sin embargo, como no se midió la presencia de estos compuestos en el estudio, no se puede respaldar esta afirmación, ni tampoco la posibilidad de que la sp.1 no presente metabolitos secundarios. No obstante, la presencia de polímeros complejos (p.e.taninos) que se unen a la celulosa y a la hemicelulosa para reducir la palatabilidad de las hojas. Esto incrementa el gasto energético empleado por herbívoros, haciendo de éste un recurso poco nutritivo y de este tipo de defensa, una más importante comparada con otra que simplemente reduce y dificulta la accesibilidad medio de la pubescencia (Howe y Westley, 1988), por lo que *Miconia* sp.2 podría ser más eficiente.

### Bibliografía citada

- García, L. 1998. Prospección de la fauna silvestre en el bosque de producción del valle Sacta. Pasantía de investigación. ETSFOR. 57p.
- Howe, H. F. y L.C. Westley. 1988. Ecological Relationships of Plants and Animals. Oxford University Press. New York. 273p.
- Janzen D.H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. American Naturalist 104: 501-528.



Saucedo, J. J. Chavez, F. Durán y F. Rodas. 1999. Efecto de las defensas mecánicas sobre la herbivoría y el epifilismo en la Familia Melastomataceae. En Farji-Brener A. y G. Barrantes (Eds.). Ecología tropical y conservación. Universidad de Costa Rica y Organización para Estudios Tropicales, San José, Costa Rica. p. 82-85.



Efecto de la  
Simetría y la  
Perturbación de  
Hábitat en los  
Patrones de  
Herbivoría de  
*Clidemia* sp.  
(Melastomataceae)

Saúl J. Altamirano<sup>1</sup>,  
Rosmery Barba<sup>2</sup> y  
Daniel M. Larrea<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Programa de Biodiversidad y Genética, Universidad Mayor de San Simón UMSS, A.P. 538, Cochabamba

<sup>2</sup> Apoyo para el Campesino Indígena del Oriente Boliviano APCOB, A.P. 4213, Santa Cruz de la Sierra.

<sup>3</sup> Herbario Nacional de Bolivia, Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés UMSA, A.P. 10077, La Paz

*Resumen*

El presente estudio evaluó las tasas de herbivoría de *Clidemia* sp. y determinó su relación con la simetría y la perturbación de dos tipos de hábitat (semiperturbado y muy perturbado). Se seleccionaron, aleatoriamente, 10 individuos en cada zona, coleccionando 10 hojas por individuo; en cada caso se determinó la superficie foliar dañada, la simetría de las hojas y la densidad de los individuos de la especie en ambos tipos de hábitat. No existe relación de la superficie foliar dañada ni con la simetría ni con la perturbación del hábitat ( $P > 0,05$ ). La abundancia de los individuos de la especie es significativamente mayor en el interior del bosque semiperturbado, con relación al hábitat muy perturbado. La variación simétrica no es un factor que determine la herbivoría y tampoco la perturbación del hábitat, sin embargo el bosque continuo ofrecería mejores condiciones para el desarrollo de *Clidemia* sp.

*Palabras Clave:* Bolivia, Bosque Tropical, *Clidemia*, Ecotono, Herbivoría, Melastomataceae

**Introducción**

La herbivoría se destaca entre todas las interacciones planta-animal por la alta diversidad taxonómica, fisiológica y ecológica que involucra. Sus estudios en ecología son importantes, ya que contribuyen a la comprensión integral de las comunidades vegetales (Moraes, 1992; Roldan, 1997). La herbivoría involucra modificaciones ecológicas y



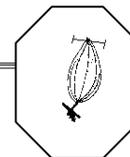
evolutivas a nivel morfológico y fisiológico en las hojas. Las altas tasas de herbivoría serán expresadas en hojas con una elevada concentración de agua, carbono y nitrógeno. La presencia de una reducida concentración de metabolitos secundarios de carbono, taninos y ligninas también favorece a que las plantas expresen elevadas tasas de herbivoría (Scriber, 1977; Slansky y Feeny, 1977; Howe y Westley, 1988).

Se cree que la asimetría fluctuante, es decir, la relación simétrica entre el lado derecho e izquierdo de los individuos no sólo puede relacionarse con la selección reproductiva, sino que puede determinar cierta preferencia por dispersores, polinizadores o herbívoros hacia elementos simétricos de la naturaleza (com.pers. Dafni 1999). Sin embargo, se trata de una premisa que requiere de mayores investigaciones sobre todo de su influencia en las interacciones ecológicas.

En el presente estudio se analizó el efecto de la simetría y el grado de perturbación de un bosque tropical en los patrones de herbivoría de *Clidemia* sp. (Melastomataceae), para lo cual se tomó en cuenta la relación de las tasas de herbivoría con la perturbación del bosque y la simetría de las hojas.

## Métodos

El estudio se llevó a cabo en la propiedad del Valle de Sacta de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS), ubicada a 230 km al noreste de la ciudad de Cochabamba (17°01' y 64°41'-50''O). Esta presenta una precipitación promedio de 3179 mm/año con una máxima de 4549 mm y una mínima de 2183; la temperatura promedio es de 23°



C. Según el sistema de Holdrige, el Valle de Sacta corresponde a un bosque húmedo tropical en transición a un bosque húmedo subtropical, presentando una vegetación dominada por especies arbóreas y arbustivas, donde el 31% posee importancia forestal (García, 1998).

En la zona de estudio, se seleccionaron las estaciones de muestreo sobre la base de criterios de grado de perturbación (semiperturbado: SP y muy perturbado: MP) y presencia de la especie de estudio. En cada estación de muestreo, se seleccionaron de manera aleatoria 10 individuos de *Clidemia* sp. y se coleccionaron 10 hojas en cada individuo. El estudio incluye pseudoreplicación, por la falta de áreas SP y MP con las cuales realizar una adecuada replicación.

Se determinó la superficie foliar dañada de las hojas, mediante el uso de láminas de acetato obteniendo la superficie foliar total de las hojas y la proporción de daño en cada una de estas (%). Dada la normalidad de los datos (Prueba Kolmogorov Smirnov  $P < 0.05$ ), se comparó la diferencia del porcentaje de superficie foliar dañada entre la zona SP y MP, mediante una prueba t para muestras independientes (Zar, 1984).

De manera paralela, se determinó la simetría de las hojas expresada por la relación entre el lado izquierdo (a) y el derecho (b) de cada una:

$$S = a/b$$

Donde:

S: Simetría de la hoja

a: Longitud de la lámina foliar a partir de la nervadura principal hacia el lado izquierdo

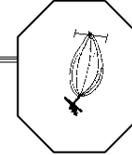


- b: Longitud de la lámina foliar a partir de la nervadura principal hacia el lado derecho

Se comparó la diferencia de la asimetría de las hojas entre la zona SP y MP mediante una prueba t para muestras independientes. La asociación entre la simetría de las hojas y el daño foliar fue analizada mediante una correlación de Pearson (Zar, 1984). Se determinó la densidad poblacional de *Clidemia* sp. en ambas estaciones de muestreo mediante 10 transectas de 2 x 20 m en cada zona. Se comparó la diferencia de la abundancia de individuos de *Clidemia* sp. mediante una prueba t para muestras independientes (Zar 1984, Programa Systat versión 7.0).

## Resultados

No se observaron diferencias significativas entre el daño foliar de las plantas que se ubican en la zona SP y las que crecen en la zona MP ( $t=-0,48$ ; g.l.=18;  $P=0,64$ ), lo cual podría relacionarse con la presencia de herbívoros generalistas en ambas zonas (Fig. 1). No existen diferencias significativas de la simetría de las hojas entre las plantas que se ubican en la zona SP y las que crecen en la zona MP ( $t=0,086$ ; g.l.=18;  $P=0,93$ ), sin embargo, existe una ligera tendencia de las hojas a presentar una mayor longitud hacia el lado izquierdo (SP:  $1,017 \pm 0,021$ ; MP:  $1,026 \pm 0,0266$ ; media  $\pm$  desviación estándar). Tampoco existe correlación entre la simetría de las hojas y la superficie foliar dañada ( $r=0,064$ ;  $P=0,79$ ) (Fig. 2). La abundancia de individuos de *Clidemia* sp. fue significativamente mayor en la zona SP con relación a la zona MP ( $t=3,26$ ; g.l.=18;  $P=0,004$ ), lo que po-



dría relacionarse con la sensibilidad de la especie a la perturbación antrópica (Fig. 3).

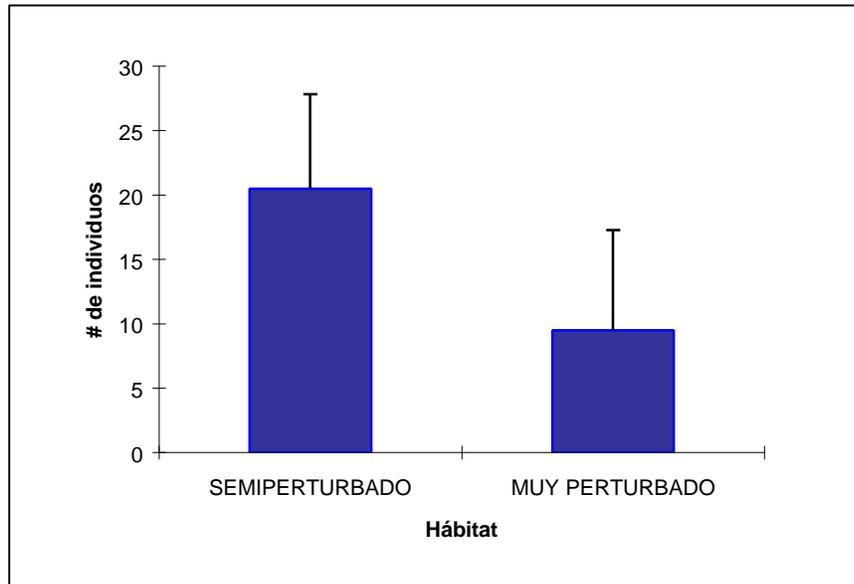


Figura 1. Comparación de la superficie foliar dañada con el grado de perturbación de un bosque tropical húmedo (media  $\pm$  desviación estándar).

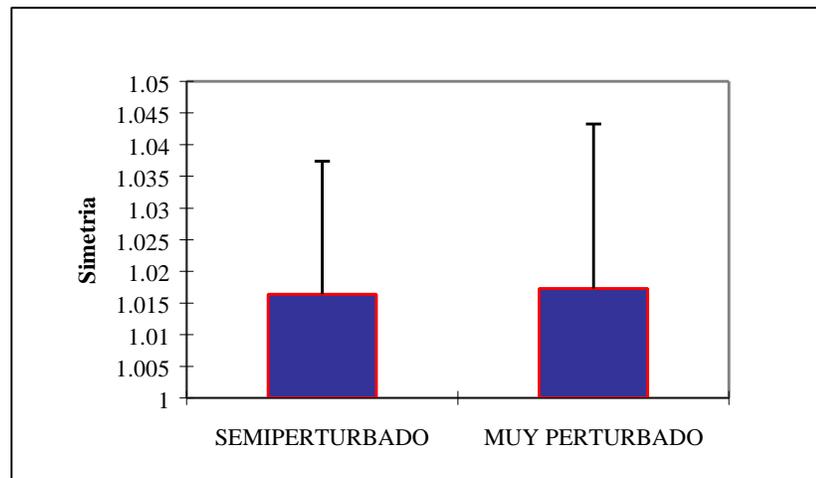


Figura 2. Comparación de la simetría de las hojas con el grado de perturbación de un bosque tropical húmedo (media  $\pm$  desviación estándar)

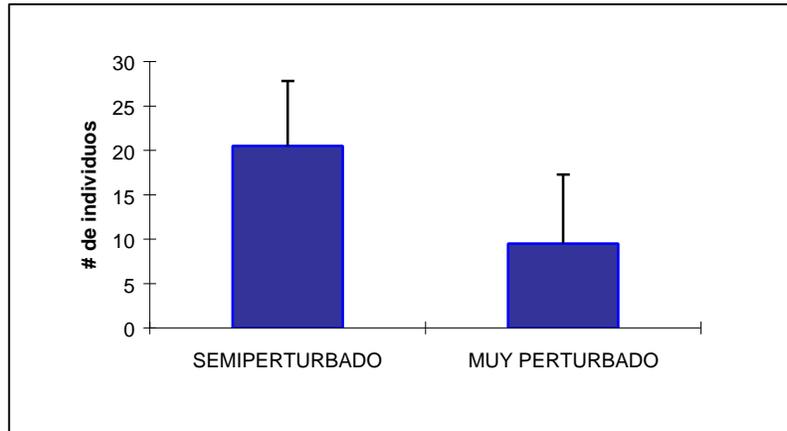
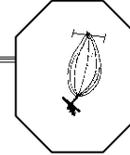
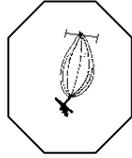


Figura 3. Comparación de la densidad de *Clidemia* sp. con el grado de perturbación de un bosque tropical húmedo (media  $\pm$  desviación estándar).

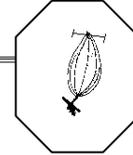


## Discusión y Conclusiones

La actividad de los herbívoros es diaria y la especificidad de la relación es casual, ya que, en la mayoría de los casos, se trata de herbívoros generalistas, que en su mayor parte son insectos que pueden causar un daño foliar que oscila entre el 1% y el 25% de la superficie total (Larrea, 1999). Los mamíferos de mediano y gran porte, debido a sus hábitos alimenticios, pueden llegar a causar un daño más severo que el de los insectos, sin embargo, existen factores ambientales (tales como la perturbación antrópica o natural) que modifican los patrones de herbivoría de algunos insectos (Coley, 1990).

En zonas perturbadas puede desarrollarse una baja cantidad de especies con relación al bosque continuo. No obstante, éstas pueden presentar una elevada abundancia de individuos con relación al bosque. La competencia por espacio y luz determina una particular composición de las comunidades vegetales en estas zonas y un comportamiento fisiológico en la producción foliar de las plantas que crecen en estos ambientes.

Las tasas de herbivoría tienden a ser más altas en especies que crecen en zonas abiertas, con relación a las que crecen en el bosque (Howe y Westley 1988). Sin embargo, existen muchas especies, entre ellas *Clidemia* sp., que se distribuyen tanto en bosque continuo como en los ecotonos con zonas perturbadas, de ahí, y de acuerdo con el comportamiento de los herbívoros, se esperaría una mayor tasa de herbi-

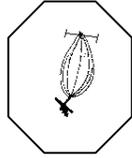


voría en individuos que crecen en los ecotonos de bosque con zonas abiertas perturbadas, con relación a aquellos individuos que crecen en el interior del bosque. Los resultados del presente estudio no muestran diferencias significativas de las tasas de herbívora entre los individuos de *Clidemia* sp. en ambos hábitats lo que puede relacionarse con el posible comportamiento generalista del o los herbívoros que afectan a esta especie.

No existe relación entre la simetría de las hojas y la superficie foliar dañada, sin embargo, hay una tendencia de las hojas a presentar un mayor desarrollo foliar hacia el lado izquierdo de la nervadura principal, hecho que no deja de ser curioso ya que determina una marcada asimetría de las hojas, lo cual no se relacionaría con el daño que sufren las hojas. Es decir que las características que determinan la palatabilidad de las hojas, aparentemente, no se relacionan con la simetría de las hojas y, por ende, tampoco con la oferta del recurso foliar y su daño herbívoro. La abundancia de la especie es marcadamente diferente hacia el interior del bosque continuo con relación al ecotono y, junto con los resultados sobre el daño foliar, parecen indicar la posible actividad generalista del o los herbívoros.

### Bibliografía citada

- Coley, P.D. 1990. Tasas de herbivorismo en diferentes arboles tropicales. En Leigh, E.G.; A.S. Rand & D.M. Windsor (eds.). 1990. Ecología de un bosque tropical. Smithsonian Institution. Washington D.C. P, 191-200.



- García, L. 1998. Prospección de fauna silvestre en el bosque de producción del valle Sacta. Pasantía de investigación. Escuela Técnica Superior Forestal, E.T.S.FOR, UMSS. 57p.
- Howe, H.F. y L.C. Westley. 1988. Ecological relationships of plants and animals. Oxford University Press. Nueva York. 273 p.
- Larrea, D. 1999. Efecto de la concentración de nitrógeno y carbono en la folivoría por insectos en plántulas de *Swietenia macrophylla* (Meliaceae). *Ecología en Bolivia* 32: 29-35.
- Moraes, M. 1992. Ecología vegetal. Serie Documentos de Ecología. Instituto de Ecología. La Paz, Bolivia. 102 p.
- Roldan, A. 1997. El síndrome del bosque vacío es un fenómeno recurrente en bosques neotropicales. Tesis de Magister en Ciencias. Universidad de Chile. 63 p.
- Scriber, J.M. 1977. Limiting effects of low leaf-water content of the nitrogen utilization, energy budget and larval growth of *Hyalopora cecropia* (Lepidoptera: Saturniidae). *Oecologia* 28:269-287.
- Slansky, F. y P. Feeny. 1977. Maximization of the rate of the nitrogen accumulation by larvae of cabbage butterfly on wild and cultivated food plants. *Ecological Monographs* 47:209-299.
- Zar, J. 1984. Biostatistical analysis. Prentice Hall. New Jersey. 654 p.