



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**Efecto del microclima en el crecimiento y supervivencia del  
cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht)  
en Chamela, Jalisco**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**BIOLOGA**

**P R E S E N T A:**

**Tania Yanira Fernández Muñiz**

**DIRECTORA DE TESIS:**

**Dra. Rosa Irma Trejo Vázquez**

**México, D. F.**

**2014**





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Hoja de datos del Jurado

<b>Formato</b>	<b>Datos</b>
1. Datos del alumno Apellido paterno Apellido materno Nombre(s) Teléfono Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Ciencias Carrera Número de cuenta	1. Datos del alumno Fernández Muñiz Tania Yanira 56 66 62 29 Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Ciencias Biología 305126377
2. Datos del tutor Grado Nombre(s) Apellido paterno Apellido materno	2. Datos del tutor Dra. Rosa Irma Trejo Vázquez
3. Datos del sinodal 1 Grado Nombre(s) Apellido paterno Apellido materno	3. Datos del sinodal 1 Dr. Zenón Cano Santana
4. Datos del sinodal 2 Grado Nombre(s) Apellido paterno Apellido materno	4. Datos del sinodal 2 Dra. Mariana Hernández Apolinar
5. Datos del sinodal 3 Grado Nombre(s) Apellido paterno Apellido materno	5. Datos del sinodal 3 Dra. María Guadalupe Barajas Guzmán
6. Datos del sinodal 4 Grado Nombre(s) Apellido paterno Apellido materno	6. Datos del sinodal 4 Dra. María Graciela García Guzmán
7. Datos del trabajo escrito. Título Subtítulo Número de páginas Año	7. Datos del trabajo escrito Efecto del microclima en el crecimiento y supervivencia del cuachalalate ( <i>Amphipterygium adstringens</i> Schiede ex Schlecht) en Chamela, Jalisco. 55 p. 2014

Dedicado a mi mamá, por ser siempre mi ejemplo a seguir, gracias por todo tu apoyo, confianza y amor. También para mi hermana Pau, por siempre estar feliz y hacerme reír con sus ocurrencias. Todo esto fue gracias a ustedes, las quiero muchísimo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Este proyecto fue financiado por el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (DGAPA-UNAM, PAPIIT IN227009) otorgado a la Dra. Graciela García Guzmán.

A la Estación de Biología Chamela (IBUNAM) por todas las facilidades otorgadas durante el trabajo de campo.

A la Facultad de Ciencias, por ser una facultad tan buena onda y alojarme tanto tiempo.

A la UNAM, por ser LA universidad. UNAM forever :)

A mi tutora Irma Trejo, por enseñarme la selva baja, por guiarme en éste trabajo, por su paciencia y amabilidad en todo momento y por hacer más divertido y llevadero el camino a Chamela y el trabajo de campo. Muchas gracias por aguantarme tanto tiempo :)

Al Dr. Zenón Cano, por tomarse el tiempo para corregir este trabajo. Muchas gracias por sus valiosísimos comentarios, por su paciencia y por darme ánimos; ahora estoy segura que presento un trabajo de calidad gracias a usted.

A la Dra. Guadalupe Barajas, por alumbrarme el camino cuando estaba totalmente perdida y ayudarme en la parte estadística. Muchísimas gracias por sus comentarios. Quiero ser como usted cuando sea grande :)

A la Dra. Mariana Hernández, por sus valiosos comentarios y correcciones a mi trabajo.

A la Dra. Graciela García por sus correcciones al trabajo escrito y su apoyo en campo. Gracias por recibirme siempre con una sonrisa y por esa amabilidad tan característica de usted.

A mis abuelitos, por ser tan consentidores siempre y seguir con nosotros :)

A tooooooda la familia Muñiz Cortés, por apoyarme siempre, gracias por ser una familia tan unida, es un orgullo pertenecer a esta familia.

A mis primos, porque a pesar de ser todos tan diferentes nos llevamos tan bien, siempre es padre estar con ustedes y terminar en Onaki's room. ¿Cuándo la fiestotota 3? jaja

A Aldo Merlo. Gracias por presionarme para que terminara ésto y por todo: tu compañía, amor, apoyo, por cuidarme siempre y por abrirme los oídos al deep house. Te quiero muchísimo.

A Valeria, por ser mi amiga de toda la vida, gracias por escucharme y darme ánimos siempre. Love you.

A Ileana y Ale, por todos esos buenos reves y momentos felices a su lado. Saquen las chelas!

A mis amigas Pau, Miriam y Dafne, por todos esos cafés tomados y pláticas interminables. Gracias por escuchar siempre, las quiero :)

A Sara y Andrés, por ser unos post-docs tan alivianados, por saber separar la chamba de la fiesta y no clavarse. Gracias por esos viajes juntos y momentos tan divertidos. También saquen las chelas ño? ;)

A mis compañeros del taller Daniel, Inti y Alejandro, por hacer más divertidas las prácticas de campo y clases, estuvo padre pasarla con ustedes. También gracias por ayudarme en mi trabajo de campo, como cargar esas plántulas jaja..no hubiera podido sin su ayuda. Buena onda.

A la familia Merlo Serna, por siempre recibirme y tratarme de lujo, los quiero mucho.

A la Biól. Irma Acosta Calixto por su apoyo en el trabajo de campo.

Al Sr. Gustavo Verduzco Robles por su apoyo en la Estación de Chamela.

A la Sra. Eva, cocinera de la EBCh, por cocinarnos tan rico, uno nunca se imaginaría que pueda comer tan sabroso en campo.

A los pioneros del reggae, porque fueron el inicio de todo y sin su música no hubiera sobrevivido a esas largas horas de escribir la tesis.

A la vida.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	6
I. INTRODUCCIÓN	
I.1 Efecto del microclima en distribución y establecimiento de plantas.....	7
I.2 La selva baja caducifolia.....	9
I.3 Amenazas y disturbios a la selva baja caducifolia.....	11
I.4 Herbivoría y sus efectos en el desempeño y supervivencia de las plantas.....	12
I.5 Justificación.....	13
II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	15
III. MÉTODO	
III.1 Sitio de estudio.....	16
III.2 Especie de estudio.....	19
III.3 Diseño experimental.....	21
III.4 Análisis de datos.....	23
IV. RESULTADOS	
IV.1 Condiciones microclimáticas .....	25
IV.2 Supervivencia de plántulas.....	27
IV.3 Crecimiento.....	28
IV.4 Relación entre el tratamiento y el crecimiento.....	30
IV.5 Relación entre variables microclimáticas y crecimiento.....	32
V. DISCUSIÓN.....	34
VI. CONCLUSIONES.....	39
REFERENCIAS.....	41
ANEXO 1.....	50
ANEXO 2.....	53



## RESUMEN

Después de la dispersión, los límites potenciales para el establecimiento y supervivencia de las plántulas se dividen en tres categorías: factores abióticos, interacciones bióticas y características intrínsecas de las semillas. Dentro de los factores abióticos más importantes se encuentra la radiación solar, la cual determina el microclima en el cual se desarrollarán las plántulas, repercutiendo en el crecimiento de éstas y determinando así la estructura y composición de las comunidades vegetales. Esta investigación tiene como objetivo evaluar el efecto que tiene el microclima en el crecimiento y la supervivencia del árbol llamado comúnmente cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht; Julianaceae) en dos sitios con diferente orientación de ladera ubicados dentro de la Estación Biológica de Chamela en Jalisco, con el fin de obtener mayor información sobre esta especie representativa de la selva baja caducifolia. Se observó que el cuachalalate tiene un alto porcentaje de supervivencia y podría ser utilizado como una especie para la reforestación de áreas perturbadas que anteriormente tenían este tipo de vegetación y aunque sólo se encontró una correlación significativa del crecimiento con la humedad relativa y no con la temperatura ni con la apertura del dosel, se encontraron diferencias significativas en la morfología de las plántulas por efecto de la ladera y la malla ciclónica, lo que concuerda con los individuos adultos de cuachalalate encontrados en cada sitio: en la ladera norte los individuos tienen una mayor altura y menor *DAP* y en la ladera sur los individuos tienen menor altura pero un *DAP* mayor. Las plántulas presentaron una mayor tasa relativa de crecimiento en la ladera sur y cuando se encontraban cubiertas por malla ciclónica, por lo que se concluye que el microclima afecta el crecimiento y supervivencia de las plántulas de cuachalalate. Sin embargo, se requiere de réplicas en otros sitios para poder hacer una generalización.

## I. INTRODUCCIÓN

### I.1 Efecto del microclima y efecto ladera en la distribución y establecimiento de plantas

Entre los factores limitantes del ambiente físico más importantes que determina la apariencia, distribución, composición y estructura del tipo de plantas y animales que pueden habitar una región o sitio determinado se encuentra el clima, el cual está asociado con el entorno geológico, geográfico y topográfico (Gurevich *et al.*, 2002). El clima de un área comprende todo el intervalo de condiciones meteorológicas que suceden a lo largo de las estaciones del año, especialmente la temperatura, la precipitación y los vientos (Gurevich *et al.*, 2002). Esta distribución diferenciada es el resultado de la interacción de la radiación solar, de los patrones globales de circulación de los vientos y de los factores geográficos y geológicos (Gurevich *et al.*, 2002). Por ejemplo, los cambios en la incidencia de energía radiante del ambiente, al modificar factores como la disponibilidad de luz fotosintéticamente activa y la humedad, pueden afectar procesos metabólicos vitales para las plantas como la fotosíntesis, la respiración y la transpiración (Lambers *et al.*, 1998).

Un factor importante que modifica localmente el clima es la orientación e inclinación de las pendientes de las montañas y cerros, ya que están íntimamente relacionados con el grado de insolación e incidencia de los vientos, lo que produce variaciones en temperatura entre las diferentes laderas de una misma montaña, fenómeno al que se le ha denominado efecto de ladera (Gurevich, 2002). La orientación de ladera, al ser uno de los factores topográficos que determina la incidencia de energía, modifica la funcionalidad de los organismos de las distintas laderas. Este efecto se basa en la observación generalizada de que en el hemisferio norte la insolación es más intensa, directa y por periodos más largos en las laderas sur de las montañas, lo cual les da la peculiaridad de ser más secas y cálidas. Comparativamente, las laderas norte suelen ser más frías y húmedas, y naturalmente en el hemisferio sur se produce este mismo fenómeno pero a la

inversa (Auslander, 2003; Badano *et al.*, 2005; Duarte *et al.*, 2005; Mazzola *et al.*, 2008). Estas diferencias en la orientación de ladera traen consigo cambios en las condiciones atmosféricas y edáficas, modificando las características meso y microclimáticas, repercutiendo en la distribución de los organismos (Del Castillo, 2000).

La radiación solar es uno de los factores más importantes que influyen en esta distribución diferenciada pues afecta directamente la temperatura de los sitios. Los individuos de cada especie tienen un intervalo óptimo de temperatura máxima y mínima, así como de las fluctuaciones térmicas que pueden resistir (Gurevich *et al.*, 2002). Con base en un modelo, Holland y Steyn (1975) propusieron que los efectos de exposición son más marcados en latitudes medias y en pendientes pronunciadas que cerca del ecuador, de los polos o en terrenos con poca pendiente. Estos autores también predijeron que en latitudes medias existen mayores afinidades con la flora de mayor latitud o altitud en laderas con orientación polar que en aquellas con orientación ecuatorial.

No son comunes las comparaciones del ambiente físico con relación a los efectos de exposición de ladera bajo una perspectiva ecológica, pero hay evidencia que sugiere que ésta afecta la composición y estructura de la vegetación (Del Castillo, 2000; Gallardo-Cruz *et al.*, 2009). Los organismos que habitan en laderas con orientaciones contrastantes pueden presentar diferencias morfológicas y fisiológicas las cuales les permiten sobrevivir a las condiciones microclimáticas que se presentan en cada ladera (Nevo, 2001). El efecto de la orientación de la ladera en las plantas se ha registrado en la morfología (Auslander, 2003) y en la estructura de la comunidad (González-Hidalgo *et al.*, 1996; del Castillo, 2000; Mazzola *et al.*, 2008).

Dado por las condiciones microclimáticas, y acentuado por el efecto de ladera, este establecimiento diferenciado de la vegetación puede expresarse de dos maneras diferentes: si las condiciones entre laderas no son tan extremas, el cerro presentará la misma vegetación, aunque en la ladera norte existan condiciones más favorables para la distribución y diversificación de las plantas. En

cambio, si estas condiciones son muy contrastantes, las distintas laderas presentarán diferentes estructuras de la vegetación (Del Castillo, 2000).

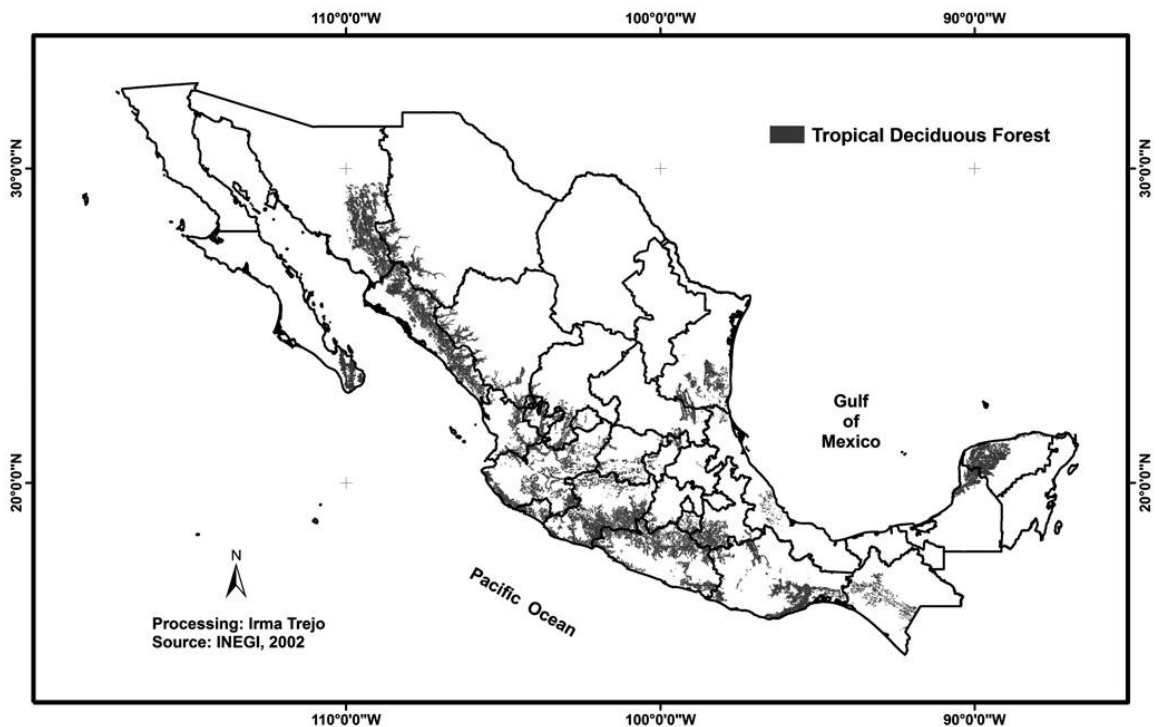
## **I.2 La selva baja caducifolia**

Las selvas bajas caducifolias (SBC) son asociaciones vegetales de zonas cálido-húmedas ( $Aw_0$ ) y se presenta en zonas con una temperatura anual superior a  $20^{\circ}\text{C}$  y con precipitaciones anuales del orden de 800 mm; estas selvas se encuentran desde el nivel del mar hasta unos 1500 m y se caracterizan por presentar una temporada seca bien definida que puede durar hasta 7 u 8 meses; de hecho, la mayoría de las especies vegetales de la SBC pierden sus hojas durante los meses secos del año, lo cual origina un contraste fisionómico muy marcado entre la temporada seca y la de lluvias (Trejo, 1999; Pennington y Sarukhán, 2005).

En este tipo de comunidades, la vegetación se conforma de elementos tropicales, dominada por árboles de copas extendidas con alturas promedio entre 7 y 8 m, aun cuando pueden encontrarse individuos aislados que se acercan a los 15 m. El estrato arbustivo es muy denso y el número de lianas se incrementa en las áreas más húmedas y en las cercanías de la costa (Trejo, 1998). Con frecuencia, los troncos de los árboles son cortos, robustos, torcidos y ramificados cerca de la base, y muchas especies presentan cortezas escamosas, papiráceas o con protuberancias espinosas o corchosas (Pennington y Sarukhán, 1998). Las formas de vida suculentas son frecuentes y fácilmente se encuentran los géneros *Agave*, *Opuntia*, *Lamaireocereus*, *Pachycereus* y *Cephalocereus*, entre otros; los bejucos son también abundantes y las epífitas se reducen a pequeñas bromelias y orquídeas (Lott, 1993). Estas selvas se desarrollan preferentemente en terrenos de ladera, pedregosos, con suelos bastante somerosos, arenosos o arcillosos con un fuerte drenaje superficial (Pennington y Sarukhán, 1998). Se distingue en este tipo de vegetación su alta diversidad, pero sobre todo su elevado nivel de

endemismo, pues cerca de 60% de las especies que constituyen a estas comunidades sólo se encuentran en México (Trejo, 1998).

Pennington y Sarukhán (1998) y Trejo (1998) describen su distribución en el país según se describe a continuación. Ocupa extensiones considerables en la vertiente del Pacífico, en la Cuenca del río Balsas y en las laderas de la Sierra Madre Occidental, desde Colima hasta Sonora y desde Baja California hasta Chiapas y siguiendo hasta Centro América. También se le encuentra en San Luis Potosí (La Huasteca) y en las áreas menos secas del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Asimismo, en la vertiente del Golfo de México, el área de la selva baja caducifolia se distribuye desde Tamaulipas hasta la Península de Yucatán, en áreas más aisladas y discontinuas (Fig. 1).



**Fig. 1** Distribución de la selva baja caducifolia en México (Trejo y Bonfil, 2010).

### **I.3 Amenazas y disturbios a la selva baja caducifolia**

En su análisis del estatus de conservación de los bosques tropicales secos, Miles *et al.* (2006) reportan que de 1,048,700 km<sup>2</sup> que persisten a escala global, 97% está en riesgo por una o más amenazas relacionadas principalmente con las actividades humanas, tales como la fragmentación del hábitat, el fuego, la conversión a terrenos agrícolas y el crecimiento demográfico. Estos autores mencionan que solamente cerca de 300,000 km<sup>2</sup> de bosques tropicales secos se encuentran bajo alguna modalidad de áreas protegidas y el 71.8% de este total están localizadas en América del Sur. Además, la cobertura vegetal es usualmente más baja en densidad en el trópico seco estacional que en las áreas húmedas, por tanto son áreas menos productivas y asimismo, son las más intensamente perturbadas (Martínez-Yrizar, 1995).

En México se calcula que la SBC se distribuye en 7.5% de la superficie total del país y únicamente 3.7% se encuentra en buen estado de conservación (Trejo y Dirzo, 2000). Las principales causas de la deforestación de la SBC en México son la agricultura, la ganadería, la extracción de leña (Trejo y Dirzo, 2000) y el desarrollo urbano turístico (Ceballos y García, 1995). Estos factores han provocado la eliminación o reducción de la cobertura inicial a paisajes con fragmentos de selva que difieren en su tamaño, grado de perturbación y estado sucesional (Trejo y Dirzo, 2000).

La eliminación total o parcial de la cubierta vegetal es una de las prácticas fundamentales en la acción colonizadora del hombre, y la desaparición de la vegetación arbórea es la que resulta más fácil de apreciar y evaluar como forma de deterioro de las comunidades naturales; sin embargo, no todos los disturbios de los ecosistemas naturales son provocados por las comunidades humanas, sino también por fenómenos naturales, tales como huracanes y tormentas tropicales, los cuales constituyen una causa importante en la pérdida de la cubierta vegetal y la diversidad de especies (Rincón *et al.*, 1999).

Tomando en consideración su alto valor por la biodiversidad existente, el bosque tropical seco debería tener una alta prioridad en cuanto a su conservación, además de las actuales tendencias de deterioro indican que este ecosistema se llevará a un grado de perturbación y pérdida todavía más severo (Trejo y Dirzo, 2000), generar información relacionada con la regeneración y manejo de éstas áreas es de crucial importancia para su mantenimiento y sostenibilidad en el largo plazo (Ceccon *et al.*, 2006; Quesada *et al.*, 2009; Stoner y Sánchez-Azofeifa, 2009).

#### **I.4 Herbivoría y sus efectos en el desempeño y supervivencia de las plantas**

La herbivoría es el consumo de tejidos y fluidos de diversas estructuras vegetales por parte de animales, que con frecuencia ocasionan una reducción en el desempeño o en la adecuación de las plantas (Coley y Barone, 1996).

La herbivoría es un proceso clave, que tiene consecuencias tanto a nivel ecosistémico, como de las comunidades, poblaciones e individuos. A nivel de individuos y de poblaciones, la herbivoría ha sido considerada como uno de los factores bióticos que tiene el potencial de afectar negativamente el desempeño de las plantas (Dirzo, 1984; Marquis 1992), ya que reduce significativamente su crecimiento, su supervivencia, su arquitectura, modifica los ritmos de reproducción así como la expresión sexual y éxito reproductivo (Dirzo, 1984; Huntly, 1991). Por ejemplo, Morrow y Lamarche (1978) registran un incremento considerable en el crecimiento en árboles de *Eucalyptus* sp. sometidos a un tratamiento de exclusión de herbívoros en comparación con los árboles control. Dirzo (1987) mostró que la probabilidad de supervivencia de una plántula a cinco meses después de su establecimiento está negativamente asociada con el grado de herbivoría sufrido durante los primeros meses de vida.

Las interacciones planta-herbívoro se encuentran bien representadas en las comunidades de selvas bajas caducifolia de México (Filip *et al.*, 1995; Dirzo y Domínguez, 2002). La condición estacional de las selvas bajas caducifolias es un

factor importante a considerar para el análisis de las interacciones planta-animal, dado el carácter restrictivo que impone la imposibilidad de recursos en una época del año a los herbívoros. La herbivoría podría estar jugando un papel muy importante dentro de este tipo de sistemas, ya que, sumada a los factores bióticos desencadenados por la estacionalidad de las selvas bajas caducifolias, podría estar influyendo de manera considerable en los patrones fenológicos de las plantas, determinando su número, distribución y abundancia (Dirzo y Domínguez, 2002).

## **I.5 Justificación**

La deforestación de los sistemas naturales es uno de los problemas más graves que existen actualmente en el planeta. Esto se debe principalmente al crecimiento de la población mundial, la cual, demanda cada vez una mayor cantidad de satisfactores. Si estas áreas deforestadas no son manejadas adecuadamente éstas se pueden erosionar provocando la degradación del sitio. (Ceballos y García, 1995; Trejo y Dirzo, 2000; Krupnick, 2013). Para solucionar este problema es necesario reforestar las zonas degradadas con especies nativas, ya que éstas favorecen la restitución del sitio. Sin embargo, uno de los problemas más graves que existen en los programas de reforestación es la supervivencia de los individuos utilizados para la reforestación; por ejemplo, se estima que la supervivencia de las especies utilizadas en reforestación es de un 35% en el mejor de los casos y en otros aún puede ser más baja (Cervantes, 1996). Ante esto, es necesario determinar cuáles son las causas asociadas a la baja supervivencia de estos individuos.

La supervivencia de las plantas está determinada tanto por factores fisiológicos como por factores ambientales, dentro de los cuales el microclima juega un papel fundamental, ya que éste afecta procesos tan esenciales como la fotosíntesis (Cervantes, 1996). Un ejemplo de esto, es que en la Estación Biológica de Chamela se ha observado que el cuachalalate (*Amphipterygium*



*adstringens*; Julianaceae), árbol muy característico de selva baja, es más abundante en ciertos sitios que en otros (I. Trejo, com. pers.) debido probablemente a las condiciones prevalecientes en dichos sitios.

A fin de fundamentar medidas y prácticas que permitan la conservación, restauración o aprovechamiento racional de la selva baja caducifolia es importante aumentar el conocimiento ecológico acerca de este tipo de ecosistemas. Ante esta situación se decidió realizar un estudio para conocer cómo diferentes condiciones de microclima afectan el crecimiento y supervivencia de *A. adstringens*. El presente trabajo reporta las diferencias en el microclima de dos sitios cercanos con condiciones contrastantes de exposición de ladera (norte y sur) con el fin de determinar las condiciones ideales para el crecimiento y supervivencia del cuachalalate.

## II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

El objetivo general de esta tesis es evaluar el efecto del microclima en el crecimiento y la supervivencia del cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht) en dos sitios localizados en laderas contrastantes (norte y sur) ubicados dentro de la Estación Biológica de Chamela en Jalisco.

Los objetivos específicos derivados del anterior, son los siguientes:

1. Conocer las condiciones ambientales presentes en ambos sitios (temperatura, humedad y apertura del dosel).
2. Conocer el efecto del uso de una malla de protección en la supervivencia y el crecimiento.
3. Determinar si existe alguna relación entre las medidas del microclima y los datos registrados de supervivencia y crecimiento de las plántulas en ambas laderas.
4. Determinar el papel de los herbívoros vertebrados en el desempeño de las plántulas.

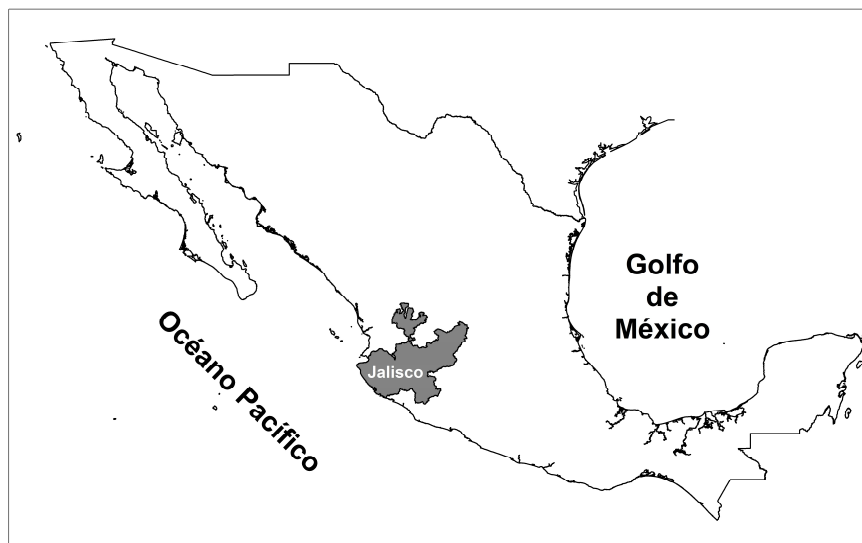
Al observar que se encuentran más individuos adultos de cuachalalate en zonas abiertas, se espera que:

- a) Existan diferencias en el crecimiento y supervivencia de las plántulas entre ambas laderas puesto que éstas difieren en el microclima.
- b) Las plántulas crezcan con mayor facilidad y haya una mayor supervivencia en la ladera sur al tener ésta condiciones más favorables para su crecimiento (mayor incidencia de luz y por lo tanto temperatura elevada y menor humedad).

### III. MÉTODOS

#### III.1 Sitio de estudio

Este estudio se realizó en la Estación de Biología de Chamela (EBCh) que se localiza al suroeste del Estado de Jalisco, México (19°30'N, 105°03'W), en el Km 59 de la carretera federal 200, Barra de Navidad-Puerto Vallarta, a 2 Km al W de la costa y 6 Km al SE de la Bahía de Chamela (Fig. 2).



**Fig. 2** Ubicación de la Estación de Biología de Chamela.

La topografía de la EBCh presenta lomeríos bajos y pequeñas cañadas que confluyen en arroyos, la mayor parte del terreno tiene una altitud que no sobrepasa los 150 m, pero el rango es de 10 m a 580 m; los suelos son arenosos y de profundidad muy variable, con pH cercano a 7. El substrato en la EBCh incluye basalto, regolita y conglomerados no consolidados (Noguera *et al.*, 2002).

El clima de Chamela es cálido subhúmedo ( $Aw_0$ ) con una marcada estacionalidad; la sequía se presenta de noviembre a junio, algunas veces interrumpida por lluvias ligeras o fuertes en diciembre o enero; el promedio de días con lluvia apreciable es de 52, con más o menos cinco lluvias fuertes. Los ciclones pasan paralelos a la costa (García-Oliva *et al.*, 2002). La precipitación promedio entre 2009-2010 fue de 891 mm, mientras que la temperatura promedio anual es de 26.4°C, siendo la máxima promedio de 32.5°C (www.ibiologia.unam.mx/ebchamela, 7 de junio de 2013).

La vegetación dominante de la región es la selva baja caducifolia o bosque tropical caducifolio, el cual tiene un estrato arbóreo de 10 m de altura; entre las especies de árboles se encuentran elementos de los géneros *Lonchocarpus*, *Caesalpinia*, *Croton*, *Amphipterygium*, *Jatropha* y *Cordia*, además, son abundantes las epífitas (*Tillandsia* spp.) y es común observar a los líquenes cubriendo los troncos de muchos árboles (Lott, 1993). Hasta el momento, se han registrado más de 1100 especies de plantas en la región de Chamela, en la cual también existen manglares, tulares y la vegetación de dunas costeras (Lott, 1993).

El área de trabajo comprende dos laderas con orientación norte y sur respectivamente, situadas en el metro 200 de la vereda Chachalacas (Fig. 3). La ladera norte presentó una inclinación de 30° mientras que la ladera sur tenía una inclinación de 18°.



**Fig. 3** Sitio de estudio en la vereda Chachalacas, se señalan ambas laderas (www.googleearth.com).

Ambos sitios están cubiertos por selva baja caducifolia donde dominan *Tabebuia chrysantha*, *Bursera excelsa*, *B. instabilis*, *Cochlospermum vitifolium*, *Annona glabra*, *Ipomoea wolcottiana*, *Ceiba aesculifolia*, *Cordia alliodora*, *Amphipterygium adstringens*, *Caesalpinia eriostachys*, *Lysiloma microphyllum*, *Piptadenia constricta*, *Guapira macrocarpa*, *Comocladia engleriana* y *Sapium pedicellatum*. Se observó que en ambas laderas existen diferencias en los individuos adultos presentes en ambas laderas a pesar de estar muy cercanas entre sí; en la ladera norte existe una mayor densidad de árboles adultos tanto de otras especies como de nuestra especie de estudio (cuachalalate) y en general son de mayor altura que los de la ladera sur, además, refiriéndonos sólo a los árboles de cuachalate, en la ladera sur, a pesar de observarse menos individuos que en la norte, éstos tienen un *DAP* mayor y son de menor altura (I. Trejo, com. pers.)

### III.2 Especie de estudio

*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht (Julianaceae) es un árbol dioico caducifolio de 4 a 9 m de altura y de 10 a 40 cm de diámetro a la altura del pecho; de tronco torcido, ramificación simpodial y copa aplanada, con la corteza del fuste ornamentada, con protuberancias de corcho y lisa la base, los frutos se presentan en racimo de 2.5 a 5 cm de largo y producen dos semillas aladas por fruto, tiene una floración que se lleva a cabo de mayo a agosto y habita en clima cálido y semicálido (Cuevas, 2005; CONAFOR, 2011; Fig. 4)



**Fig. 4** Tronco, semillas y hojas del cuachalalate. Fotos tomadas de:  
<http://florachamela.weebly.com/aadstringens.html>.

El cuachalalate es una especie que ocupa el octavo lugar en importancia de 400 especies útiles registradas en el uso tradicional en el estado de Morelos (Boyás *et al.*, 1988). No obstante, se distribuye en varios estados del Pacífico y

centro de México (Fig. 5). Su corteza es utilizada para curar más de treinta enfermedades diferentes y a pesar de que se consume en muchas partes del país, su aprovechamiento se concentra en los estados de Morelos y Guerrero; sin embargo, debido a que el descortezamiento que realizan los campesinos es muy intenso y, en muchas ocasiones, se destruye tejidos conductores como el floema y cambium vascular, es posible que este tipo de manejo afecte el desarrollo fisiológico del árbol, reduciendo o inhibiendo la capacidad de regeneración de la corteza que pudiera ser utilizada en un segundo aprovechamiento (Soberanes y Boyás, 1991; Solares-Arenas, 1995). No existen registros sobre el uso tradicional de ésta especie en el estado de Jalisco ni estudios a nivel poblacional; sin embargo, en campo se puede observar que el cuachalalate forma parte importante de éste tipo de vegetación. Romero Duque *et al.* (2007) reportaron que el cuachalalate tiene un valor de importancia alto (69%) dentro de la selva baja caducifolia. En virtud de lo anterior, el presente trabajo pretende evaluar las condiciones adecuadas para el crecimiento de esta especie y que en un futuro pueda ser considerada como especie para la reforestación.

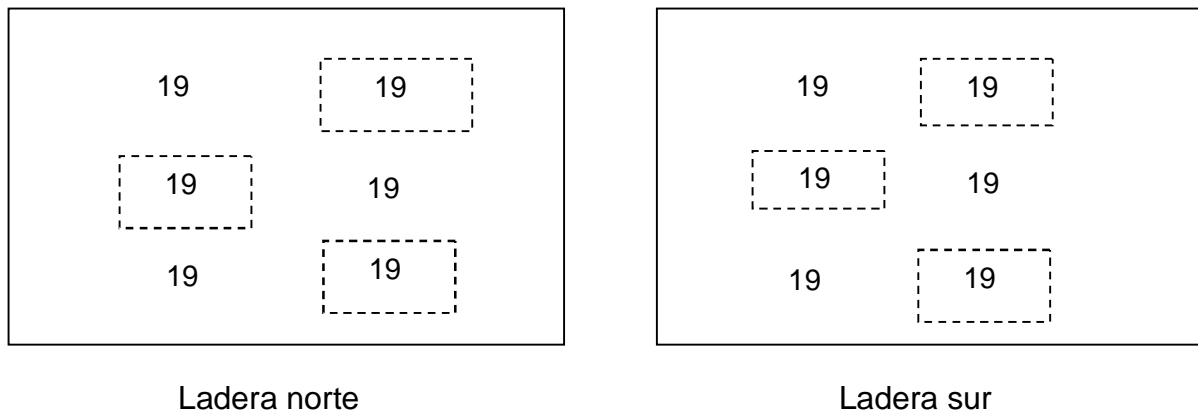


**Fig. 5** Mapa de distribución de las especies de *Amphipterygium* en México (Cuevas, 2005).

### III.3 Diseño experimental

Para la obtención de las plántulas de *A. adstringens* que fueron utilizadas en el estudio, se colectaron semillas de árboles de cuachalalate localizados dentro de la estación de biología en la época de lluvias del año anterior al experimento (octubre, 2010), época de fructificación de *A. adstringens* (Cuevas, 2005). A finales de la época seca (mayo, 2011), se sembraron las semillas en 230 bolsas de plástico negras de 22x22 cm con suelo obtenido de la selva. Se colocaron tres semillas por bolsa para así asegurar la germinación de alguna de ellas. A las semillas no se les aplicó algún tratamiento químico; sin embargo, sólo se les cortó el ala para facilitar un poco la germinación y se mantuvieron en un invernadero de la estación con luz natural.

A 4 meses de la germinación y ya en época de lluvias (sept, 2011) se obtuvieron 228 plántulas, las cuales se llevaron al campo. Las plántulas se dejaron en las bolsas para que al final del experimento fuera más fácil retirarlas y así no afectar la dinámica de la población. En cada ladera se colocaron seis grupos de 19 plántulas cada uno, en total 114 plántulas en cada ladera (Fig. 6). De estos seis grupos, a tres se les colocó malla ciclónica alrededor como protección contra depredadores grandes (1x1.5 m), de tal forma que 57 plántulas quedaran con protección y las otras 57 sin protección en ambos sitios (Fig. 7).



**Fig. 6** Ubicación de plántulas de *A. adstringens* en ambas laderas, 6 cuadros en cada ladera, cada uno con 19 plántulas de cuachalalate (---- malla ciclónica).



A lo largo de un año (septiembre, 2011-septiembre, 2012), se llevaron a cabo cuatro censos de las plántulas para contabilizar el número de plantas sobrevivientes en ambos sitios. Asimismo, se registró el crecimiento al medir la altura de las plántulas y el grosor de la base del tallo. La primera medida se realizó 4 meses después de germinar las semillas (8 de septiembre de 2011), la segunda medida se realizó a los 5 meses (24 de octubre de 2011), la tercera medida se realizó a los 8 meses (28 de enero de 2012) y la cuarta medida se realizó 16 meses después de la germinación (1 de septiembre de 2012).



**Fig. 7** Plántulas de *A. adstringens* rodeadas con malla ciclónica (izq.) y plántulas sin malla ciclónica (der.). Cada cuadro midió 1x1.5 m.

Para medir las condiciones ambientales en ambos sitios, se colocaron sensores de humedad y temperatura (marca HOBO) para tener registro de estas variables a lo largo del experimento. Los sensores fueron programados para capturar información cada hora. Para medir la incidencia de luz en cada cuadro de plántulas se tomaron fotografías hemisféricas de la apertura del dosel en dos ocasiones (septiembre de 2011 y agosto de 2012). Estas imágenes se tomaron bajo condiciones de cielo claro en el punto medio de cada cuadro con una cámara Canon Eos Rebel con lente Sigma Fisheye 180°, lo que nos permitió cuantificar la luz que llegaba al sotobosque (aprox. 10 m de distancia entre cada foto). Posteriormente, se utilizó un programa de cómputo (Gap Light Analyzer, versión 2.0) para obtener los porcentajes de apertura del dosel.

### III.4 Análisis de datos

En primer lugar se contabilizaron los individuos muertos durante el experimento, registrando las frecuencias observadas y calculando las esperadas para realizar una prueba de  $\chi^2$  y encontrar diferencias significativas. Posteriormente se realizó una prueba post-hoc de residuos estandarizados para ver bajo qué condiciones (tratamiento y ladera) estaban esas diferencias (Siegel y Castellan, 1995). Para observar si existían diferencias significativas en los valores de temperatura y humedad relativa entre laderas se realizaron pruebas de  $t$  comparando los datos de cada mes utilizando el programa Statistica 7. Para conocer el efecto que tuvieron las condiciones microclimáticas (temperatura y humedad) en el crecimiento de las plántulas se realizaron seis regresiones simples utilizando el programa Statistica 7, se obtuvo el promedio de la altura y del grosor de los datos registrados en las cuatro ocasiones en que fueron medidas: sept. 2011, oct. 2011, enero 2012 y sept. 2012. Como variables independientes se utilizaron los datos de temperatura mínima, media y máxima de cada mes, al igual que los datos de humedad relativa y como variables dependientes se utilizaron los valores promedio de altura y grosor.

El crecimiento fue evaluado en términos de la tasa relativa de crecimiento tanto de la altura como del grosor (TRCA y TRCG), respectivamente tomando en cuenta las cuatro medidas que se tenían. Después, se registró el tipo de distribución de los datos y, en caso de no ser normal, se procedió a transformar los datos de TRCA y TRCG utilizando  $\log_{10}$  para poder realizar las pruebas estadísticas (Zar, 1996). Con los datos obtenidos, se realizó un ANOVA factorial utilizando el programa Statistica 7 para verificar el efecto que tuvo la malla ciclónica en el crecimiento de las plántulas en ambas laderas, tanto en altura como en grosor.

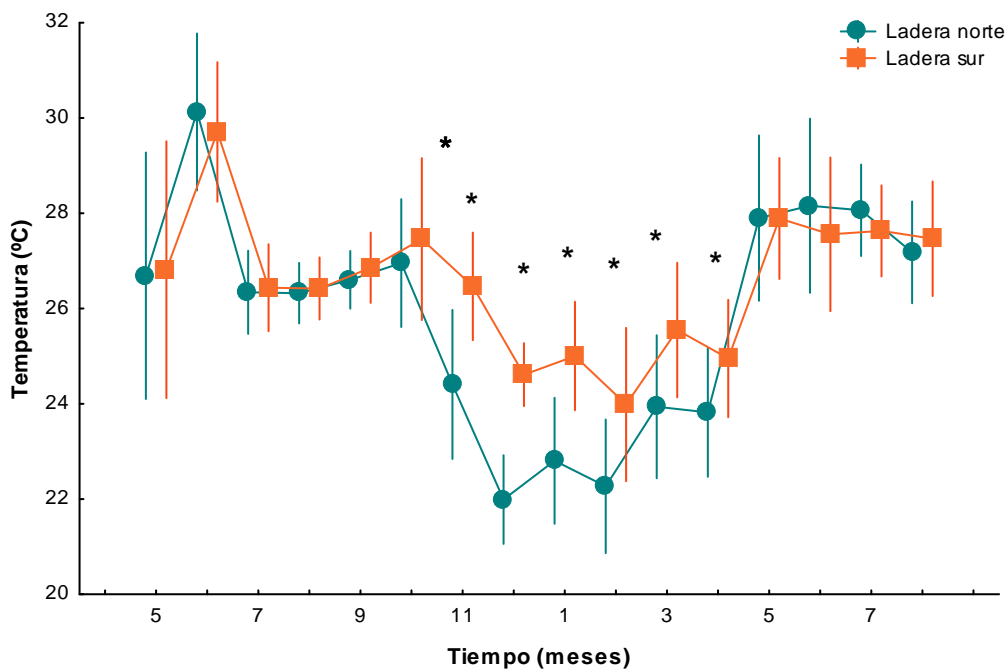
Finalmente, para conocer si la cantidad de luz que llegaba al sotobosque influía en el crecimiento de las plántulas se analizaron las fotografías hemisféricas tomadas utilizando el programa Gap Light Analyzer (GLA) versión 2.0, software que extrae datos de la estructura del dosel y los índices de transmisión de luz de

fotografías con lentes ojo de pescado (Frazer *et al.*, 1999). A partir de este análisis se obtuvo el porcentaje de apertura del dosel, dato que nos indica la cantidad relativa de cielo abierto o visible desde un punto en el sotobosque y que nos da una idea de la cantidad de luz que incidía sobre las plántulas. Por tratarse de un porcentaje, se le aplicó la transformación del arco-seno  $\sqrt{(\%/100)}$  (Zar, 1996) y, posteriormente, se probó la normalidad. Con estos datos se realizó una ANOVA de 2 vías para ver si existían diferencias entre la apertura del dosel de las dos fechas (sept. 2011 y agosto 2012) y la ladera, además de una prueba de Tukey. También se realizaron regresiones lineales con los promedios obtenidos anteriormente del crecimiento para ver si existía una correlación entre la apertura del dosel y el crecimiento. Como variables independientes se utilizaron los datos de apertura del dosel de ambas fechas y como variables dependientes se utilizaron los valores promedio de altura y grosor.

## IV. RESULTADOS

### IV.1 Condiciones microclimáticas

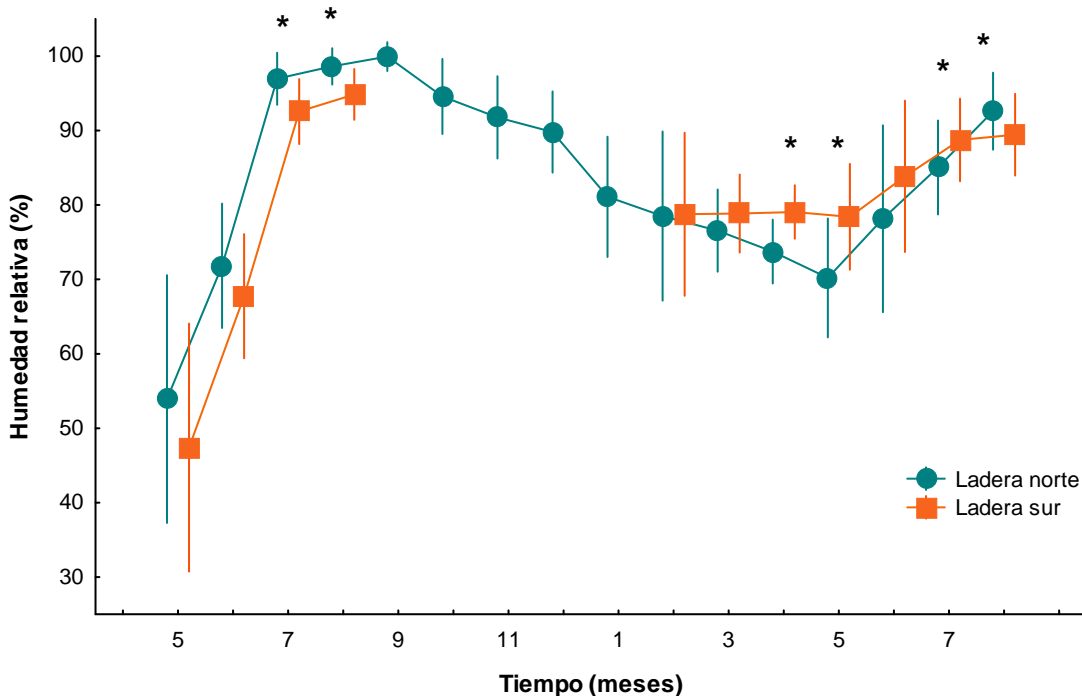
La temperatura casi siempre fue mayor en la ladera Sur (Anexo 1, Tablas A1); además, se encontraron diferencias significativas en la temperatura entre ambas laderas en la mayoría de los meses pertenecientes a la época seca (octubre-abril; Fig. 1).



**Figura 1.** Temperatura mensual ( $^{\circ}\text{C} \pm \text{d.e.}$ ) en ambas laderas (05/2011 a 08/2012). Se muestran con asterisco los meses donde hubo diferencias significativas entre laderas.  $N=28-31$  (prueba de  $t$  pareada).

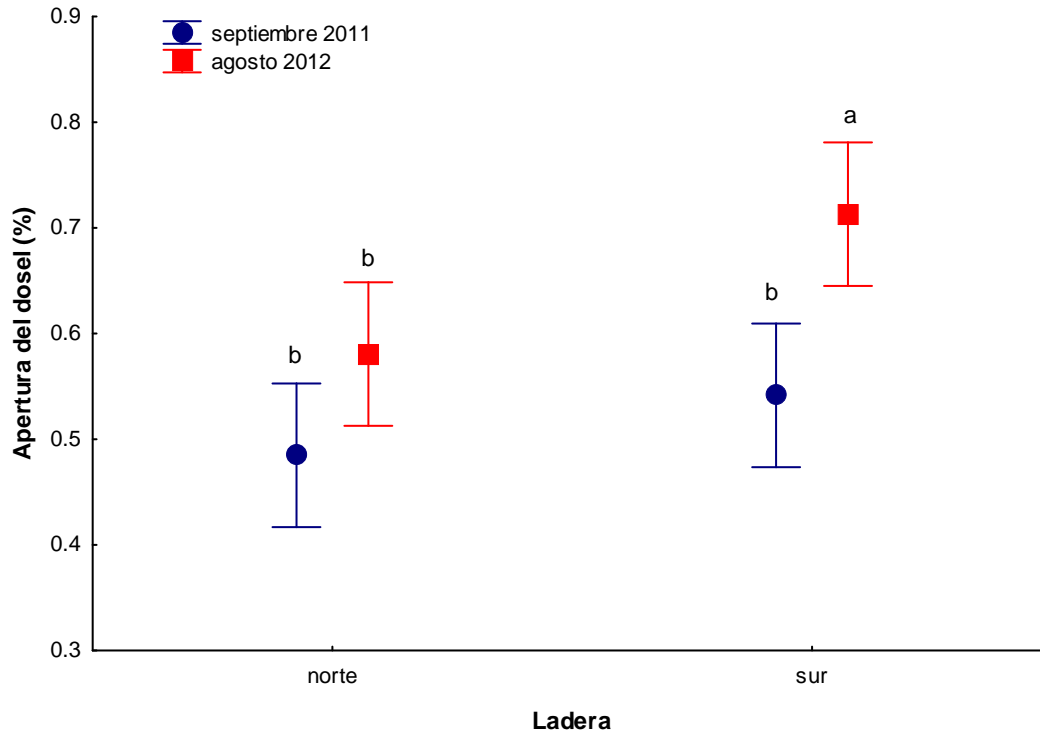
En cuanto a la humedad relativa, a pesar de no tener datos de cinco meses en la ladera sur, ésta es inversamente proporcional a la temperatura, cuando en la ladera sur hay mayor temperatura, existe una menor humedad y viceversa. (Anexo 1, Tabla A2). Se encontraron diferencias significativas en la humedad en dos

meses de la época seca (abril y mayo) y cuatro meses de la época de lluvias (julio y agosto 2011 y agosto 2012; Fig. 2).



**Figura 2.** Humedad relativa (% ± d.e.) mensual en ambas laderas (05/2011 a 08/2012). Se muestran con asterisco los meses donde hubo diferencias significativas entre laderas. (prueba de *t* pareada). *N*= 28-31.

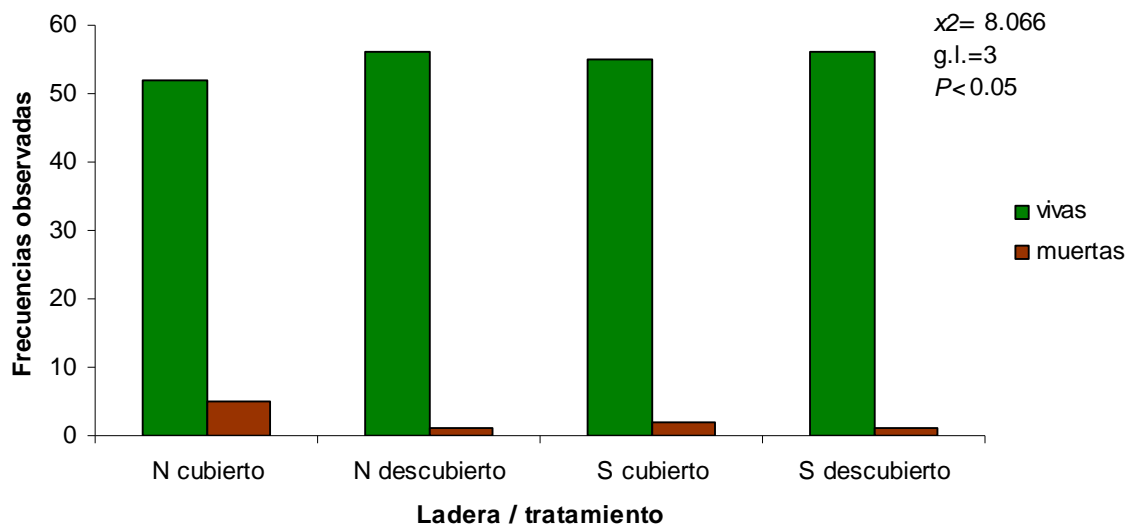
Hubo un efecto significativo de la ladera ( $F_{1,20}=8.42$ ,  $P=0.009$ ) y de la fecha ( $F_{1,20}=16.82$ ,  $P=0.001$ ), pero no de la interacción ladera x fecha ( $F_{1,20}=1.35$ ,  $P=0.259$ ) sobre la apertura del dosel. Esta variable tuvo valores significativamente más altos en la ladera sur que en la norte y la apertura tendió a aumentar después de un año de observaciones (Anexo 1, Tabla A3; Figura 3).



**Figura 3.** Apertura del dosel (%  $\pm$  e.e.) en ambas laderas en dos fechas distintas (septiembre de 2011 y agosto de 2012). Letras diferentes indican diferencias significativas con  $P < 0.05$  (prueba de Tukey).  $N=24$ .

## IV.2 Supervivencia de plántulas

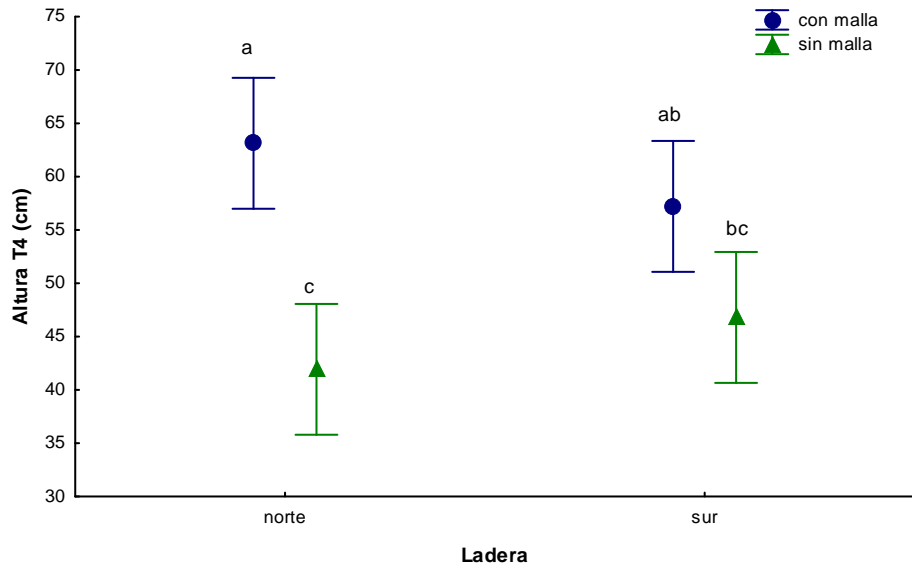
De las 228 plántulas que fueron colocadas en ambas laderas, solamente murieron nueve durante el experimento (seis en la ladera norte y tres en la ladera sur). La supervivencia dependió significativamente de los tratamientos (ladera y uso de malla) ( $\chi^2_{(3)} = 8.066$ ,  $P < 0.05$ ); sin embargo, al realizar la prueba post-hoc de residuos estandarizados no se detectaron las casillas en las que las frecuencias observadas y esperadas diferían.



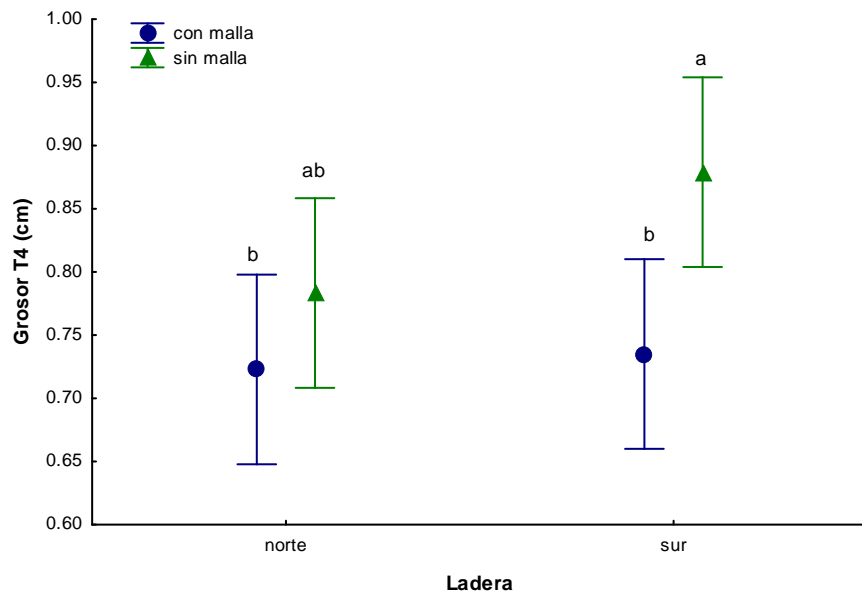
**Figura 4.** Frecuencias observadas de semillas vivas y muertas de *A. adstringens* en cuatro condiciones: ladera norte y plántulas cubiertas (N cubiertas), ladera norte y plántulas descubiertas (N descubierta), ladera sur y plántulas cubiertas (S cubierto), y ladera sur y plántulas descubiertas (S descubierta).  $N= 228$ .

### IV.3 Crecimiento de plántulas

Las plántulas que se encontraban cubiertas con malla ciclónica alcanzaron una mayor altura durante todo el experimento; sin embargo, sólo se observó un crecimiento considerable en la última medición (agosto, 2012). Hubo un efecto significativo del tratamiento (malla ciclónica;  $F_{1,224} = 25.8$ ,  $P = 0.001$ ), pero no de la ladera ( $F_{1,224} = 0.03$ ,  $P = 0.866$ ) ni de la interacción ladera  $\times$  tratamiento ( $F_{1,224} = 3$ ,  $P = 0.085$ ) sobre el crecimiento en altura. Asimismo, hubo un efecto significativo del tratamiento ( $F_{1,224} = 7.20$ ,  $P = 0.008$ ), pero no de la ladera ( $F_{1,224} = 2.007$ ,  $P = 0.158$ ) ni de la interacción ladera  $\times$  tratamiento ( $F_{1,224} = 1.197$ ,  $P = 0.275$ ) sobre el crecimiento en grosor. Las plántulas de la ladera sur y que estaban descubiertas fueron las que alcanzaron mayor grosor (Figs. 4 y 5; Anexo 2, Tablas B1 y B2).



**Figura 5.** Crecimiento en altura (cm  $\pm$  e.e.) de las plántulas según el tratamiento aplicado (cubiertos con malla ciclónica o sin cubierta) durante la última medición (T4= agosto 2012). Letras diferentes indican diferencias significativas con  $P < 0.05$  (prueba de Tukey).  $N=228$ .



**Figura 6.** Crecimiento en grosor del tallo (cm  $\pm$  e.e.) de las plántulas según el tratamiento aplicado (cubiertos con malla ciclónica o sin cubierta) durante la última medición (T4= agosto 2012). Letras diferentes indican diferencias significativas con  $P < 0.05$  (prueba de Tukey).  $N=228$ .



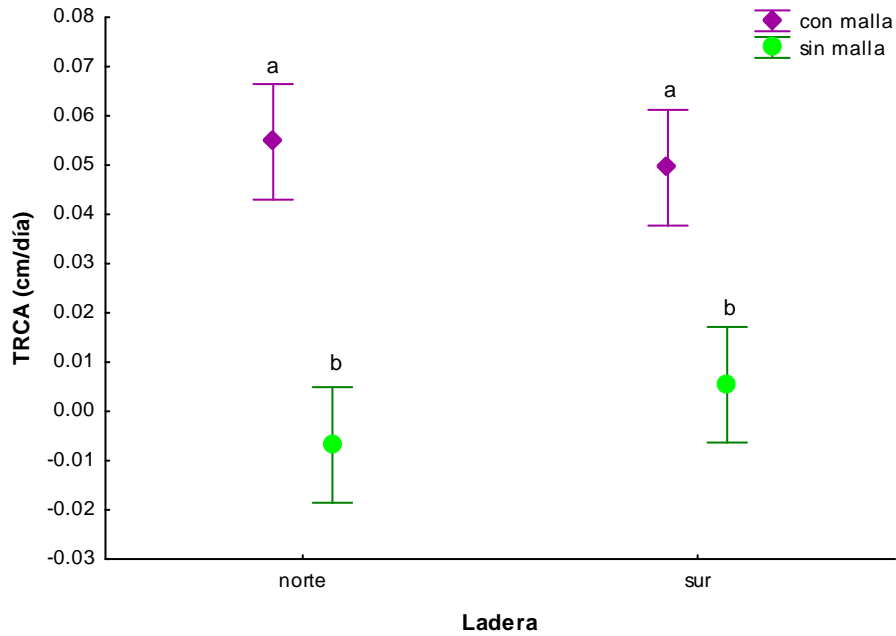
Por otro lado, las plántulas que se encontraban cubiertas con malla, tuvieron una mayor tasa relativa de crecimiento en altura en ambas laderas (0.05 y 0.08 cm/día) y las plántulas de la ladera sur y descubiertas fueron las que tuvieron una tasa de crecimiento en grosor más alta (0.0007 cm/día).

**Tabla 1.** TRCA y TRCG (cm/día  $\pm$  d.e) de las plántulas de *A. adstringens* a lo largo del experimento y según el tratamiento aplicado: cubierto con malla o descubierto.  $N=228$

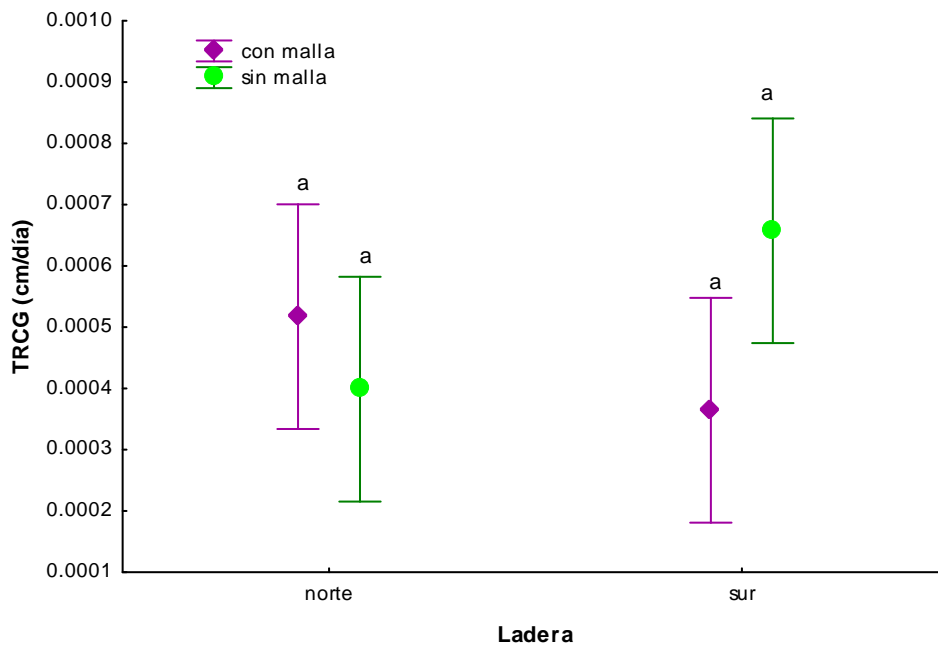
Rasgo	Ladera norte		Ladera sur	
	Cubierto	Descubierto	Cubierto	Descubierto
TRCA	0.05 $\pm$ 0.06	-0.01 $\pm$ 0.02	0.08 $\pm$ 0.05	0.01 $\pm$ 0.04
TRCG	0.0005 $\pm$ 0.0008	0.0004 $\pm$ 0.0005	0.0005 $\pm$ 0.0008	0.0007 $\pm$ 0.0005

#### IV.4 Relación entre el tratamiento y el crecimiento

Hubo un efecto significativo del tratamiento (cubierta de malla ciclónica) ( $F_{1,224}=78.53$ ,  $P=0.001$ ), pero no en la ladera ( $F_{1,224}=0.34$ ,  $P=0.558$ ) ni en la interacción ladera  $\times$  tratamiento ( $F_{1,224}=2.15$ ,  $P=0.144$ ) sobre la TRCA de las plántulas. Se encontraron valores significativamente más altos en la TRCA en las plántulas que estuvieron cubiertas con malla que aquellas sin malla en ambas laderas (Fig. 7). Por otro lado no se encontró un efecto significativo del tratamiento (cubierta de malla ciclónica) ( $F_{1,224}=0.879$ ,  $P=0.350$ ), ni de la ladera ( $F_{1,224}=0.323$ ,  $P=0.570$ ), pero sí de la interacción ladera  $\times$  el tratamiento ( $F_{1,224}=4.84$ ,  $P=0.028$ ) sobre la TRCG. La TRCG tuvo valores significativamente más altos en las plántulas cubiertas de la ladera norte y en las plántulas que estaban descubiertas en la ladera sur (Fig.8).



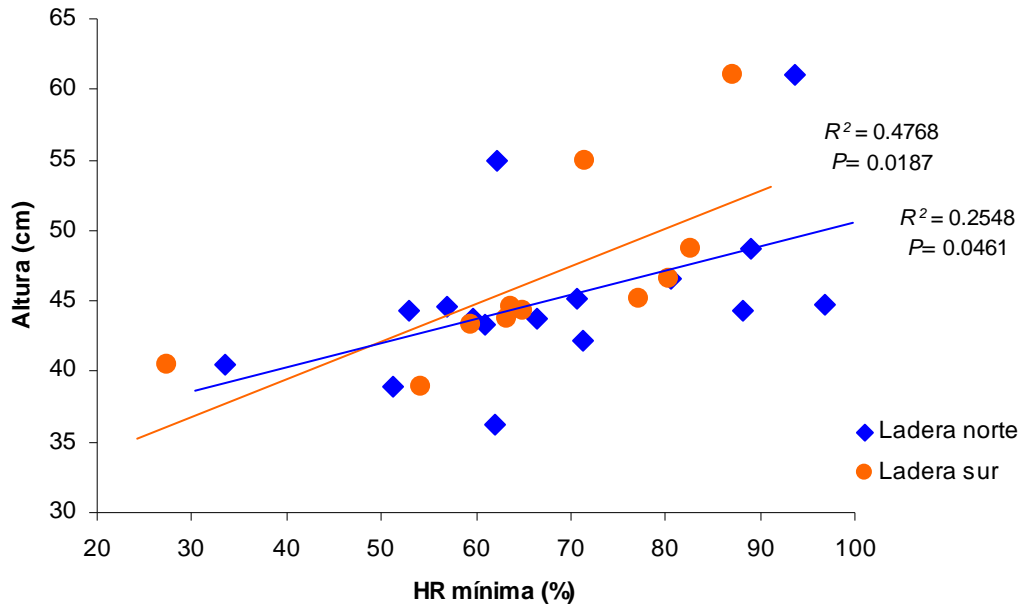
**Figura 7.** TRCA (cm/día  $\pm$  e.e.) de las plántulas en ambas laderas y con diferente tratamiento (con malla o si malla). Letras diferentes indican diferencias significativas con  $P < 0.05$  (prueba de Tukey).  $N=228$ .



**Figura 8.** TRCG (cm/día  $\pm$  e.e.) de las plántulas en ambas laderas y con diferente tratamiento (con malla o si malla). Letras diferentes indican diferencias significativas con  $P < 0.05$  (prueba de Tukey).  $N=228$ .

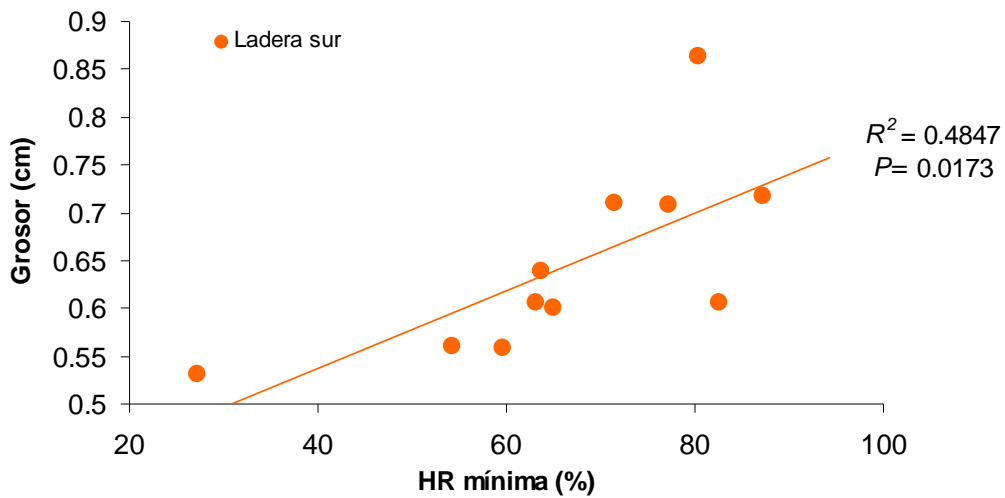
#### IV.5 Relación entre variables microclimáticas y crecimiento (altura y grosor)

Respecto a la temperatura, ésta no tuvo una relación significativa con la altura. En cambio, se observó una relación significativa ( $P=0.046$  y  $P=0.019$ ) entre la altura y la humedad relativa mínima en ambas laderas ( $r=0.504$  y  $r=0.690$ ), cabe destacar que la correlación fue más fuerte en la ladera sur (Fig. 9).

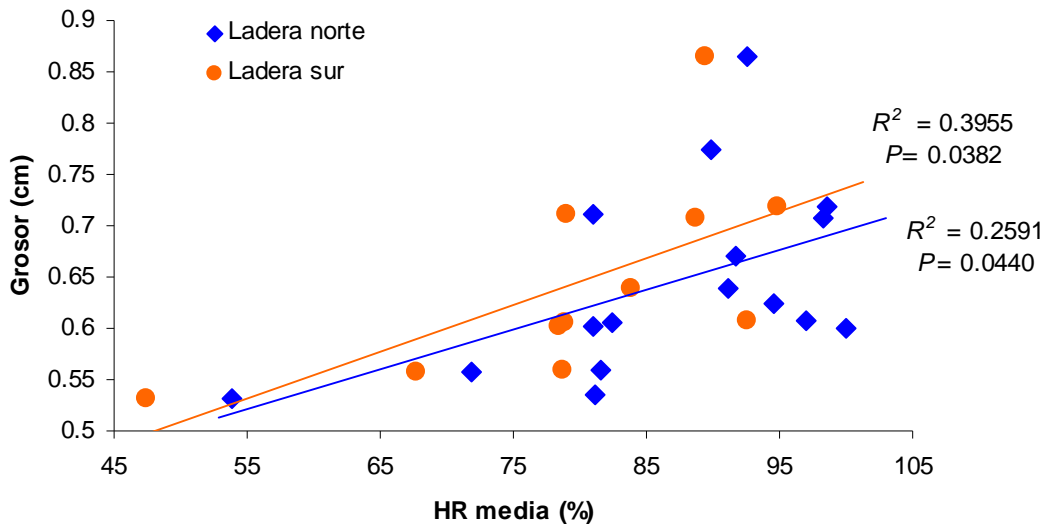


**Figura 9.** Relación entre la humedad relativa mínima y la altura en ambas laderas.  $N=27$ .

Respecto al grosor de las plántulas, se observó una tendencia similar a la altura. El grosor no tuvo una correlación significativa con la temperatura, pero si se observó una relación significativa ( $P=0.044$ ) con la humedad relativa media en la ladera norte ( $r=0.509$ ), y con la HR mínima y media en la ladera sur ( $r=0.696$ ,  $P=0.017$  y  $r=0.629$ ,  $P=0.038$ ; Figs. 10 y 11).



**Figura 10.** Relación entre la humedad relativa mínima y el grosor de las plántulas en la ladera sur.  $N=27$



**Figura 11.** Relación entre la humedad relativa media y el grosor de las plántulas en ambas laderas.  $N=27$ .

Respecto a la apertura del dosel, no se encontraron correlaciones significativas entre esta variable y el crecimiento de las plántulas tanto en altura como en grosor.

## V. DISCUSIÓN

*A. adstringens* es un componente importante de la SBC, ya que ha sido observado en diferentes áreas y a lo largo de la distribución de este tipo de vegetación (Cuevas, 2005; Romero-Duque *et al.*, 2007). En este trabajo se pudo ver que esta especie es común en el sitio de estudio, además, se comprobó que es una especie que resiste condiciones de mayor estrés, pues la mayor parte de las plántulas sobrevivieron al paso del huracán Jova en el periodo de finales de diciembre de 2011.

Por otra parte, *A. adstringens* también mostró un éxito en la germinación muy alto, pues de 230 semillas sembradas inicialmente, germinaron 228; equivalentes a un 99.1%. Asimismo, hubo una alta tasa de supervivencia en las plántulas, al reconocerse que solamente nueve plántulas murieron durante el experimento. Esto nos muestra que el crecimiento en condiciones naturales es mejor y la mortalidad es mas baja que en condiciones de invernadero (I. Acosta, com. pers.).

Se pudo ver también que la altura y el grosor de las plántulas varió significativamente entre ambas laderas y entre tratamientos, mismas diferencias que concuerdan con las características observadas de los individuos adultos de *A. adstringens* ya presentes en el sitio de estudio antes del experimento y que sirvieron de base para formularnos este trabajo y tratar de encontrar una explicación a este fenómeno. Cabe mencionar que las plántulas que alcanzaron mayor altura se encontraban en la ladera norte y las que alcanzaron mayor *DAP* se encontraban en la ladera sur, lo que concuerda con la descripción de los individuos adultos encontrados en ambas laderas.

La cubierta de malla ciclónica que fue colocada con el fin de proteger a las plántulas contra los depredadores tuvo un efecto interesante pues las plántulas que se encontraban cubiertas crecieron más en altura pero tenían un *DAP* menor que las que estaban descubiertas, las cuales, al contrario, tenían menor altura pero un *DAP* mayor. Además, a pesar de que en otros estudios se ha propuesto

que la herbivoría es la fuente más importante de la mortalidad en plántulas (Dalling y Hubbell, 2002), no se observó ningún rastro de herbivoría en las plántulas descubiertas, sin embargo, se observó un efecto significativo de la altura entre ambos tratamientos.

Durante la época seca, las hojas de árboles adultos que rodeaban a los tratamientos cayeron sobre la cubierta de malla reduciendo el paso de luz solar, por lo que podría inferirse que, para alcanzar un nivel óptimo de luz solar, las plántulas cubiertas crecieron más en altura; en cambio, las plántulas que se encontraban descubiertas, al recibir mayor cantidad de radiación, invierten más recursos en la formación de ramas y hojas que en el crecimiento. Estudios en plantas silvestres (Sullivan y Deng, 2003) han revelado que la sombra provoca que se eleve la proporción de un tipo de fitocromo (pigmento que regula morfogénesis en plantas) que provoca un rápido incremento de la tasa de elongación de los entrenudos y una reducción en el número de brotes laterales como se observa en las plántulas cubiertas con malla ciclónica.

Por otro lado, las plántulas descubiertas, al recibir más luz, invierten más recursos en la producción de ramas y hojas. Ramos-Vázquez y Zendejas-López (2006) encontraron que *A. adstringens* presenta mayor fotosíntesis conforme la luz aumenta, alcanzando su valor máximo aproximadamente a  $600 \mu\text{mol}^2\text{s}^{-1}$ , lo cual concuerda con diferentes especies de árboles y plantas que han sido medidos en diferentes estudios (Jones, 1992 y Larcher, 1995).

Por otro lado, se ha visto que los cambios pequeños en las condiciones ambientales pueden afectar perceptiblemente el crecimiento y la supervivencia de plántulas (Montgomery y Chazdon, 2002); en cuanto a la altura sólo hubo una correlación significativa con la humedad relativa mínima en ambas laderas (norte:  $r_{12} = 0.505$ ,  $P = 0.046$ ; y sur:  $r_{12} = 0.691$ ,  $P = 0.019$ ), pero se observó una correlación más fuerte en la ladera sur, probablemente porque la ladera sur, al recibir más luz solar, es más seca, por lo tanto el crecimiento se pudo ver limitado por la humedad. En cuanto al grosor sólo hubo una correlación con la humedad relativa media en la ladera norte ( $r_{14} = 0.509$ ,  $P = 0.044$ ) lo que muestra que las plántulas no

se ven tan limitadas por un valor de humedad máximo o mínimo puesto que en la ladera norte incide menor cantidad de radiación solar. Con respecto a la temperatura, no se encontró una correlación significativa de ésta con el crecimiento ni en altura ni en grosor. Sin embargo, se observan diferencias tanto en las plántulas como en los individuos adultos en ambas laderas.

Se observó que hubo una mayor apertura del dosel en la segunda medición, esto debido a que en el lapso entre la primera toma de fotos y la segunda impactó en tierra el huracán Jova (2011) como huracán 2 en la zona de la estación con vientos de 160 km/h provocando la caída de muchos árboles y por lo tanto que hubiera una mayor apertura del dosel y mayor incidencia de luz en el sotobosque, aunque también ha habido observaciones en SBC de Oaxaca en las que a partir de septiembre los árboles comienzan a perder las hojas (M. Hernández, com. pers.), por lo que además del huracán, también pudo deberse a la estacionalidad. Se sabe que la estructura del dosel ejerce gran influencia en la temperatura, concentración de vapor y régimen de radiación en el medio ambiente de la planta; afecta los procesos de fotosíntesis, transpiración, alargamiento de células, crecimiento y competencia entre especies (Russell *et al.*, 1989); el dosel de los árboles puede reducir la disponibilidad de luz en el sotobosque al 22% de la luz disponible sobre el dosel (Montgomery y Chazdon, 2002); además, los claros del dosel al proporcionar condiciones de luz y altas temperaturas, actualmente desempeñan un papel importante en mantener la diversidad de árboles (Hubbell *et al.*, 1999; Scnitzer y Carson, 2001). En este estudio no se encontraron correlaciones significativas entre la apertura y el crecimiento aunque los resultados muestran que hubo una mayor apertura en la ladera sur, lo que se ve representado a simple vista en un menor número de individuos adultos de *A. adstringens*. Badano *et al.* (2005) y Holland y Steyn (1975) afirman que en las laderas norte-este tienen mayor disponibilidad de agua y temperaturas más bajas por lo que la vegetación puede resultar más densa y diversa que en aquellas orientadas al sur-oeste; esto se relaciona perfectamente con nuestros datos de inclinación de ambas laderas y el microclima, la ladera norte tuvo mayor grado de inclinación (30°) y por lo tanto recibe menor cantidad de luz durante el día

(registrando temperaturas menores y humedad relativa más alta), al contrario de la ladera sur, que tenía una inclinación de 18° (temperaturas mayores y humedad relativa baja).

Otros factores ambientales que faltaron medir en el estudio y que también tienen un valor de importancia en el establecimiento de las plántulas son, por un lado, las condiciones del suelo, pues se sabe que los suelos también influyen en la distribución de las plantas, aunque su efecto puede ser más sutil y restringido que el del clima (Migón, 2005) y, por otro lado, la competencia entre plántulas y árboles vecinos, pues cuando la disponibilidad de agua es escasa, ésta es consumida por los adultos vecinos (Casper y Jackson, 1997; Coomes y Grubb, 2000) y, a pesar de que en este experimento las plántulas estuvieron en bolsas todo el tiempo, es un factor que debe tomarse en cuenta en estudios donde las plántulas sean sembradas en el sitio pues puede ser una causa más de mortalidad. Además, hay evidencia de que la competencia es más intensa entre plántulas y adultos que entre plántulas, la sombra dada por árboles juveniles (Marquis *et al.*, 1986) y los adultos (Lewis y Tanner, 2000) reducen el crecimiento y la supervivencia de las plántulas, por lo que también debe tomarse en cuenta éste factor en estudios posteriores.

Aunque en este estudio las plántulas no fueron sembradas sino sólo colocadas en el sitio en la bolsa en la que fueron germinadas las semillas, es un factor que también debe ser considerado en estudios de este tipo pues después de dos años, las raíces de las plántulas crecieron muchísimo rompiendo las bolsas por la parte de abajo, lo que muestra también su buen desempeño en el sitio. Se decidió que las plántulas no fueran sembradas para que al final del experimento fuera más fácil retirarlas del sitio y no causar perturbaciones

De acuerdo con Vázquez-Yanes y Batis (2001), las especies de plantas utilizadas en la restauración idealmente deben ser de fácil propagación, resistentes a factores limitantes, como la baja fertilidad del suelo y a su nivel de compactación y salinidad, entre otros. Un crecimiento rápido de estas especies ayudaría a la producción rápida de materia orgánica y de hojarasca, aunque



deben evitarse aquellas que presenten tendencias a adquirir una propagación invasora. Además de que un gran problema en los programas de restauración es la escasez de información sobre el tipo de especies que puedan establecerse, lo que impide la selección de especies adecuadas para a restauración y la reforestación (Cervantes *et al.*, 1996). Los resultados de esta tesis aportan información relevante sobre *A. adstringens* y se espera que en un futuro pueda ser considerada como un elemento de importancia en la restauración de las SBC al presentar tasas altas de germinación y supervivencia incluso cuando no se aplicó ningún riego y también se tome en cuenta para programas de reforestación de las selvas bajas caducifolias.

Finalmente, los resultados obtenidos muestran que *A. adstringens* es capaz de crecer y sobrevivir bajo diferentes condiciones de estrés. Sin embargo, no permiten hacer una generalización del efecto del microclima sobre su crecimiento y supervivencia. Para probar nuestras hipótesis sugerimos realizar varias réplicas en sitios más alejados entre sí. Sin embargo, los resultados de este trabajo indican que a pesar de que las condiciones microclimáticas no variaron tanto entre laderas, se encontraron diferencias significativas en la morfología de las plántulas de *A. adstringens* de ambas laderas, mismas que coincidieron con los individuos adultos observados.

## VI. CONCLUSIONES

A pesar de no encontrar correlaciones significativas entre la temperatura o la apertura del dosel y el crecimiento, la correlación fue significativa con la humedad relativa y el crecimiento de las plántulas en ambas laderas. Además, se observaron diferencias en la morfología de las plántulas de cuachalalate en ambas laderas; mayor altura y menor *DAP* en la ladera norte y menor altura pero mayor *DAP* en la ladera sur, características que coincidieron con los individuos adultos observados en cada ladera; cabe mencionar también que hubo una mayor tasa relativa de crecimiento en la altura en las plántulas que se encontraban cubiertas en ambas laderas.

El grado de inclinación de la ladera también es una variable importante a considerar, pues influyó en la cantidad de luz que entraba al dosel (menos luz en la ladera norte que en la sur), lo que se vio reflejado en los datos de temperatura y humedad relativa obtenidos en ambas laderas (mayor temperatura y menor humedad en ladera sur y menor temperatura y mayor humedad en la ladera norte) y, por lo tanto, en las diferencias en la estructura de la vegetación.

*A. adstringens*, al tener un alto porcentaje de supervivencia y ser un árbol representativo de Selva Baja Caducifolia, puede considerarse en programas de restauración y reforestación en zonas perturbadas que anteriormente presentaron este tipo de vegetación; sin embargo, se recomienda su germinación en invernadero y ser sembradas en época de lluvias para asegurar el éxito en el establecimiento pues si la disponibilidad de agua es escasa, ésta puede ser consumida por los adultos cercanos.

Son indispensables estudios de este tipo en plantas que serán utilizadas en programas de reforestación para asegurar el éxito de estos programas, además de considerar únicamente plantas nativas al tipo de vegetación que presente el sitio perturbado; sin embargo, es necesario complementar los estudios con mediciones de otras variables que puedan influir en el establecimiento de las plántulas como análisis del suelo, precipitación, competencia, depredadores, entre otros.

Se espera que en un futuro cercano, este estudio sirva como base para proponer y apoyar programas eficientes de manejo de los recursos naturales, y para la protección y conservación de la selva baja caducifolia, importante ecosistema que se encuentra en muchas partes de nuestro país y sin embargo en constante disminución.

## REFERENCIAS

Auslander M., E. Nevo y M. Invar. 2003. The effects of slope orientation on plant growth, developmental instability and susceptibility to herbivores. *Journal of Arid Environments*, 55: 405-416.

Badano E.I., L.A. Caviares, M.A. Molina-Montenegro y C.L. Quiroz. 2005. Slope aspect influences plant patterns in the Mediterranean matorral of Central Chile. *Journal of Arid Environments*, 62: 93-108.

Boyás D. J. C. 1991. Regionalización ecológica del estado de Morelos. En: Medardo, T.U. (editor). Primeras Jornadas de Investigación en el Estado de Morelos. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos. 318 pp.

Boyás D. J. C, F. Solares A, J.M. Javelly, M.M. Linares y M.A. Cervantes. 1988. Diagnóstico Forestal del Estado de Morelos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-SARH. Zacatepec, Morelos. Informe Técnico. 333 pp.

Casper, B.B. y R.B. Jackson. 1997. Plant competition underground. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 28: 545-570.

Ceballos, G. y A. García. 1995. Conserving neotropical biodiversity: The role of dry forest in western México. *Conservation Biology*, 9: 1349-1356.

Ceccon, E., P. Huante y E. Rincón. 2006. Abiotic factors influencing tropical dry forests regeneration. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 49: 305-312.

Cervantes, V. 1996. La reforestación en la Montaña de Guerrero: una alternativa con leguminosas nativas. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 127 pp.

Coley, P. D. y J. A. Barone. 1996. Herbivory and plant defenses in tropical forests. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 27: 305-335

Coomes, D.A. y P.J. Grubb. 2000. Impacts of root competition in forests and woodlands: A theoretical framework and review of experiments. *Ecological Monographs*, 70: 171-207.

Cuevas, F. X. 2005. A revision of the genus *Amphipterygium* (Julianiaceae). *Boletín del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara*, 13: 27–47.

Del Castillo, R. F. 2000. Composición y estructura de una nopalera bajo situaciones contrastantes de exposición de ladera y herbivoría. *Boletín de la Sociedad Botánica*, 65: 5-22.

Dalling, J.W. y S.P. Hubbell. 2002. Seed size, growth rate and gap microsite conditions as determinants of recruitment success for pioneer species. *Journal of Ecology*, 90: 714-727.

Dirzo, R. 1984. Insect-plant interactions: Some ecophysiological consequences of herbivory. En: E. Medina, H.A Mooney y C. Vázquez-Yanes (Eds.). *The Physiological Ecology of Plants of the Wet Tropics*. W. Junk. La Haya. Pp. 209-225.

Dirzo, R. 1987. Estudios sobre interacciones planta-herbívoro en Los Tuxtlas. *Biología Tropical*, 36: 119-132.

Dirzo R. y C. Domínguez. 2002. Interacciones planta herbívoro en la selva baja caducifolia de Chamela. En: Noguera, F. A., J. H. Vega-Rivera, A. N. Gracia-Aldrete y M. Quesada-Avedaño (Eds.). *Historia Natural de Chamela*. Instituto de Biología, UNAM. México. Pp. 517-523.

Duarte M. C., F. Rego e I. Moreira. 2005. Distribution patterns of plant communities on Santiago Island, Cape Verde. *Journal of Vegetation Science*, 16: 283-292.

EBCh, UNAM. 2013. En: <http://www.ibiologia.unam.mx/ebchamela/www/geningocha.html> Consultado el 07 de junio de 2013.

FEBCh, UNAM. 2014. En: <http://florachamela.weebly.com/aadstringens.html> Consultado el 25 de enero de 2014.

Filip V., R. Dirzo, J. M. Maass y J. Sarukán. 1995. Within and among variation in the levels of damage on the foliage of trees from a tropical deciduous forests in West Mexico. *Biotropica*, 27: 78-86.

Frazer, G.W., C.D. Canham y K.P. Lertzman. 1999. Gap Light Analyzer (GLA), Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, users manual and program documentation. Universidad Simon Fraser, Columbia Británica y el Instituto de Estudios Ecosistémicos, Nueva York.

Frazer, G.W., J.A. Trofymow y K.P. Lertzman. 2000. Canopy openness and leaf area index in chronosequences of coastal temperate rainforests. *Canadian Journal Forestal Restoration*. 30: 239-256.

Gallardo-Cruz, J.A., E.A. Pérez-García y J.A. Meave. 2009.  $\beta$ -Diversity and vegetation structure as influenced by slope aspect and altitude in a seasonally dry tropical landscape. *Landscape Ecology*, 24: 473–482.

García-Oliva, F., A. Camou y J. M. Maass. 2002. El clima de la región central de la costa del Pacífico mexicano. Págs: 3-10. En: Noguera, F. A., J. H. Vega-Rivera, A. N. García-Alderete y M. Quesada-Avenidaño (Editores). Historia Natural de Chamela. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

González-Hidalgo J.C., A. Bonet y M.T. Echeverría. 1996. Efecto de la orientación de la ladera sobre algunas comunidades arbustivas del semiárido central de la depresión del Ebro. *Mediterranea*. 15: 21-31.

Gurevich, J., S. Scheiner y G. Fox. 2002. The ecology of plants. Sinauer Associates Incorporated. Sunderland. 523 pp.

Holland, P.G. y D.G. Steyn. 1975. Vegetational responses to latitudinal variations in slope angle and aspect. *Journal of Biogeography*, 2: 179-183.

Hubbell, S.P., R.B. Foster, S.T. O'Brien, K.E. Harms, R. Condit, B. Wechsler, S.J. Wright y S. Loo de Lao. 1999. Light gap disturbances, recruitment limitation, and tree diversity in a Neotropical forest. *Science*, 283: 554-557.

Huntly, N. 1991. Herbivores and the dynamics of communities and ecosystems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 22: 477-503.

Jones, H. 1992. Plants and Microclimate. Cambridge University Press. Cambridge. 407 pp.

Krupnick, G.A. 2013. Conservation of tropical plant biodiversity: What have we done, where are we going? *Biotropica*, 45: 693-708

Lambers, H., F.S. Chapin III y T.L. Pons. 1998. Plant physiological ecology. Springer-Verlag. Nueva York. 540 pp.

Larcher, W. 2003. Physiological plant ecology. Springer-Verlag. Berlín. 513 pp.

Lewis, S.L. y E.V.J. Tanner. 2000. Effects of above and below ground competition on growth and survival of rain forest tree seedlings. *Ecology*, 81: 2525-2538.

Lott, E.J. 1993. Annotated checklist of the vascular flora of the Chamela Bay region, Jalisco, México. *Occasional Papers of the California Academy of Sciences*, 148: 60 pp.

Marquis, R.J., H.J. Young y H.E. Braker. 1986. The influence of sotobosque vegetation cover on germination and seedling establishment in a tropical lowland wet forest. *Biotropica*, 18: 273-278.

Marquis, R.J. 1992. The Selective impact of herbivores. En: *Plant Resistance to Herbivores and Pathogens*. R. Fritz y E. Simas (Eds.). Univ. Chicago Press. Chicago. Pp. 301-325

Martínez-Yrizar, A., J. M. Maass, J. M. Voseb y W. T. Swankb. 1995. Seasonal changes of leaf area index (LAI) in a tropical deciduous forest in west Mexico. *Forest Ecology and Management*, 74: 171-180.

Mazzola M.B., A.G. Kin, E.F. Morici, F.J. Babinec y G. Tamborini. 2008. Efecto del gradiente altitudinal sobre la vegetación de las sierras Lihue Calel (La Pama, Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 43: 103-119.



Miles, L., A.C. Newton, R. S. DeFries, C. Ravilious, I. S. MayBlyth, V. Kapos y J. E. Gordon. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography*, 33: 491-505.

Migón, P., A. Goudie, R. Allison y N. Rosser. 2005. The origin and evolution of footslope ramps in the sandstone desert environment of South-West Jourdan. *Journal of Arid Environments*, 60: 303-320.

Montgomery, R. A., y R. L. Cazdon. 2002. Light gradient partitioning by tropical tree seedlings in the absence of canopy gaps. *Oecologia*, 131: 165-174.

Morrow P. A. y V. C. Lamarche. 1978. Tree ring evidence for chronic insect suppression of productivity in subalpine *eucalyptus*. *Science*, 201: 1244-1246.

Muller-Landau, H.C., R.B. Foster, S. J. Wright, O. Calderon y S. Hubbell. 2002. Assessing recruitment limitation: Concepts, methods and case-studies from a tropical forest. En: Levey D. J., W.R. Silva y M. Galletti (Editores). Seed dispersal and frugivory: Ecology, evolution and conservation. CABI International. Wallingford.

Nevo E. 2001. Evolution of genome–phenome diversity under environmental stress. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98: 6233-6240.

Pennington, T. y J. Sarukhán. 2005. Árboles tropicales de México: Manual para la identificación de las principales especies. Fondo de Cultura Económica y Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 523 pp.

Quesada, M., G. A. Sánchez-Azofeifa, M. Alvarez-Añorve, K. E. Stoner, L. Ávila-Cabadilla, J. Calvo-Alvarado, A. Castillo, M. M. Espírito-Santo, M. Fagundes, G. W. Fernández, J. Gamon, M. Lopezraiza-Mikel, D. Lawrence, M.L.P. Cerdeira, J.

S. Powers, F. de S. Veves, V. Rosas-Guerrero, R. Sayazo y G. Sanchez-Montoya. 2009. Sucesión and management of tropical dry forests in the Ameritas: Review and new perspectives. *Forest Ecology and Management*, 258: 1014-1024.

Ramos Vázquez, A. y P. Zendejas López. 2006. Efecto de la luz y de la temperatura en la fotosíntesis de *Amphipterygium adstringens*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

Rykiel J., E. 1985. Towards a definition of ecological disturbance. *Australian Journal of Ecology*, 10: 361-365.

Rincón, E., M. Álvarez, G. González, P. Huante y A. Hernández. 1999. Restauración de selvas bajas caducifolias en México. *Gaceta Ecológica* (Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP), 53: 62-71.

Romero Duque, L.P., V. Jaramillo y A. Pérez-Jiménez. 2007. Structure and diversity of secondary tropical dry forests in Mexico, differing in their prior land-use history. *Forest Ecology and Management*, 253: 38-47.

Russell, G., P.G. Jarvis, J.L. Monteith. 1989. Absorption of radiation by canopies and stand growth. Págs. 21-39. En: Russell G., B. Marshal y P.G. Jarvis (Editores). *Plant Canopies: Their growth, form and function*. Cambridge University Press. Cambridge.

Schnitzer, S.A. y W.P. Carson. 2001. Treefall gaps and the maintenance of species diversity in a tropical forest. *Ecology*, 82: 913-919.

Siegel, S. y N. J. Castellan. 1995. Estadística no paramétrica. Trillas. México. 437 pp.

SIR, Ficha técnica del Cuachalalate. 2011. En: <<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/884Amphipterygium%20adstringens.pdf>> Consultado el 10 de noviembre de 2013.

Soberanes, C., N.E. y J.C. Boyás D. 1991. Distribución, abundancia, condiciones ecológicas y etnobotánicas del cuachalalate *Amphipterygium adstringens Schiede ex Schlecht*, en el Estado de Morelos. Tesis profesional de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Mor. 72 pp.

Solares-Arenas, F. 1995. Capacidad de regeneración de la corteza y evaluación fitoquímica antes y después del descortezamiento en cuachalalate. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. 97 pp.

Solares Arenas, F., J. Jasso Mata, J. Vargas Hernández, M. Soto Hernández y C. Rodríguez Franco. 2006. Capacidad de regeneración en grosor y lateral en corteza de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens Schiede ex Schlect.*) en el estado de Morelos. *Ra Ximhai, Universidad Autónoma Indígena de México Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa*, 2: 481-495.

Solís, E., 1993. Características fisicoquímicas de un suelo en un ecosistema tropical estacional. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 90 pp.

Stoner, K. E., G. A. Sánchez-Azofeifa. 2009. Ecology and regeneration of tropical dry forests in the Americas: Implications for management. *Forest Ecology and Management*, 258: 903-906.

Sullivan, J.A. y X.W. Deng. 2003. From seed to seed: The role of photoreceptors in *Arabidopsis* development. *Development Biology*, 260: 289-297.

Trejo, I. 1998. Distribución y diversidad de selvas bajas de México: relaciones con el clima y el suelo. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 210 pp.

Trejo, I. 1999. El clima de la selva baja caducifolia en México. *Investigaciones Geográficas México*, 39: 40-52.

Trejo, I. y R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local análisis in México. *Biological Conservation*, 94: 133-142

Trejo, I. y C. Bonfil. 2010. Plant propagation and the ecological restoration of Mexican tropical deciduous forests. *Ecological Restoration*, 28: 369-376

Yanes, C. V. y A. I. Batis Muños. 2001. Árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 311 pp.

Zar, J. H. 1996. Biostatistical analysis. Prentice Hall. New Jersey. 944 pp.

## ANEXO 1

### Temperatura y humedad relativa

Tabla A1. Temperatura promedio mensual ( $^{\circ}\text{C} \pm \text{d.e.}$ ) registrada durante todo el experimento (mayo 2011-agosto 2012) en ambas laderas. Se anota el valor de  $t$  y de  $P$  para ver diferencias entre las laderas. Los valores con asterisco indican que hubo diferencias significativas entre laderas (prueba de  $t$  pareada).

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>Ladera Norte</b>	<b>Ladera Sur</b>	<b>Valor de <math>t</math></b>	<b>Valor de <math>P</math></b>
2011	mayo	26.7 $\pm$ 2.8	26.8 $\pm$ 2.8	-0.1	0.902
2011	junio	30.1 $\pm$ 1.8	29.7 $\pm$ 1.5	0.9	0.326
2011	julio	26.3 $\pm$ 0.9	26.4 $\pm$ 1.0	-0.4	0.687
2011	agosto	26.3 $\pm$ 0.7	26.4 $\pm$ 0.7	-0.6	0.570
2011	septiembre	26.6 $\pm$ 0.6	26.9 $\pm$ 0.8	-1.4	0.223
<b>2011</b>	<b>octubre</b>	<b>27.0 <math>\pm</math> 1.4</b>	<b>27.5 <math>\pm</math> 1.8</b>	<b>-1.2</b>	<b>0.001 *</b>
<b>2011</b>	<b>noviembre</b>	<b>24.4 <math>\pm</math> 1.6</b>	<b>26.5 <math>\pm</math> 1.2</b>	<b>-5.5</b>	<b>0.001 *</b>
<b>2011</b>	<b>diciembre</b>	<b>22.0 <math>\pm</math> 1.0</b>	<b>24.6 <math>\pm</math> 0.7</b>	<b>-12.1</b>	<b>0.001 *</b>
<b>2012</b>	<b>enero</b>	<b>22.8 <math>\pm</math> 1.4</b>	<b>25.0 <math>\pm</math> 1.2</b>	<b>-6.7</b>	<b>0.001 *</b>
<b>2012</b>	<b>febrero</b>	<b>21.8 <math>\pm</math> 1.5</b>	<b>24.0 <math>\pm</math> 1.7</b>	<b>-4.1</b>	<b>0.001 *</b>
<b>2012</b>	<b>marzo</b>	<b>23.3 <math>\pm</math> 1.6</b>	<b>25.5 <math>\pm</math> 1.5</b>	<b>-4.1</b>	<b>0.001 *</b>
<b>2012</b>	<b>abril</b>	<b>23.0 <math>\pm</math> 1.4</b>	<b>25.0 <math>\pm</math> 1.3</b>	<b>-3.2</b>	<b>0.002 *</b>
2012	mayo	27.0 $\pm$ 1.8	27.9 $\pm$ 1.3	0.2	0.983
2012	junio	27.4 $\pm$ 1.9	27.6 $\pm$ 1.7	1.3	0.204
2012	julio	27.5 $\pm$ 1.0	27.6 $\pm$ 1.0	1.7	0.096
2012	agosto	27.2 $\pm$ 1.1	27.5 $\pm$ 1.3	-0.9	0.351
<b>Promedio <math>\pm</math> d.e.</b>		<b>25.6 <math>\pm</math> 2.4</b>	<b>26.6 <math>\pm</math> 1.5</b>		

Tabla A2. Humedad relativa promedio mensual (%  $\pm$  d.e) registrada durante todo el experimento (mayo 2011-agosto 2012) en ambas laderas. Se anota el valor de  $t$  y de  $P$  para ver diferencias entre las laderas. Los valores con asterisco indican que hubo diferencias significativas entre laderas (prueba de  $t$  pareada).

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>Ladera Norte</b>	<b>Ladera Sur</b>	<b>Valor de <math>t</math></b>	<b>Valor de <math>P</math></b>
2011	mayo	53.9 $\pm$ 17.5	47.4 $\pm$ 17.5	1.0	0.317
2011	junio	71.8 $\pm$ 8.8	67.7 $\pm$ 8.8	1.8	0.076
<b>2011</b>	<b>julio</b>	<b>97 <math>\pm</math> 3.7</b>	<b>92.6 <math>\pm</math> 4.6</b>	<b>4.2</b>	<b>0.001 *</b>
<b>2011</b>	<b>agosto</b>	<b>98.6 <math>\pm</math> 2.6</b>	<b>94.9 <math>\pm</math> 3.6</b>	<b>4.8</b>	<b>0.001 *</b>
2011	septiembre	99.9 $\pm$ 2.0	SV	-	-
2011	octubre	94.6 $\pm$ 5.3	SV	-	-
2011	noviembre	91.8 $\pm$ 5.8	SV	-	-
2011	diciembre	89.8 $\pm$ 5.7	SV	-	-
2012	enero	81.1 $\pm$ 8.5	SV	-	-
2012	febrero	81.6 $\pm$ 11.9	78.8 $\pm$ 11.5	-0.1	0.937
2012	marzo	82.4 $\pm$ 5.8	78.9 $\pm$ 5.5	-1.6	0.115
<b>2012</b>	<b>abril</b>	<b>81.0 <math>\pm</math> 4.5</b>	<b>79.1 <math>\pm</math> 3.8</b>	<b>-4.9</b>	<b>0.007 *</b>
<b>2012</b>	<b>mayo</b>	<b>80.9 <math>\pm</math> 8.4</b>	<b>78.4 <math>\pm</math> 7.5</b>	<b>-4.1</b>	<b>0.001 *</b>
2012	junio	91.2 $\pm$ 13.2	83.8 $\pm$ 10.7	-1.8	0.071
<b>2012</b>	<b>julio</b>	<b>98.2 <math>\pm</math> 6.7</b>	<b>88.7 <math>\pm</math> 5.9</b>	<b>-2.3</b>	<b>0.023 *</b>
<b>2012</b>	<b>agosto</b>	<b>92.6 <math>\pm</math> 5.4</b>	<b>89.5 <math>\pm</math> 5.8</b>	<b>2.2</b>	<b>0.031 *</b>
<b>Promedio <math>\pm</math> d.e.</b>		<b>86.7<math>\pm</math>11.6</b>	<b>80<math>\pm</math>13.3</b>		

Tabla A3. Apertura del dosel (%) sobre cada cuadro en dos temporadas de lluvias (sept. 2011 y agosto 2012).

<b>% Apertura del Dosel</b>												
	Ladera Norte						Ladera Sur					
Tratamiento	Cubierto			Descubierto			Cubierto			Descubierto		
Cuadro	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
sep-11	15.52	20.98	30.21	29.4	13.1	23.2	19.73	31.41	13.7	34.47	33.2	29.38
sgo-12	37.34	28.82	26.58	34.25	24.4	29.7	49.2	40.66	47.1	39.39	49.75	31.08

## ANEXO 2

### Crecimiento

Tabla B1. Altura promedio (cm) que alcanzaron las plántulas por cuadro y según el tratamiento.

<b>Promedios de altura (cm)</b>												
	Ladera Norte						Ladera Sur					
Tratamiento	Cubierto			Descubierto			Cubierto			Descubierto		
Cuadro	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
T1	44.8	44.9	40.1	45.6	42.3	45.3	47.9	44.4	46.15	43.8	44.1	46.5
T2	42.9	47.4	40.8	45.8	42.1	44.9	46.9	46.9	46.9	44.8	42.2	45.8
T3	43.4	48.1	39.1	45.3	42.4	45.4	48.3	42.1	45.2	45	43.3	45.6
T4	57.1	73.8	58.6	42.9	39.7	43.2	75.2	72.4	73.8	47.6	47.6	45.1

Tabla B2. Grosor promedio (cm) que alcanzaron las plántulas por cuadro y según el tratamiento.

<b>Promedios de grosor (cm)</b>												
	Ladera Norte						Ladera Sur					
Tratamiento	Cubierto			Descubierto			Cubierto			Descubierto		
Cuadro	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
T1	0.53	0.53	0.55	0.74	0.57	0.61	0.71	0.67	0.69	0.62	0.63	0.68
T2	0.53	0.61	0.55	0.56	0.6	0.61	0.59	0.59	0.59	0.63	0.62	0.59
T3	0.56	0.67	0.54	0.67	0.66	0.64	0.73	0.57	0.65	0.73	0.66	0.65
T4	0.58	0.84	0.75	0.76	0.8	0.79	0.96	0.78	0.87	0.91	0.91	0.82