



**UNIVERSIDAD VERACRUZANA**

---

---

**FACULTAD DE BIOLOGÍA**

**GERMINACION DE ESPECIES ARBOREAS DE BOSQUE MESOFILO  
DE MONTAÑA Y EVALUACION DEL CRECIMIENTO INICIAL  
DE *Acer negundo* L. EN TRES AMBIENTES LUMINICOS**

**TESIS**

**TRABAJO DE EXPERIENCIA RECEPCIONAL  
QUE PRESENTA:**

**JOSE ALBERTO DEL CARMEN HERNÁNDEZ CUEVAS**

**DIRECTOR:**

**DRA.CLAUDIA ALVAREZ AQUINO**

**XALAPA, VER.**

**MARZO 2011**

**Esta tesis forma parte del proyecto “Programa para la restauración de la microcuenca del río Naolinco” (FOMIX 2008 94211).**

**El Instituto de Investigaciones Forestales.**

## AGRADECIMIENTOS

A mis Padres, gracias por su apoyo y por la confianza que depositaron en mi para lograr mi preparación profesional.

Para la Maestra Clementina Barrera Bernal, la cual me instruyo durante la realización y finalización de esta investigación.

Al Maestro Tomas Carmona y la Doctora María Isabel Suarez Guerrero por sus sugerencias para las correcciones realizadas en este trabajo.

Y a la Doctora Claudia Álvarez Aquino, por su dirección y apoyo brindado durante la elaboración de este trabajo de investigación. Gracias por la confianza y su valioso tiempo ofrecido en el transcurso de la redacción de esta tesis.

## DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mis padres por su apoyo en las buenas y en las malas durante mi preparación profesional. A toda mi familia que gracias a sus consejos creí en superarme como persona.

Pero sobre todo a los lectores interesados en las investigaciones biológicas en todos sus diferentes campos.

## INDICE

	Paginas
1. Introducción.....	1
2. Antecedentes.....	3
2.1 Bosque mesófilo de montaña.....	3
2.2 Germinación.....	4
2.3 Crecimiento de plántulas.....	6
2.4 Herbívoría.....	7
3. Objetivo general .....	8
3.1 Objetivos específicos .....	8
4. Método .....	9
4.1 Área estudio.....	9
4.2 Descripción de las especies.....	10
4.3 Trabajo de campo.....	13
4.4 Trabajo de laboratorio o gabinete.....	13
5. Resultados .....	16
5.1 Caracterización de semillas.....	16
5.2 Germinación de semillas.....	17
5.3 Crecimiento de <i>Acer negundo</i> en tres condiciones lumínicas.....	19
5.4 Producción de hojas y área foliar.....	20
5.5 Daño por herbívoría.....	22
6. Discusión.....	23
6.1 Caracterización de semillas.....	23
6.2 Germinación de semillas.....	23
6.3 Crecimiento de <i>Acer negundo</i> entres condiciones lumínicas.....	25
6.4 Daño por herbívoría.....	27
7. Conclusiones.....	30
8. Literatura.....	31

## INDICE DE FIGURAS

		Paginas
<b>Figura 1</b>	Sitio de colecta de las semillas de: <i>Acer negundo</i> , <i>Cornus excelsa</i> , <i>Ilex toluicana</i> y <i>Turpinia insignis</i> en el municipio de Miahuatlan.....	9
<b>Figura 2</b>	Frutos de las especies colectadas en la zona de estudio a) <i>Acer negundo</i> , b) <i>Cornus excelsa</i> , c) <i>Ilex toluicana</i> y d) <i>Turpinia insignis</i> .....	12
<b>Figura 3</b>	Pruebas de germinación de las cuatro especies seleccionadas usando como sustrato tierra de la zona de estudio. Las charolas se ubicaron en un traspatio de la misma zona.....	14
<b>Figura 4</b>	Plántulas de <i>Acer negundo</i> creciendo en distintas condiciones de luz: a) cielo abierto, b) dentro de un invernadero y c) bajo el dosel del bosque. El tamaño de las hojas al inicio del experimento era similar en los tres ambientes lumínicos.....	16
<b>Figura 5</b>	Semillas de las especies colectadas en la zona de estudio a) <i>Acer negundo</i> , b) <i>Cornus excelsa</i> , c) <i>Ilex toluicana</i> y d) <i>Turpinia insignis</i> .....	17
<b>Figura 6</b>	Germinación de <i>Cornus excelsa</i> ( $\pm$ error estándar) después de 9 semanas de la siembra. Los porcentajes de germinación registrado por las especies seleccionadas después de 3 meses de su colecta son los siguientes: <i>Acer negundo</i> = 0%, <i>Cornus excelsa</i> = 43 % $\pm$ 6, <i>Ilex toluicana</i> = 0% y <i>Turpinia insignis</i> = 0%.....	18
<b>Figura 7</b>	Crecimiento en altura y diámetro de las plántulas de <i>Acer negundo</i> creciendo en distintas condiciones de luz durante un periodo de 4 meses, iniciando en marzo del 2010.....	20
<b>Figura 8</b>	Producción de hojas en los sitios con diferente disponibilidad de luz.....	21
<b>Figura 9</b>	Promedios de área foliar en cm <sup>2</sup> ( $\pm$ error estándar) en plántulas creciendo en las distintas condiciones de luz. La fotografía muestra el contraste del tamaño de las hojas en plántulas creciendo a cielo abierto y bajo el dosel..	21
<b>Figura 10</b>	Herbivoría en plántulas creciendo en las tres condiciones de luz. a) Porcentaje promedio por plántulas de hojas dañadas y sanas y b) Número por individuo de hojas enrolladas o con herbivoría.....	22

## INDICE DE TABLAS

	<b>Paginas</b>
<b>TABLA 1</b> Medidas de largo (mm), ancho (mm) y peso (mg) de las semillas colectadas de <i>Acer negundo</i> , <i>Cornus disciflora</i> , <i>Ilex toluhana</i> y <i>Turpinia insignis</i> . Las medidas se presentan como promedios $\pm$ su error estándar. Mes de colecta de semillas y tiempo transcurrido entre la colecta y el inicio del experimento de germinación. Para <i>A. negundo</i> en el vivero se pusieron en camas semilleras después de 3 semanas, el experimento controlado inicio en el mes de diciembre...	17
<b>TABLA 2</b> Supervivencia, tasa de crecimiento relativo e incremento real (en altura y diámetro de las plántulas de <i>A. negundo</i> durante los primeros 4 meses creciendo en distinta condición de luz.....	19

## RESUMEN

El bosque mesófilo de montaña es uno de los ecosistemas más amenazados, actualmente sólo se tienen fragmentos de bosque rodeados de potreros, cultivos y vegetación secundaria, lo que lleva a la necesidad de conservar los fragmentos existentes y restaurar las áreas degradadas. El uso de especies nativas está limitado por falta de información sobre los requerimientos para un exitoso establecimiento y crecimiento, por lo que este trabajo se enfoca a generar información de las especies: *Acer negundo*, *Cornus excelsa*, *Ilex tolucana* y *Turpinia insignis* procedentes de fragmentos de bosque localizados en el municipio de Miahuatlan, Veracruz. Los objetivos fueron los siguientes: 1) Evaluación de la germinación de las especies seleccionadas, 2) evaluación del crecimiento inicial en plántulas de *Acer negundo* en tres condiciones de luz (cielo abierto, bajo dosel e invernadero), 3) evaluación de diferencias en el área foliar y 4) evaluación del daño por herbívora en plántulas de *Acer negundo* creciendo en tres condiciones de luz. Después de la colecta de semillas se registró la medida de largo, ancho y su peso. Para las pruebas de germinación se utilizaron distintos tratamientos (remojo 24 hrs, remojo agua caliente y escarificación mecánica). Para las plántulas de *A. negundo* se evaluó el crecimiento relativo en altura y diámetro, el área foliar y el daño por herbivoría en plántulas creciendo a cielo abierto, dentro de un invernadero y bajo el dosel del bosque. La única especie que germinó fue *Cornus excelsa* con un 43%. La baja o nula germinación en las especies seleccionadas sugiere que la mayoría de las semillas son recalcitrantes, perdiendo viabilidad al poco tiempo de ser colectadas. Las plántulas de *A. negundo* creciendo a cielo abierto alcanzaron la mayor altura (83.5 cm) y diámetro (7.14 mm). Los valores intermedios se observaron en el invernadero (22.36 cm y 2.69 mm), mientras que los valores más bajos se registraron en las plántulas bajo el dosel (8.18 cm y 1.81 mm). La producción de hojas (promedio de 62 hojas) y el área foliar (32 cm<sup>2</sup>) también fue mayor a cielo abierto. El daño por herbivoría fue mayor a cielo abierto pero no afectó la sobrevivencia. Aun cuando *A. negundo* alcanza su óptimo establecimiento y crecimiento en ambientes con mayor disponibilidad de luz, la especie puede ser usada en distintas condiciones de luz.



## 1. INTRODUCCION

El bosque mesófilo de montaña (BMM) es uno de los ecosistemas más amenazados y de menor cobertura, se calcula que ocupa menos del 1% del territorio nacional. Este tipo de vegetación se desarrolla en regiones de relieve accidentado y laderas de pendiente pronunciadas, en ocasiones se presenta en forma de asociaciones que difieren entre sí en cuando a la altura, la fenología y sobre todo a las especies dominantes (Rzedowski 1978). En el estado de Veracruz cubría una superficie de 7 2410 km<sup>2</sup> con una gran variedad climática y topográfica que da lugar a su gran riqueza florística (Gómez-Pompa 1978). La pérdida del hábitat que actualmente se da por deforestación afecta la distribución natural de muchas especies endémicas, con la cual se pierden combinaciones únicas de genes (Benítez-Badillo *et al.* 2004). La reducción de áreas boscosas de BMM, lleva a pensar en la importancia de conservar los fragmentos de bosque y restaurar las áreas degradadas. Los escasos fragmentos de bosque deben quedar como bancos de germoplasma que permitan el estudio, el desarrollo y la regeneración de este tipo de vegetación, mientras que la restauración de áreas actualmente deforestadas se debe realizar con especies nativas con potencial económico (Pedraza-Pérez y Williams-Linera 2005).

El énfasis en la importancia del uso de las especies nativas se da porque estas promueven la recuperación de la biodiversidad al coincidir con las necesidades de alimentos y cobertura o soporte de muchas otras especies, al atraer aves y mamíferos frugívoros que incrementan la dispersión de semillas. Sin embargo, el uso de la mayoría de las especies arbóreas nativas para la implementación de actividades de restauración o conservación está limitado, porque falta información básica sobre su propagación por semilla o vegetativa y sobre los requerimientos para un exitoso establecimiento y crecimiento (Vázquez-Yañez *et al.* 1999, Williams-Linera 2007). Este trabajo aporta información sobre especies nativas de BMM (*Acer negundo*, *Cornus excelsa*, *Ilex toluicana* y *Turpinia insignis*), la época de colecta de semillas, la caracterización de las mismas, su germinación y en el caso de *Acer* su establecimiento y crecimiento temprano. *Acer negundo* está considerada como una especie rara en el país (SEMARNAP 1994), sin embargo en el municipio de Miahuatlan existe un área donde esta especie es abundante. El uso de esta especie en programas de reforestación se limita por el poco conocimiento que se tiene de

sus requerimientos para un establecimiento exitoso. Este estudio se enfoca a conocer aspectos de su germinación y crecimiento inicial en distintas condiciones de luz, ya que esta información es importante para su manejo tanto en condiciones de vivero como en la selección de los sitios a transplantarse.

En base a la tolerancia de las especies arbóreas a la sombra se han clasificado en: a) especies clímax, tolerantes a la sombra o esciófitas que germinan y establecen bajo la sombra del dosel. Estas especies producen relativamente pocas semillas, grandes, que pueden germinar bajo el dosel (en algunos casos en zonas abiertas), y contiene reservas alimenticias adecuadas que les permite el establecimiento a intensidades bajas de radiación en la que pueden sobrevivir por varios años; hasta que reciben un aumento de luz que estimula el crecimiento, como ocurre cuando se abre un pequeño claro en el dosel del bosque; y b) especies pioneras, intolerantes a la sombra o heliófitas que sólo pueden germinar y crecer en condiciones altas de luz como las que se crean en los claros del bosque. Las semillas son pequeñas, abundantes y con amplia dispersión, lo que les permite tener alta probabilidad de estar presentes al momento de abrirse un claro de tamaño adecuado. Es así que solo germinan en espacios abiertos iluminados y sus plántulas no toleran la sombra; además presentan tasas de crecimiento rápido. Existen otras especies que se pueden considerar intermedias ya que se pueden desarrollar en ambos ambientes (Oldeman y Van Dijk, 1991, Whitmore 1989, 1991). Para *Acer* que generalmente se desarrolla donde la disponibilidad de luz es alta, las preguntas de investigación son las siguientes: ¿Cuáles son las condiciones óptimas de luz para un mejor desarrollo de sus plántulas?, ¿la especie es capaz de desarrollarse bajo el dosel del bosque?, ¿para su propagación en vivero cuales son las mejores condiciones previas al trasplante?

## **2. ANTECEDENTES.**

### **2.1 Bosque mesófilo de montaña**

El bosque mesófilo de montaña (BMM) se caracteriza por la presencia de árboles en varios estratos, la abundancia de helechos, la gran cantidad de epifitas y sobre todo por el clima: lluvias frecuentes, nubosidad, neblina y humedad atmosférica alta durante todo el año. Este ecosistema posee el 10% de la biodiversidad del país con 2500 especies que habitan de manera preferente o exclusiva. De las especies presentes, alrededor de 450 (18%) son árboles, 800 (30%) epifitas y 500 (20%) helechos, incluidos los arborescentes; se estima que el 73% de las especies de epífitas y palmas que habitan en este tipo de bosque son endémicas. Su composición florística está caracterizada por una mezcla de especies holárticas y neotropicales, en donde los árboles caducifolios de clima templado dominante en el dosel y las especies tropicales perennifolias lo hacen en el sotobosque (Rzedowski 1996). Los suelos de este tipo de vegetación son someros o profundos, amarillos, rojos o negruzcos de materia orgánica en los horizontes superiores; son ácidos (pH4 a 6) de textura arenosa arcillosa y húmedos durante todo el año (Rzedowski, 1978). La destrucción del BMM en la región, se ha acelerado considerablemente en las últimas décadas. El bosque no perturbado se encuentra sobre pendientes muy fuertes, rodeados por potreros, bosques perturbados y vegetación secundaria; el efecto de borde reduce el área real del bosque en un 15-54% adicional, dependiendo del tamaño del fragmento. El 90% del BMM ya ha sido destruido y el resto está en peligro, como consecuencia muchas especies que habitan estos bosques están en riesgo de desaparecer, siendo especies endémicas y con áreas de distribución restringidas. Por lo anteriormente expuesto y con el fin de conservar la biodiversidad y los servicios ambientales del bosque en la región se requiere de un plan de desarrollo regional que considere la conservación del bosque no perturbado, promueva la restauración ecológica de bosque perturbado y establezca corredores que conecten el bosque remanente (Patiño-Varela *et al.* 1983).

Se han realizado trabajos donde se relaciona el disturbio humano en BMM y los cambios en su composición florística y estructura encontrándose que si existe una relación con la intensidad y frecuencia del disturbio (Ramírez-Marcial *et al.* 2003, Álvarez-Aquino *et al.* 2005). En la búsqueda de estrategias de restauración para desarrollar metodologías

aplicables a este ecosistema se han desarrollado varios trabajos, por ejemplo Pedraza y Williams-Linera (2005) evaluaron los efectos del microhábitat (interior del bosque, borde y claro) y la exclusión de herbívoros durante la germinación y desarrollo de las plántulas de *Carpinus caroliniana* y *Liquidambar*. Suárez-Guerrero (2008), realizó una rehabilitación ecológica con ensambles experimentales usando especies leñosas nativas y una exótica. En el centro de Veracruz Álvarez-Aquino *et al.* (2004), evaluaron la influencia de diferentes factores ambientales en la sobrevivencia y crecimiento de cuatro especies nativas (*Fagus grandifolia* var. *mexicana*, *Carpinus caroliniana*, *Symplocos coccinea*, y *Quercus acutifolia*) para conocer su potencial para ser usadas en restauración de BMM. También en el BMM del centro de Veracruz Muñiz-Castro (2008) evaluó el establecimiento de especies nativas durante la sucesión secundaria usando una cronosecuencia de 1 a 80 años. Otros trabajos se han enfocado a la ecología de especies nativas que están peligro o tienen distribución restringida como es el caso de *Tilia mexicana*, estudiándose su distribución en el estado de Veracruz, el aprovechamiento de su inflorescencia (Pavón-Hernández 1992), sus patrones de distribución, fenología y características propias de la especie (Vergara-Martínez 1999). En el presente trabajo la evaluación del crecimiento también se va a enfocar en una sola especie nativa.

## **2.2 Germinación**

Se le llama germinación al proceso en el que el embrión de una semilla inicia su crecimiento. Los principales factores del medio ambiente que intervienen en la germinación de las semillas son: humedad, temperatura, iluminación y aeración. 1) La humedad, al colocar una semilla en un medio húmedo ésta se hidrata al absorber el agua por imbibición, se activan las enzimas hidrolíticas existentes en sus células y se movilizan las sustancias de reserva acumulada en los cotiledones o en el endospermo. La imbibición de la semilla puede verse afectada por la naturaleza de la semilla y sus cubiertas y por la cantidad de agua disponible. 2) La temperatura afecta la iniciación de la germinación e influye en algunos factores que se presentan durante el almacenamiento de semillas. 3) La iluminación, en condiciones naturales, las semillas de árboles y arbustos frecuentemente son tapadas por hojarasca y germinan sin luz; sin embargo, la luz estimula la germinación de la semilla de muchas especies. 4) Aeración, poco después de comenzar la hidratación,

puede notarse el incremento de la actividad respiratoria debido a que se inician los procesos que darán lugar a la germinación, durante los cuales el embrión necesita oxígeno para obtener energía. Algunas semillas presentan latencia que es la inhibición de la germinación y representa una propiedad adaptativa que permite a las semillas sobrevivir a condiciones desfavorables (por ejemplo en invierno extremo o en épocas de sequía). La latencia puede deberse a varios factores que actúan solos o en combinación, por ejemplo: cubierta de la semilla impermeable al agua, al oxígeno o a ambos; cubierta de la semilla con resistente mecánica a la expansión del embrión; embrión rudimentario o inmaduro; necesidad para cambios fisiológicos posteriores en un embrión completamente desarrollado; y a la presencia de sustancias químicas que inhiben la germinación (Cronquist 1977, Patiño Varela *et al.* 1983).

Las semillas también pueden clasificarse en base a su respuesta en términos de viabilidad a ambientes controlados de conservación. Las semillas ortodoxas o tolerantes a la desecación son capaces de mantener su viabilidad tras ser desecadas a menos de 5-10% de contenido en humedad. En estas semillas la viabilidad puede prolongarse por un largo periodo al ser introducidas en las cámaras de conservación de los bancos de germoplasma también llamados cuartos fríos. Por el contrario, las semillas recalcitrantes o sensibles a la desecación pierden viabilidad cuando se desecan por debajo de un límite crítico, habitualmente entre 12-30% de contenido en humedad (Chin y Roberts 1980). Estas semillas no pueden ser deshidratadas o enfriadas sin que se altere su capacidad de germinación, muriendo en la mayoría de los casos en un lapso relativamente corto. (Niembro *et al.* 2004). La mayoría de las especies silvestres de las zonas templadas son semillas ortodoxas, como ejemplo de semillas recalcitrantes tenemos a algunas especies acuáticas, especies con semillas de gran tamaño, especies procedentes de zonas tropicales y algunas especies arbóreas de clima templado como *Quercus* y *Acer* (Chin y Roberts 1980, Roberts 1972). Con lo anteriormente expuesto, se explica la importancia de la determinación del comportamiento de las semillas de una especie para su conservación a largo plazo.

Se han realizado estudios de porcentajes de germinación de especies nativas del BMM como en el estudio de Saldaña-Acosta *et al.* (2001) donde se evaluó la germinación de *Acer skutchii* Render y *Magnolia iltisiana* en la Reserva de la Biosfera Sierra de

Manatlán. En Veracruz existen estudios como el de Suárez-Guerrero (1998) donde se evaluaron los porcentajes de germinación, tiempos y tamaño de semillas entre tres especies de encino (*Quercus acutifolia*, *Q. germana* y *Q. xalapensis*); o el estudio de Pedraza-Pérez y Williams-Linera (2005) donde evaluaron la posibilidad de utilizar la siembra directa de semillas de *Carpinus caroliniana* y *Liquidambar styraciflua* como opción de técnica de restauración para BMM.

### 2.3 Crecimiento de plántulas

Se han realizado un gran número de trabajos con plántulas evaluando el crecimiento en altura y diámetro con el fin de conocer los requerimientos por especie para un óptimo desarrollo. El crecimiento generalmente se relaciona con la disponibilidad de luz y con el tipo funcional de la especie seleccionada. Las especies se pueden clasificar en base al grado de dependencia de las aberturas del dosel para su germinación y establecimiento de plántulas en especies pioneras con crecimiento oportunista y continuo mientras se tenga disponibilidad de agua y nutrientes, y especies clímax donde las plántulas crecen lentamente, y en ocasiones desarrollan un banco de plántulas en contraste con el banco de semillas desarrollado por las especies nativas (Whitmore 1989).

Existen estudios donde se relaciona el crecimiento con la disponibilidad de luz y donde en ocasiones se observa cierta plasticidad con respecto a la luz. Por ejemplo, *Dipteryx panamensis* es una especie que ha sido clasificada como demandante de luz como adulto, sin embargo en sus estadios jóvenes son extremadamente tolerantes a la sombra (Fetcher *et al.* 1987). Para probar esta plasticidad de crecimiento en relación con la luz se han realizado varios trabajos como el de Marañón *et al.* (2004) realizado con dos especies de *Quercus* para determinar el crecimiento de plántulas en sitios con distinta intensidad lumínica (abierto, bajo árbol y sombra densa) encontrándose la luz fue el principal factor determinante de los cambios de crecimiento. En un estudio realizado con *Acer opalus* se reportó que las plántulas en zonas abiertas presentaban mayor sensibilidad a los altos niveles de radiación. Así mismo en un estudio con *Acer saccharum* se reportó que las condiciones lumínicas como determinantes para el establecimiento y persistencia de la regeneración de esta especie (Vargas *et al.* 2004). En el centro de Veracruz, Álvarez-Aquino y Williams-Linera (2004), en especies nativas establecidas en condiciones

contrastantes, dentro y fuera del bosque, encontrándose que una mayor sobrevivencia y un crecimiento más lento dentro del bosque a diferencia de la alta mortalidad pero rápido crecimiento en la parte externa del bosque. Muñiz-Castro (2008) también evaluó el establecimiento de plántulas de *Fagus grandifolia*, *Quercus germana* y *Quercus xalapensis* durante 3.5 años, encontrándose que las tres especies tuvieron tasas relativas de crecimiento en altura y área basal un 20% y un 100% mayores en potrero que en acahual, es decir mayor crecimiento con mayor disponibilidad de luz.

## 2.4 Herbívoría

El término herbívoría se emplea para describir el daño foliar que provocan los insectos, otros invertebrados, en ocasiones mamíferos y patógenos (Barone y Coley 2002). Generalmente los herbívoros consumen cualquier estructura vegetal de los individuos en sus diferentes etapas de desarrollo. El tipo de planta se relaciona con el efecto que se pueda tener por la herbívoría, por ejemplo las especies de árboles pioneras experimentan cuatro veces más herbivorismo que las especies tolerantes a la sombra. Así mismo, en las especies primarias la etapa reproductiva y los primeros estadios de desarrollo constituyen los dos periodos más críticos en el ciclo de vida y durante este periodo son altamente vulnerables al ataque de herbívoros y microorganismos. En estos casos la herbívoría constituye un factor de selección que influye en la reducción de las poblaciones de plántulas y semillas (Gómez-Pompa y Del Amo 1985).

En general, la defoliación ocasionada por herbívoría causa pérdida de biomasa que puede afectar el crecimiento y la reproducción en plantas. Se han hecho un gran número de estudios donde se describen las interacciones entre plantas y herbívoros en sistemas tropicales, con énfasis en la etapa de plántulas. En la estación de Los Tuxtlas, Veracruz, se evaluó el impacto demográfico de herbívoros sobre dos especies pioneras más importantes (*Cecropia obtusifolia* y *Heliocarpus appendiculatus*) y se encontró que la mayoría del daño en el follaje fue causado por insectos, también se encontró mayor herbívoría en claros asociándolo a la sobrevivencia de plántulas (Núñez-Farfán y Dirzo 1985). En el estudio de Pedraza-Pérez y Williams- Linera (2005) en BMM con las especies *Carpinus caroliniana* y *Liquidambar styraciflua* se reportó que la exclusión de depredadores incremento significativamente la sobrevivencia de plántulas. En un trabajo con *Brosimum aliscastrum* y

la liana *Vitisti liifolia* las plántulas se sometieron a distintos niveles defoliación experimental a lo largo de un gradiente de luz, encontrándose que en ambas especies, la defoliación afecto en forma positiva y significativa la tasa de producción foliar y la tasa relativa de crecimiento en área foliar (Ballina-Gómez *et al.* 2010). En otro estudio se evaluó la interacción de plántulas con herbívoros y hongos patógenos en borde e interior del bosque y se encontró que casi todas las especies en bordes e interiores presentaron daño por herbívoros, los daños por patógenos varían entre ambientes siendo mayor en borde (Benítez-Malvido y Lemus-Albor 2005). En cuanto a la relación herbívora y disponibilidad de luz, se ha documentado que las plantas ubicadas en sitios con mayor disponibilidad de luz obtienen menor porcentaje de daño foliar que aquellas ubicadas en sitios con menor disponibilidad de luz (Romina-Dimarco *et al.* 2003).

### **3. OBJETIVOS GENERAL**

Evaluar la germinación de 4 especies nativas del bosque mesófilo y el crecimiento inicial de plántulas de *Acer negundo* en tres condiciones de luz (cielo abierto, bajo el dosel dentro de un invernadero).

#### **3.1 Objetivos específicos:**

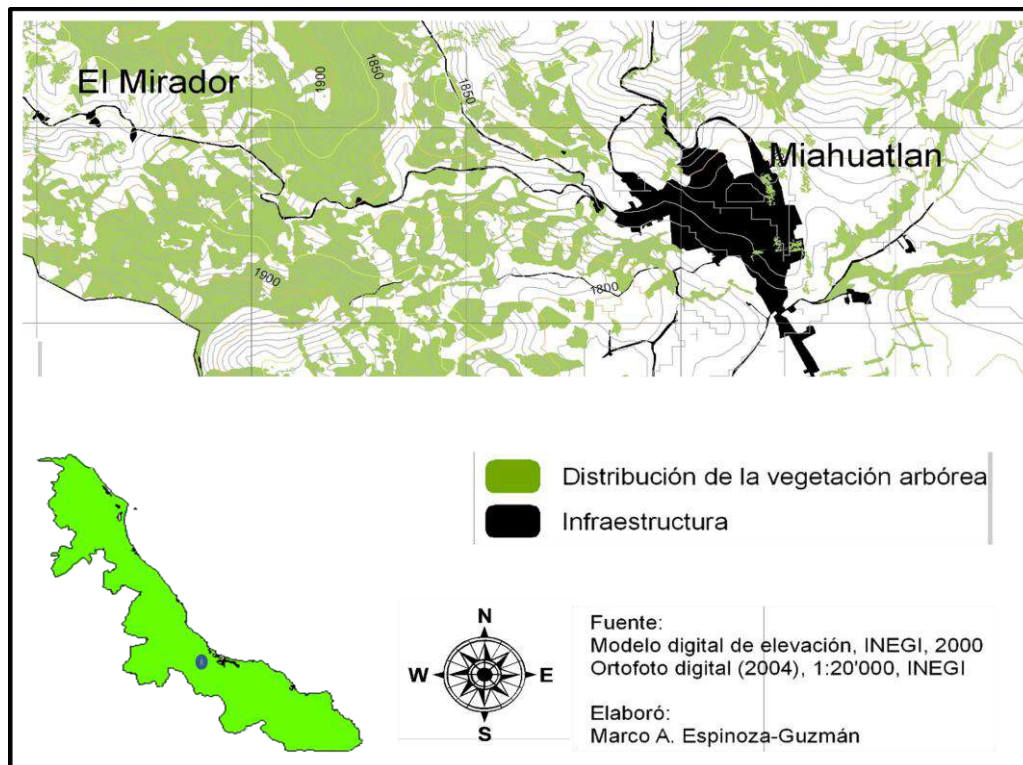
- 1) Caracterizar mediante medidas y peso a las semillas de *Acer negundo*, *Cornus excelsa*, *Ilex toluhana* y *Turpinia insignis*.
- 2) Evaluar germinación de semillas de *Acer negundo*, *Cornus excelsa*, *Ilex toluhana* y *Turpinia insignis*.
- 3) Evaluar crecimiento inicial en plántulas de *Acer negundo* en tres condiciones de luz (cielo abierto, bajo dosel e invernadero).
- 4) Evaluar diferencias en área foliar de plántulas de *Acer negundo* creciendo en tres condiciones de luz.
- 5) Evaluar el daño por herbívora en plántulas de *Acer negundo* creciendo en tres condiciones de luz.



## 4. METODO

### 4.1 Área de estudio

La colecta de semillas se llevó a cabo en el municipio de Miahuatlán, que se localiza en la zona centro montañosa del estado en las estribaciones de la Sierra de Chiconquiaco (Figura 1). A una altitud de 1800 msnm. Le corresponde un clima de tipo Cwl(i), templado-sub húmedo con una estación seca, una fría y una de lluvias, la temperatura oscila entre 5°C a 24.5°C durante el verano (media anual de 14°C), la precipitación pluvial media anual es de 1 639 mm (García 1981). El suelo es de tipo andosol, se caracteriza por haberse formado de cenizas volcánicas, es susceptible a la erosión. Los árboles más comunes en la zona son: ilite (*Alnus* sp), encino (*Quercus* sp), ciprés (*Cupressus* sp) y huichín (*Carpinus* sp). El experimento de crecimiento se realizó en el parque El Haya, localizado en Xalapa, Veracruz con vegetación correspondiente a BMM. Los sitios seleccionados fueron el vivero (con cielo abierto) del municipio de Xalapa, el invernadero del Instituto de Investigaciones Forestales y bajo el dosel del bosque en el mismo parque.



**Figura 1.** Sitio de colecta de las semillas de *Acer negundo*, *Cornus excelsa*, *Ilex tolucana* y *Turpinia insignis* en el municipio de Miahuatlán.

## 4.2 Descripción de las especies

*Acer negundo* L. (Familia: Aceraceae). El nombre común en la región es lele, en otros sitios se le conoce como: acezintle, icoj, negundo, arce, maple y negundo mexicano. Es un árbol de 3 a 20 m de altura; caducifolio, llega a medir hasta 60 cm de diámetro. Tiene hojas pinnadas, ovalados a lanceolados con margen aserrado. Es un árbol dioico, es decir árbol "macho" y "hembra", las inflorescencias masculinas son fasciculadas y las femeninas son racimosas. El árbol florece en los meses de marzo a mayo y los frutos maduran entre agosto y octubre permaneciendo en la planta durante el otoño y el invierno dependiendo de la localidad. Su fruto es una sámara compuesta de dos mericarpos fusionados, glabros y alados. Cada mericarpo contiene una semilla ovoide, lateralmente comprimida y alada que se dispersa con el viento. La especie es originaria de las regiones templadas frías de América del norte, se distribuye de manera natural desde Canadá y Estados Unidos hasta México y Guatemala. En México se presenta *Acer negundo* L. sub sp. *mexicanum* (DC.) Wesmael, una variante considerada como rara en el país. Esta subespecie se ha reportado en los estados de Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tlaxcala, Veracruz y el Distrito Federal. Esta especie es un componente de los bosques de pino-encino y bosque mesófilo de montaña, creciendo entre los 1800 a 2300 de elevación (Figura 2a, Hora 1981, Cabrera-Rodríguez 1985, Niembro *et al.* 2004).

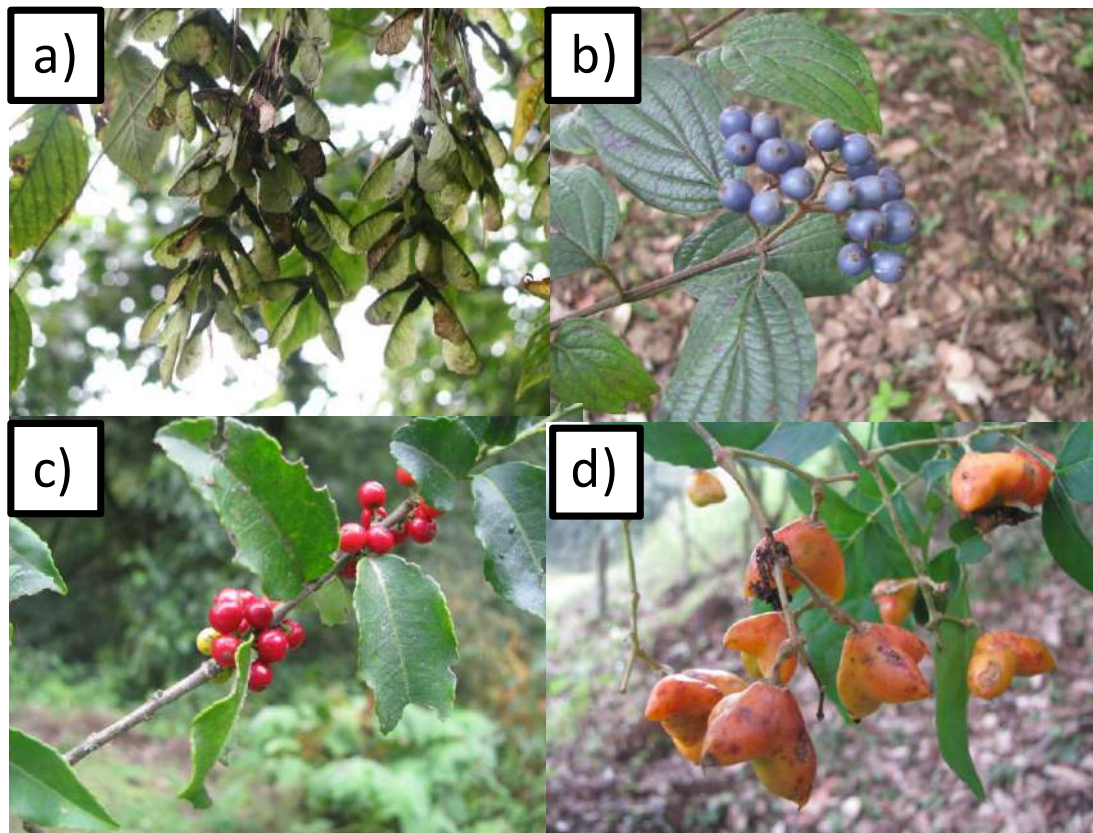
*Cornus excelsa* H. B.K. (Familia: Cornaceae). Es árbol o arbusto subcaducifoliode hasta 12 m de altura, con morena o rojiza, acanalada, pubescente a glabra. Hojas opuestas, simples, papiráceas, lisas, verdes, lanceoladas a ovadas, más largas que anchas, el margen entero, el ápice largamente acuminado, la base levemente oblicua, aguda o redondeada, 3 6 4 pares de nervios secundarios en la mitad basal de la hoja. Presenta flores blancas o de color crema. El fruto es una drupa redonda o ligeramente ovalada, verde-azulosa en la madurez, con el estilo a veces persistente, levemente pubescente, con cicatrices apicales, el endocarpio liso, contiene dos semillas por fruto, oblongas, lisas; embrión del largo del endospermo. Esta especie ayuda a controlar la erosión infiltrando agua de lluvias, mejoran los suelos con hojarasca. Se distribuye principalmente de México (desde Chihuahua, Durango y Sinaloa

en el norte hasta Chiapas y Oaxaca en el sur), Guatemala y Honduras (Figura 2b, Niembro *et al.* 2004, Sosa 1978).

***Ilex toluhana*** Hemsl. (Familia: Aquifoliaceae). Se le conoce como manzanito, limoncillo, palo prieto y colorado. Árbol de hasta 9 m de altura, perennifolio, con tronco derecho, de hasta 20 cm de diámetro, copa redondeada y densa, hojas alternas, simples con el margen aserrado. Florece en mayo y junio y los frutos maduran entre agosto y septiembre dependiendo de la localidad. El fruto del manzanito es una drupa subglobosa, con la cáscara lisa, de color rojo durante la maduración y finalmente negra en los estados más avanzados. Al interior contiene una pulpa escasa e insípida rodeada de 3 o 4 pirenos monospermos, con la forma de gajos de naranja, amarillentos, dorsal y ventralmente canaliculados. Los frutos son comidos por diversas especies de aves las cuales dispersan sus semillas a grandes distancias. Las semillas son parecidas a gajos de naranja con una testa de color castaño oscuro, opaca, lisa y membranosa. Al interior contiene grandes cantidades de endospermo de color blanco, carnosos, entero y un embrión diminuto, recto, basal, colocado en la vecindad del micrópilo y provisto de dos cotiledones. Las semillas de *Ilex* en términos generales se caracterizan por presentar una latencia originada en parte por la inmadurez del embrión y en parte por la impermeabilidad de la pared del pireno que rodea a la testa, posiblemente son ortodoxas. El manzanito es originario de las regiones templadas y húmedas de América, se distribuye desde México hasta Guatemala, Honduras y El Salvador. En la República Mexicana habita en los estados de Chiapas, Chihuahua, Hidalgo, México, Oaxaca, Puebla y Veracruz formando parte de los bosques mesófilo de montaña. Es un árbol común en laderas de cerros y cañadas sujetas a niebla frecuentes y orillas de ríos. Su distribución altitudinal abarca de los 1,000 a los 2,500 m de elevación (Figura 2c, Niembro *et al.* 2004).

***Turpinia insignis*** (Kunth) Tulasne (Familia: Staphyleaceae). En la zona se le conoce con el nombre de huevo de gato. Árbol perennifolio de hasta 10 m de altura, tronco derecho de hasta 20 cm de diámetro, copa redondeada y densa, hojas simples, ovaladas con el margen entero. El fruto del huevo del gato es una baya globosa o elipsoide, con tres lóbulos en un extremo cada uno de los cuales termina en manera de espina. La cáscara es delgada y lisa, de color amarillo-naranja con tintes rojizos en la madurez. Al interior se encuentra una

pulpa succulenta y agridulce de color amarillo. Cada fruto contiene entre 3 y 11 semillas. Las semillas son globosas piramidales, con una ligera compresión lateral, la testa es de color castaño claro, lisa, brillante y leñosa sumamente lignificada. Presentan un extremo un hilo de color blanco, de forma ovada a vagamente triangular sumamente conspicuo. Al interior contiene diversas cantidades de endospermo de color blanco, entero y carnosos y un embrión recto del mismo color con los cotiledones planos y foliáceos. Los frutos son comidos por diversas especies de aves las cuales dispersan sus semillas. El huevo de gato es originario de las regiones templadas-húmedas y subtropicales de América, se distribuye desde México hasta Guatemala. En la República Mexicana habita en los estados de Veracruz y Chiapas formando parte del bosque mesófilo de montaña. Es un árbol común en laderas de cerros expuestas a nieblas frecuentes. Su distribución altitudinal abarca desde 1,100 a los 1.600 m de elevación (Figura 2d, Niembro *et al.* 2004).



**Figura 2.**Frutos de las especies colectadas en la zona de estudio a) *Acer negundo*, b) *Cornus excelsa*, c) *Ilex toluicana* y d) *Turpinia insignis*.

### **4.3 Trabajo de campo**

Las colectas de semillas se realizaron en fragmentos de bosque y zonas ripariás, primeramente se localizaron los árboles con mayor contenido de frutos maduros y de fácil acceso, ya que algunos se encontraban en pendientes muy pronunciadas. Para cada especie se colectaron un mínimo de tres ejemplares de árboles seleccionados al azar, se utilizó una garrocha extensible con gancho para cortar algunas ramas que contenían los frutos, o bien se colectaron del suelo, finalmente los frutos fueron transportados al laboratorio en bolsas de plástico individuales. También se tomaron muestras del árbol para ser prensadas y llevadas al herbario, para su posterior identificación. Las semillas fueron colectadas entre agosto y octubre del 2009. Para cada muestra se tomaron los siguientes datos: fecha, coordenadas geográficas, altura, nombre común y cualquier característica propia que distinga a la especie.

### **4.3 Trabajo de laboratorio o gabinete**

Una vez en el laboratorio, en el transcurso de la semana siguiente a la colecta se realizó la extracción y limpieza de las semillas de los frutos maduros. Los métodos variaron de acuerdo a las características de las semillas, uno de los procedimientos usados fue sumergir los frutos (usados en el caso de *Ilex* y *Cornus*) en un recipiente con agua mediante maceración se separó la pulpa de la semilla, siguiendo con un enjuague final. En la limpieza de las semillas de *Ilex* se requirió mayor tiempo y cuidado ya que éstas se encontraban envueltas por una resina aceitosa que las hacía impermeables al agua. Para el caso de *Acer* y *Turpinia*, solo se separó la cubierta seca protectora de la semilla. Una vez limpias las semillas se pusieron a secar (al sol y en estufa a 25°C para el caso de las separadas mediante lavados) para después continuar con una cuidadosa separación de las semillas dañadas o vanas. Las semillas limpias y secas se guardaron en bolsas de papel etiquetadas. Se almacenaron en un lugar seco donde la humedad ambiental no facilite la contaminación por hongos. Para la estimar la variación del tamaño y peso de las semillas, se tomaron muestras de 100 semillas por cada especie (*Acer*, *Cornus*, *Ilex*, y *Turpinia*). Se registró la medida de largo y ancho (con un vernier digital) y su peso (con una balanza analítica).



Aproximadamente tres meses después de la colecta se llevaron a cabo los ensayos de germinación de las semillas. Las semillas se agruparon de acuerdo a la dureza de su testa, las semillas de testa blanda (como *Acer*) únicamente se remojaron en agua a temperatura ambiente durante 24 horas previas a la siembra. Para este único tratamiento se utilizaron 200 semillas, es decir 4 repeticiones de 50 semillas. Las semillas de testa dura (como *Cornus*, *Ilex* y *Turpinia*) se les aplicaron los siguientes tratamientos: 1) remojo en agua por 24 horas previas a la siembra, solo se sembraron las semillas que absorbieron el agua, 2) remojo en agua hirviendo, para este tratamiento las semillas se colocan en una bolsa de tela y se sumergieron en un recipiente con agua que acaba de llegar al punto de ebullición, se remojaron 30 segundos y después se sembraron; y 3) escarificación mecánica mediante raspado con lija, las semillas se frotaron con una lija para romper la testa de manera mecánica. Para el caso de las semillas de testa dura se utilizaron 300 semillas por cada especie, es decir, tres tratamientos cada uno con 4 repeticiones de 25 semillas.

Todas las pruebas de germinación se realizaron en unas charolas perforadas, usando suelo proveniente del bosque, las charolas se ubicaron en un traspatio localizado dentro de la zona de estudio (Figura 3). La finalidad del experimento fue registrar el número de semillas germinadas y los tiempos de emergencia de la radícula, para obtener velocidad y porcentaje de germinación. La prueba finalizó a los 60 días de la siembra para *Acer* y a los 90 días para el resto de las especies (*Ilex*, *Turpinia* y *Cornus*). Debido a que únicamente una de las especies germinó (*C. excelsa*), dos meses después se repitió la prueba.



**Figura 3.** Pruebas de germinación de las cuatro especies seleccionadas usando como sustrato tierra de la zona de estudio. Las charolas se ubicaron en un traspatio de la misma zona.

Inicialmente el objetivo era evaluar el crecimiento temprano de las especies seleccionadas, sin embargo debido a la nula germinación (*Acer*, *Ilex* y *Turpinia*) y la baja germinación con posterior mortalidad de plántulas de *Cornus excelsa* no se contó con el material biológico para continuar con la evaluación de crecimiento. Para el caso de *A. negundo* parte de los frutos colectados fueron donados al vivero del parque El Haya, a diferencia del procedimiento utilizado en las pruebas de germinación, tres semanas después de la colecta los frutos de *A. negundo* fueron esparcidos en camas semilleras del vivero a cielo abierto (solo se desprendieron los frutos de las ramas, no se les desprendió de su cubierta protectora de las semillas). Para estas semillas la germinación inicio aproximadamente 45 días después de la siembra. Debido a lo anterior se decidió iniciar la evaluación del crecimiento temprano utilizando éstas plántulas de *A. negundo*. Las semillas germinadas se plantaron en bolsas negras plásticas y se ubican en tres condiciones diferentes de iluminación: a cielo abierto, dentro de un invernadero y bajo el dosel del bosque (Figura 4). Se evaluaron 30 plántulas en cada tratamiento y una vez por semana, por un periodo de tres meses, se midió la altura, el diámetro y el número de hojas. Para calcular la tasa de crecimiento relativo se utilizó la siguiente formula:

$$TCR = \frac{\text{Log}_e A_2 - \text{Log}_e A_1}{t_2 - t_1}$$

Donde, TCR = Tasa de crecimiento relativo,  $A_2 - A_1$  = altura / diámetro a diferentes tiempos ( $T_2 - T_1$ ), (Hunt 1990).

Con el fin de conocer si el área foliar y el daño por herbivoría está relacionado con el ambiente donde se desarrollan las plántulas tres meses después de iniciar las mediciones se realizaron muestreos en las plántulas creciendo en las tres condiciones de luz. Para evaluar el área foliar, se colecto al azar una hoja por plántula (la muestra fue pequeña debido a que los individuos creciendo bajo el dosel presentaban en ocasiones 1 o 2 hojas). El área de la hoja se midió mediante una cuadrícula de 1 x 1 cm, contándose el área de los cuadros que ocupaba la hoja, el dato se reporta en  $\text{cm}^2$ . El daño por herbivoría también se evaluó a los tres meses del transplante. Se realizó un conteo del número de hojas en cada

uno de los individuos separándose el número de hojas sanas y con daño. El daño se clasifico en hojas enrolladas, hojas con perforaciones o ambos daños en la misma hoja.

Se realizaron estadísticos descriptivos (promedios y desviaciones estándar), para determinar el efecto de las distintas condiciones de luz (a cielo abierto, bajo dosel y en invernadero) sobre las tasas de crecimiento relativo en altura y diámetro se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. El análisis estadístico se realizó usando el programa Minitab (Minitab, Release 12.1 1998).



**Figura 4.** Plántulas de *Acer negundo* creciendo en distintas condiciones de luz: a) cielo abierto, b) dentro de un invernadero y c) bajo el dosel del bosque. El tamaño de las hojas al inicio del experimento era similar en los 3 ambientes lumínicos.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Caracterización de semillas

Las semillas de las especies colectadas son pequeñas, alcanzando un máximo de 1cm de longitud y 0.07 gr. de peso (Tabla 1, Figura 5).

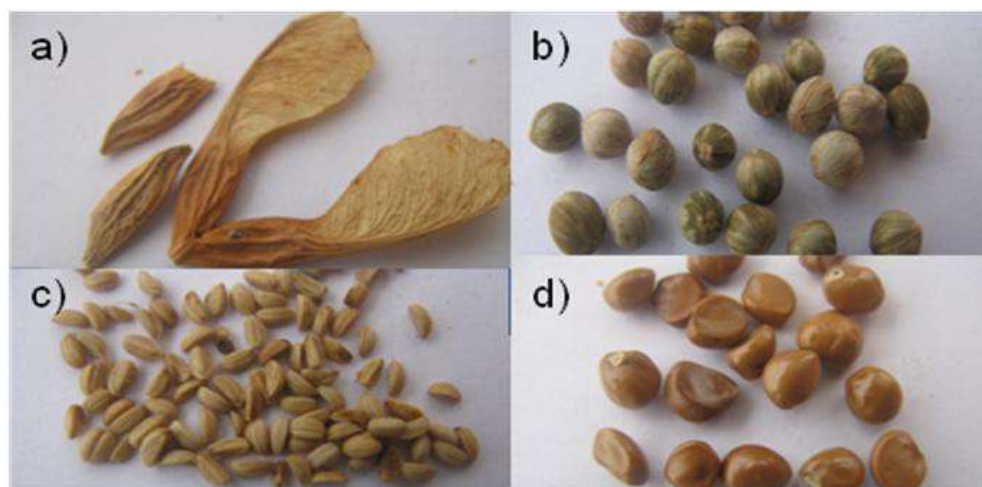


**Tabla 1.** Medidas de largo (mm), ancho (mm) y peso (en mg) de las semillas colectadas de *Acer negundo*, *Cornus disciflora*, *Ilex toluhana* y *Turpinia insignis*. Las medidas se presentan como promedios  $\pm$  su error estándar. Mes de colecta de semillas y tiempo transcurrido entre la colecta y el inicio del experimento de germinación. Para *A. negundo* en el vivero se pusieron en camas semilleras después de 3 semanas, el experimento controlado inicio en el mes de diciembre.

Especie	Largo (mm)	Ancho (mm)	Peso (mg)	Semillas / kg
<i>Acer negundo</i>	9.48 $\pm$ 0.08	3.57 $\pm$ 0.07	16.8 $\pm$ 0.3	59 523
<i>Cornus excelsa</i>	4.71 $\pm$ 0.03	4.32 $\pm$ 0.03	57.6 $\pm$ 8.3	17 361
<i>Ilex toluhana</i>	3.14 $\pm$ 0.02	4.09 $\pm$ 0.18	3.5 $\pm$ 0.04	285 714
<i>Turpinia insignis</i>	5.29 $\pm$ 0.04	5.46 $\pm$ 0.06	63.8 $\pm$ 1.6	15 673

Especie	Mes de colecta	Tiempo entre colecta y siembra
<i>Acer negundo</i>	Agosto y octubre	Vivero: 3 semanas Charolas: 2 meses
<i>Cornus excelsa</i>	Agosto y octubre	2 meses
<i>Ilex toluhana</i>	Agosto	3 meses
<i>Turpinia insignis</i>	Agosto	3 meses

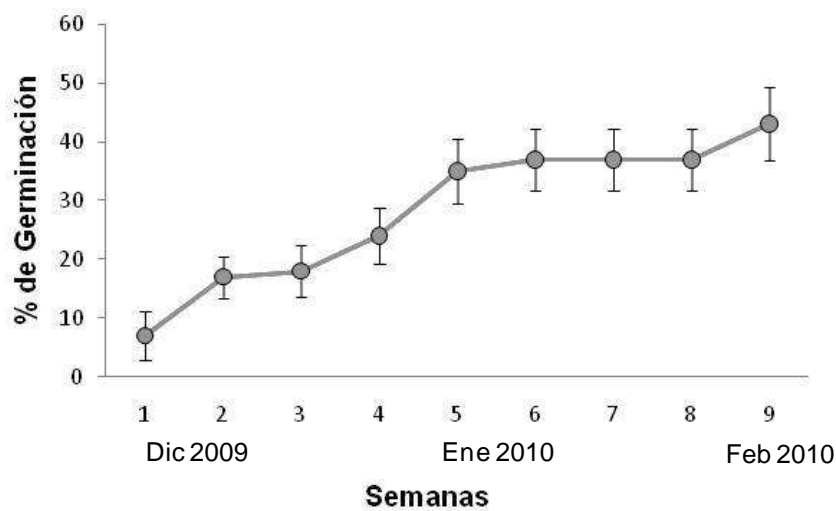


**Figura 5.** Semillas de las especies colectadas en la zona de estudio a) *Acer negundo*, b) *Cornus excelsa*, c) *Ilex toluhana* y d) *Turpinia insignis*.

## 5.2 Germinación de semillas

En las pruebas de germinación únicamente se registraron semillas germinadas de *Cornus excelsa*, para esta especie la germinación se registró únicamente en el tratamiento de remojo en agua por 24 horas previas a la siembra, el porcentaje de germinación fue del

43%  $\pm$  6 (Figura 6), germinando de manera gradual. No se evaluó el crecimiento en *C.excelsa* debido a que únicamente sobrevivieron 30 plántulas (murieron 13 de las recién germinadas). En la semilla de testa blanda (*A. negundo*) y las otras dos de testa dura (*I. toluicana* y *T. insignis*) no se observó germinación en ninguno de los tratamientos (remojo, agua caliente y escarificación mecánica). En la repetición de la prueba, 2 meses después, tampoco se registró germinación para ninguna de las especies en ninguno de los tratamientos. Sin embargo parte de las semillas colectadas de *A. negundo* fueron donadas al vivero del parque El Haya, donde se pusieron a germinar en camas semilleras a tres semanas de su colecta, en este sitio si se registró germinación sin embargo al no ser un experimento controlado no fue posible calcular el porcentaje de germinación. Los datos que se pueden considerar es el periodo corto entre la colecta y la siembra (3 semanas), la ausencia de algún tratamiento ya que los frutos se desprendieron de las ramas y se colocaron en la cama semillera sin quitarles la estructura del ala para dispersión de la misma semilla, y el inicio de la germinación que se registró después de los 45 días.



**Figura 6.** Germinación de *Cornus excelsa*( $\pm$  error estándar) después de 9 semanas de la siembra. Los porcentajes de germinación registrado por las especies seleccionadas después de 3 meses de su colecta son los siguientes: *Acer negundo* = 0%, *Cornus excelsa* = 43 %  $\pm$  6, *Ilex toluicana*= 0% y *Turpinia insignis*= 0%.

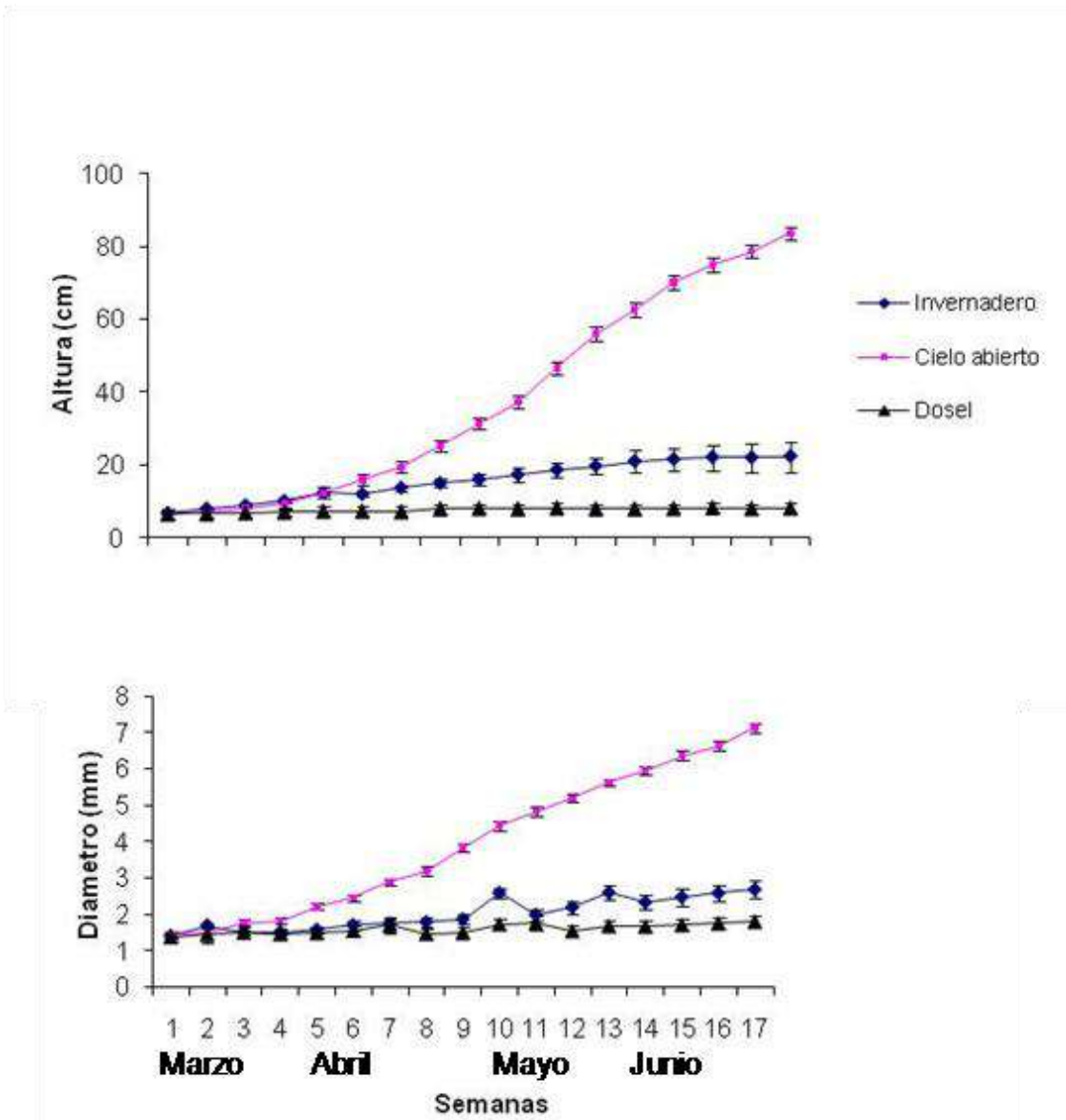
### 5.3 Crecimiento de *Acer negundo* en tres condiciones lumínicas

La sobrevivencia de las plántulas de *A. negundo* fue mayor del 93% en los tres ambientes. Las tasas relativas de crecimiento de las plántulas de *A. negundo*, tanto en altura (Kruskal-Wallis H= 75.8, gl= 2; P < 0.001) como en diámetro (Kruskal-Wallis H= 70.6, gl= 2; P < 0.001) durante los primeros 4 meses fueron estadísticamente diferente entre las distintas condiciones de luz (Tabla 2). Las plántulas que crecieron a cielo abierto con mayor cantidad de luz fueron las que alcanzaron los mayores valores en altura (83.5 cm) y diámetro (7.14 mm). Los valores intermedios se observaron en las plántulas creciendo dentro del invernadero (22.36 cm y 2.69 mm), mientras que los valores más bajos se registraron en las plántulas creciendo bajo el dosel (8.18 cm y 1.81 mm, Figura 7).

La anulación del experimento de crecimiento con *Cornus excelsa* (la única de las especies seleccionadas donde se obtuvo germinación después del tratamiento de remojo en agua por 24 horas) se debió a la alta mortalidad de plántulas recién germinadas.

**Tabla 2.** Sobrevivencia, tasa de crecimiento relativo e incremento real (en altura y diámetro) de las plántulas de *A. negundo* durante los primeros 4 meses creciendo en distinta condición de luz.

Condición	Cielo abierto	Invernadero	Bajo dosel
<b>Sobrevivencia</b>	100 %	97 %	95 %
<b>Tasa de crecimiento relativo</b>			
Altura (cm/mes)	0.63 ± 0.02	0.29 ± 0.01	0.05 ± 0.01
Diámetro (mm/mes)	0.40 ± 0.01	0.16 ± 0.01	0.07 ± 0.01
<b>Incremento real</b>			
Altura (cm)	77.12	15.49	1.58
Diámetro (mm)	5.7	1.28	0.43



**Figura 7.** Crecimiento en altura y diámetro de las plántulas de *Acer negundo* creciendo en distintas condiciones de luz durante un periodo de 4 meses, iniciando en marzo del 2010.

#### 5.4 Producción de hojas y área foliar

La producción de hojas fue estadísticamente diferente en respuesta a las distintas disponibilidad de luz (Kruskal-Wallis  $H=74.9, gl=2; P<0.001$ ). La respuesta de las plántulas siguió el mismo patrón que el crecimiento, hubo mayor producción de hojas en cielo

abierto (un promedio de 62 hojas) mientras que en las otras dos condiciones la producción no fue mayor a un promedio de 15 hojas (Figura 8). El área también presentó diferencias, a una mayor disponibilidad de luz el área aumenta y viceversa (Figura 9).

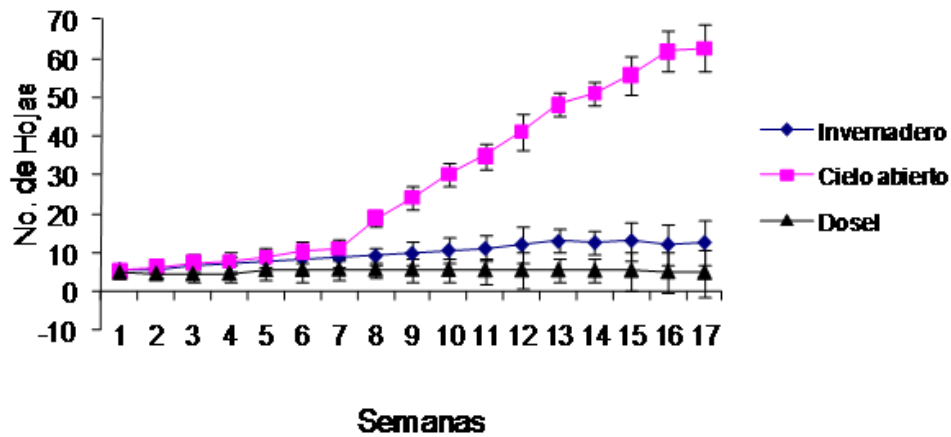


Figura 8. Producción de hojas en los sitios con diferente disponibilidad de luz.

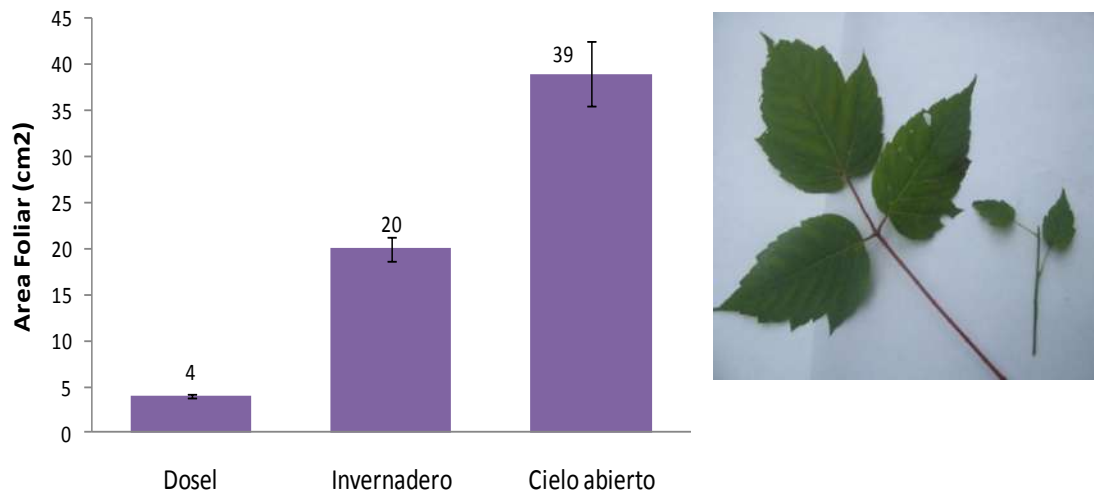
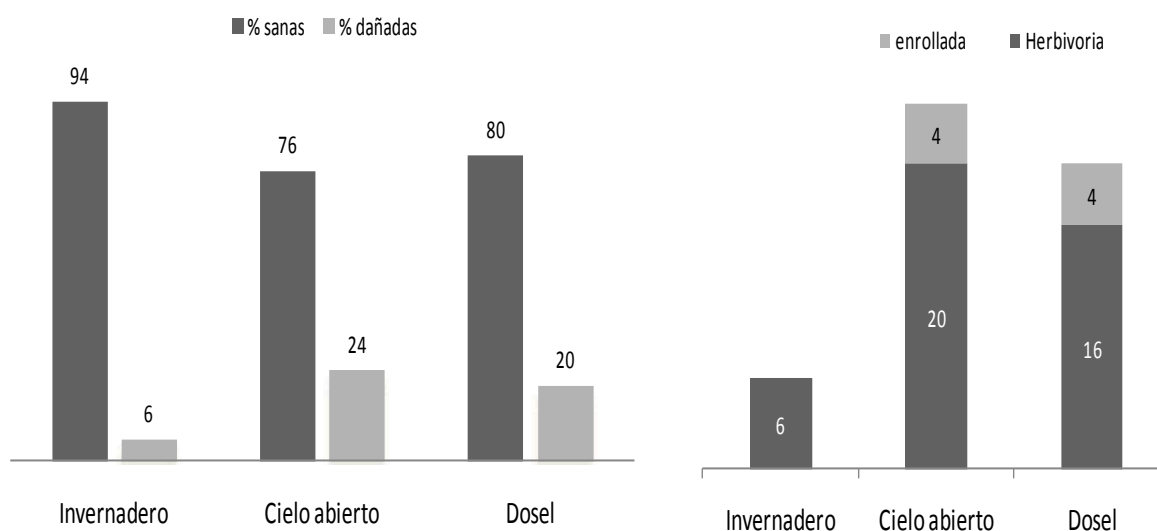


Figura 9. Promedios de área foliar en  $\text{cm}^2$  ( $\pm$  error estándar) en plántulas creciendo en las distintas condiciones de luz. La fotografía muestra el contraste del tamaño de las hojas en plántulas creciendo a cielo abierto y bajo el dosel.

## 5.5 Daño por herbivoría

Se obtuvo el porcentaje de hojas de plántulas con señas de haber sido atacadas por herbívoros y el de las que no presentaban ningún daño. Las plántulas dentro del invernadero fueron menos atacadas por herbívoros, mientras que a cielo abierto se registró el porcentaje más alto de herbivoría seguido por las plántulas colocadas bajo dosel (figura 10). El daño en las hojas se presentó de dos formas: herbivoría por insectos y enrollamiento en hojas debido a algunos artrópodos. El enrollamiento no afectó en el invernadero, únicamente las hojas de plántulas creciendo a cielo abierto y bajo dosel (figura 10).



**Figura 10.** Herbivoría en plántulas creciendo en las tres condiciones de luz. a) Porcentaje promedio por plántulas de hojas dañadas y sanas y b) Número por individuo de hojas enrolladas o con herbivoría.

## 6. DISCUSION

### 6.1 Caracterización de semillas

A excepción de *Acer negundo* la información sobre las especies nativas seleccionadas es escasa. Únicamente se ha reportado tamaño de semilla pero no peso o cantidad de semillas por kilo, dato que es importante para la propagación de las especies. El tamaño promedio de semillas de *Turpinia insignis* coincide con lo reportado por Niembro *et al.* (2004, 5.3 mm de largo por 5mm de ancho), de acuerdo a los resultados obtenidos las semillas son tan pequeñas que se necesita una gran cantidad para obtener un kilo (15 637semillas) lo cual representaría aproximadamente 1500 frutos.

Para el caso de *Ilex tolucana*, las semillas medidas en este trabajo son de mayor tamaño que las reportadas por Niembro *et al.* (2004, 2.2 mm de largo por 0.9 mm de ancho). Según datos obtenidos son semillas tan ligeras que se necesitan más de 200,000 para obtener un kilo. Se ha reportado variación en el tamaño de semillas de la misma especie, por ejemplo se reportó variación en el tamaño de semillas de *Cedrela odorata* en selvas tropicales de Campeche y Tabasco (Dalling *et al.*2002).

Para *Cornus excelsa* no se encontró datos sobre caracterización de semillas, solo se contó con datos de otra especie (*Cornus disciflora*) con semilla de un mayor tamaño. La colecta de semillasse reporta en el periodo de mayo a noviembre (Niembro *et al.* 2004) y en base a las observaciones de campo la época es de julio a octubre. El tamaño las semillas reportadas por Niembro *et al.* (2004,7.5mm de largo por 4.5 mm de ancho) es similar al encontrado en el sitio de estudio, sin embargo el peso de las semillas es menor que el reportado (más de 50 mil semillas por kilo y la literatura reporta hasta 40 mil por kilo).

### 6.2 Germinación de semillas

De las semillas de especies seleccionadas únicamente se observó germinación en *Cornus excelsa*. Las semillas se clasificaron según la dureza de su testa en blanda y dura, la única semilla de testa blanda fue *Acer negundo*, la cual no fue favorecida al momento de realizar las pruebas, ya que se infectaron por hongos lo que ocasiono la infertilidad del embrión con el tratamiento (remojo por 24 horas), sin obtener los resultados esperados. La información que se tiene sobre requerimientos y porcentaje de germinación de esta especie

es para poblaciones que se encuentran en la parte norte de su área de distribución, se reporta que pueden presentar latencia endógena por lo que se requiere de tratamientos pre germinativos para optimizar su rendimiento, los porcentajes de germinación van del 60 a 90% con una duración de 24 a 60 días (Hora 1981, Cabrera-Rodríguez 1985, Niembro *et al.* 2004). Además del remojo por 24 horas también se recomienda la estratificación en arena húmeda a las temperaturas bajas (de 4 a 5°C) por un periodo de 60 a 90 días (Niembro *et al.* 2004). Para el caso de las semillas de testa dura se escarificó de manera mecánica usando lija y el remojo pero ninguno de los tratamientos fue efectivo. Probablemente el tiempo transcurrido entre la colecta de semillas y la siembra de las mismas influyó, ya que las semillas que se sembraron aproximadamente 3 meses después de la colecta. Cuando se colocaron en camas semilleras a menos de un mes de su colecta sí germinaron. La semilla de esta especie (*A. negundo*) ha sido reportada como ortodoxa (Niembro *et al.* 2004) y también como recalcitrante (Chin y Roberts 1980). Los resultados sugieren que se trata de semillas recalcitrantes donde las semillas pierden humedad muy pronto por lo tanto dejan de ser viables y es difícil almacenarlas por periodos largos.

Dentro de las especies de testa dura *Cornus excelsa* fue la única donde se observó un porcentaje de germinación del 43% alcanzado de manera gradual después de 2 meses. No se encontraron reportes de germinación para poder comparar porcentajes y tiempos de germinación. En este caso el remojo fue suficiente para que las semillas germinaran, de hecho la germinación se presentó únicamente con el remojo mientras que las semillas estratificadas mecánicamente o remojadas en agua caliente no germinaron. Las otras 2 especies con semillas de testa dura, *Ilex toluhana* y *Turpinia insignis*, no germinaron aunque se les dio tratamiento previo con agua caliente y raspado con lija. En ambas especies sus frutos son comidos por diversas especies de aves que dispersan sus semillas a grandes distancias (Niembro *et al.* 2004), por lo tanto probablemente sus semillas requieren pasar por el trato digestivo de un ave para romper la latencia. Para el caso de *Turpinia insignis*, no se encontraron reportes de su porcentaje y tiempos de germinación. Para *Ilex toluhana*, Niembro *et al.* (2004) reporta que las semillas probablemente sean ortodoxas, con una latencia originada en parte por la inmadurez del embrión y en parte por la impermeabilidad de la pared del pireno que rodea a la testa; para estimular su germinación se recomienda estratificar en arena húmeda por 60 días alternado diariamente las



temperaturas de 20 y 30°C. En este estudio únicamente se experimentó con remojo previo, agua caliente y estratificación mecánica con lija sin resultados positivos. Probablemente el uso de ácido podría acelerar el proceso.

La clasificación de semillas ortodoxas y recalcitrantes está en función de las características de las semillas para mantener o no su viabilidad como respuesta a ambientes controlados para su conservación y almacenamiento (controlando temperatura y humedad relativa). Las semillas ortodoxas pueden prolongar la viabilidad por periodos largos (Roberts 1972), mientras que las recalcitrantes no soportan ser deshidratadas o enfriadas sin que se altere su capacidad de germinación muriendo en la mayoría de los casos en un lapso relativamente corto, por lo que no se recomienda su almacenamiento (Niembro *et al.* 2004).

El conocimiento del comportamiento de las semillas de las distintas especies es importante para planear las estrategias de conservación a largo plazo. Debido a que la mayoría de las semillas de las especies arbóreas del bosque mesófilo de montaña se consideran recalcitrantes, se recomienda que estas sean sembradas rápidamente después de la colecta para evitar latencia secundaria o la muerte del embrión (Saldaña-Acosta *et al.* 2001). Se ha reportado que la viabilidad de las semillas está en función de la cantidad de reservas nutritivas (Sánchez *et al.* 2006), en las semillas seleccionadas el tamaño es pequeño por lo que las reservas nutritivas no son abundantes, lo que puede limitar su viabilidad por periodos largos.

En general, el agua es un factor limitante en la germinación, sin embargo en el bosque mesófilo la humedad siempre es constante por lo que no representaría un problema. Lo que si se considera limitó la germinación fue la naturaleza de las semillas y sus cubiertas ya que al presentar testa dura eran en ocasiones impermeables al agua. La latencia innata de algunas semillas, que probablemente se presenta como una adaptación a la dispersión de sus semillas, también represento una probable causa de la falta de germinación. Así mismo el tiempo transcurrido entre la colecta y la siembra pudo contribuir a la nula germinación.

### **6.3 Crecimiento de *Acer negundo* en tres condiciones lumínicas.**

Durante los primeros cuatro meses las plántulas de *Acer negundo* sembradas bajo diferentes condiciones de luz presentaron diferentes tasas relativas de crecimiento (tanto en altura como en diámetro). Las plántulas con mayor cantidad de luz (sembradas a cielo

abierto) alcanzaron las tasas más altas (altura 0.63cm/mes y diámetro 0.40 mm/mes). Las plántulas creciendo en el invernadero presentaron los valores intermedios (0.29 cm/mes y 0.16 mm/mes), mientras que las plántulas creciendo bajo el dosel presentaron los valores más bajos (0.05 cm/mes y 0.07 mm/mes). Bajo el dosel, la regeneración del estrato arbóreo se presenta en forma potencial, ya que la mayoría de las plántulas permanecen en un tamaño fijo, o bien muestran poco crecimiento, esperando mejores condiciones para desarrollarse (Puig, 1993). El desarrollo de las plántulas bajo dosel sugiere que esta especie puede sobrevivir en este ambiente con un crecimiento lento pero en cuanto la disponibilidad de luz aumente (por ejemplo al abrirse un claro en el dosel) el crecimiento puede acelerarse. Lo anterior se ha reportado por ejemplo para especies de *Quercus* que pueden permanecer como plántulas durante largo tiempo, formando un banco de plántulas persistente, donde el crecimiento puede ser activado cuando se recibe la influencia de un claro, es decir toleran la sombra pero son capaces de reaccionar con crecimiento a un pulso de radiación (Suárez-Guerrero, 1998).

*A. negundo* debido a su presencia en áreas riparias podría ser catalogado como especie demandante de luz, sin embargo su desarrollo bajo el dosel indica que tiene plasticidad de crecimiento con respecto a la luz. Esta plasticidad ya ha sido reportada en otros estudios como el de Fetcher *et al.* (1987) en Costa Rica donde reportan que *Dipteryx panamensis*, una especie que ha sido clasificada como demandante de luz como adulto, es tolerante a la sombra durante sus estadios jóvenes. En esta especie la luz influye en su crecimiento a niveles intermedios de luz (en claros con 6-20% de luz) o a niveles muy altos como en plantaciones (mayor a 20%). En este trabajo las tasas de crecimiento también aumentan en relación con la luz. Otros trabajos donde se reporta el mismo patrón son por ejemplo, Romo (2005) que encontró diferencias en crecimiento en relación a la disponibilidad de luz, usando *Dipteryx micratha* observando que el crecimiento de plántulas transplantadas a claros de bosques es mayor que las transplantadas en el sotobosque, sin embargo a niveles más altos de luz, como los individuos en plantaciones, el crecimiento es mayor que en los claros. En estudio en bosque mesófilo de montaña en el centro de Veracruz se transplantaron especies nativas dentro y fuera del bosque encontrándose que las tasas de crecimiento más altas correspondían a las plantas creciendo fuera del bosque, sin embargo la mortalidad fuera del bosque también fue mucho mayor

(Álvarez-Aquino *et al.* 2004). Marañón *et al.* (2004) en un estudio realizado en España con dos especies de *Quercus* se observó un mayor crecimiento en las plántulas sembradas en campo a cielo abierto comparadas a las sembradas bajo dosel de árboles, sin embargo la supervivencia fue menor en la zona abierta, concluyéndose que la luz fue el principal factor determinante de los cambios de crecimiento. En este mismo trabajo también se reporta que las plántulas de *Quercus* con mayor cantidad de luz crecieron 6 veces más que las que estaban con sombra. En este estudio con *A. negundo* sucedió algo similar ya que la altura de las plántulas a cielo abierto es casi 10 veces mayor que las plántulas creciendo bajo dosel. En contraste, Gómez-Aparicio (2004) reporta en un estudio con *Acer opalus* en España, un bajo éxito de reclutamiento en micrositos al descubierto, encontrándose que las plántulas en zonas abiertas presentaban mayor sensibilidad a los altos niveles de radiación. Así mismo, Vargas *et al.* (2004) en el occidente de México reporta que no se encontró una relación significativa entre la densidad de plántulas de *Acer saccharum* subsp. *Skutchii* y el porcentaje de la apertura del dosel mencionando que las condiciones lumínicas son determinantes para el establecimiento y persistencia de la regeneración, por lo tanto las modificaciones en el microambiente como resultado de la extracción forestal pueden afectar negativamente las poblaciones de *A. saccharum*.

La producción de hojas y el área foliar también fue distinto según la disponibilidad de luz, siguiendo el mismo patrón que el crecimiento. Hubo mayor producción de hojas en cielo abierto que en las otras dos condiciones. En sitios con más luz el área foliar es mayor y viceversa. En el estudio realizado por Gómez-Aparicio (2004) con *Acer opalus* se reporta que *Acer* tiene la capacidad de responder al ambiente lumínico mediante la modificación tanto de sus características morfológicas como fisiológicas y especialmente arquitectónicas que favorecían su alto éxito de reclutamiento natural en microhábitats sombreados. En el estudio realizado con *Quercus* en bosque mesófilo de Veracruz (Suárez-Guerrero, 1998) se reporta mayor área foliar dentro del bosque, contrario a lo observado en este estudio.

#### **6.4 Daño por herbivoría**

El ataque por herbívoros fue mayor en las plántulas creciendo a cielo abierto seguido por las plántulas que están bajo el dosel. Dentro del invernadero las plántulas están de alguna manera protegidas por lo que el daño es mínimo. Varios trabajos con herbivoría

de plántulas han reportado mayor daño en áreas abiertas. Arteaga (2006) en un estudio en Bolivia reporta que la herbívoría en plántulas de *Cedrela odorata* es mayor cuando crece en claros del bosque probable a que estas sean más fácilmente encontradas por los herbívoros. En la estación de los Tuxtlas en Veracruz Núñez-Farfán y Dirzo (1985) encontraron que, en claros de la selva, la mayor parte del daño en el follaje las plántulas de dos de las especies pioneras más importantes en la zona (*Cecropia obtusifolia* y *Heliocarpus appendiculatus*) fue causado por insectos, se observó que los niveles de herbívoría aumentaron gradualmente y tendieron a estabilizarse a un valor de *ca* 25% de área foliar consumía por plántula. Debido a la baja sobrevivencia asociada a la herbívoría se observó que la diversidad florística en los claros era mucho menor que en otros sitios. No se demuestra en este estudio pero probablemente la herbívoría estimule una mayor producción de hojas. En un estudio con *Brosimum aliscastrum* y *Vitistia liifolia* se demostró de manera experimental que la defoliación producida por la herbívoría afecta de manera positiva la tasa relativa de crecimiento en área foliar, este efecto se produce sobretodo con alta disponibilidad de luz (Ballina-Gómez *et al.* 2010). Existen reportes comparando el daño por herbívoría y patógenos en plantas de acuerdo a su ubicación dentro del bosque o en borde encontrándose que el daño por patógenos fue mayor en bordes (Benítez-Malvido y Lemus-Albor 2005). En este caso las plántulas no se ubicaron en bordes pero si en sitios con alta disponibilidad de luz pero no se observó daño por patógenos.

El daño por herbívoría varía según la intensidad de la misma. En el caso de este estudio no se alcanzaron porcentajes mayores al 30% aun cuando se trató de plántulas y juveniles, por lo que no se puede considerar como principal causante de mortalidad. Existen reportes como el de Pedraza-Pérez y Williams-Linera (2005) donde la exclusión de depredadores en plántulas recién establecidas de *Carpinus* y *Liquidambar* aumentaba la sobrevivencia de las mismas. Gómez-Aparicio (2004) también reporta mayor daño si el ataque es en etapas tempranas o juveniles. Según Barone y Coley (2002) el grado de daño por herbívoría también se relaciona con la estrategia adoptada por el árbol, las especies pioneras experimentan cuatro veces más daño que las especies tolerantes a la sombra (Gómez-Pompa y Del Amo 1985). *Acer negundo* al ser considerado una especie intermedia presenta menos herbívoría.

Otros estudios reportan lo contrario, mayor herbívoría con menor disponibilidad de luz (Romina-Dimarco *et al.* 2003). Gómez-Pompa y Del Amo (1985) mencionan que la etapa reproductiva y los primeros estadios de desarrollo constituyen los dos periodos más críticos en el ciclo de vida de las especies primarias donde las presiones de selección son más fuertes; durante este periodo son altamente vulnerables al ataque de herbívoros y microorganismos, un factor de selección que influye en la reducción de las poblaciones de plántulas y semillas. Señalando que este daño es mayor con poca iluminación y alta precipitación.

## 7. CONCLUSIONES

Sólo se evaluó el porcentaje de germinación de *Cornus excelsa*, con un 43%, ya que las semillas de las otras especies no germinaron. Las semillas de *C. excelsa* lo hicieron después de remojo de 24 hrs. Las semillas de *A. negundo*, depositadas en camas semilleras germinaron a menos de un mes de su colecta. Probablemente el periodo entre colecta y siembra afecte la viabilidad de las semillas.

El crecimiento temprano de plántulas de *Acer negundo* se ve favorecido en ambientes con mayor disponibilidad de luz, como fue el sitio de cielo abierto. En estas condiciones el desarrollo de las plántulas fue mayor que bajo el dosel del bosque. En base a los resultados esta especie puede ser transplantada en áreas abiertas y también dentro del bosque donde se desarrollara lentamente hasta que una abertura del dosel que le permita acelerar su crecimiento.

El daño por herbívora se presentó pero no al grado de afectar la sobrevivencia de plántulas, aun en el sitio con cielo abierto donde se presento el mayor porcentaje de daño foliar (24%). Aun cuando *A. negundo* alcanza su optimo establecimiento y crecimiento en ambientes con mayor disponibilidad de luz, la especie puede ser usada para restaurar sitios con distintas condiciones de luz. Se sugiere continuar con los estudios para determinar tiempos de almacenaje de semillas sin perder su viabilidad.

## 8. LITERATURA

- Álvarez-Aquino C., Williams-Linera G. y A. C. Newton. 2004. Experimental native tree seedling establishment for the restoration of a Mexican cloud forest. *Restoration Ecology* 12(3): 412-418.
- Álvarez-Aquino C., Williams-Linera G. y A.C. Newton. 2005. Disturbance effects on the seed bank of Mexican cloud forest. *Biotropica* 37(3): 337-342.
- Arteaga L. 2006. Crecimiento y herbívora de plántulas de *Cedrela odorata* (Meliaceae) comparando un área abierta y otras bajo regeneración natural en la Estación Biológica Tunquini. *Ecología en Bolivia* 41(1): 130-137.
- Ballina-Gómez H.S., Iriarte-Vivar S., Orellana R. y S. Santiago. 2010. Compensatory growth responses to defoliation and Light availability in two native Mexican Woody plant species. *Journal of Tropical Ecology* 26: 163-171.
- Barone A. J. y D. P. Coley. 2002. Herbivorismo y las defensas de las plantas. En: Guariguata M. y H.G. Kattán (eds). *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Libro Universitario Regional. Costa Rica. Pp. 465-488.
- Benítez-Badillo G., Pulido-Salas M. T. y M. Equihua. 2004. Árboles multiusos nativos de Veracruz para reforestación, restauración y plantaciones. Instituto de Ecología, A. C., SIGOLFO, CONAFOR. Xalapa, Veracruz. Xalapa, Veracruz, México. 288 pp.
- Benítez-Malvido J. y A. Lemus-Albor. 2005. The seedling community of tropical rain forest edges and its interaction with herbivores and pathogens. *Biotropica* 37 (2): 301-313.
- Cabrera-Rodríguez L. 1985. Aceraceae. Flora de Veracruz. Fascículo 46. Instituto de Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Ver. México.
- Chin H.F. y E.H. Roberts. 1980. *Recalcitrant crop seeds*. Tropical Press SDN.BHD, Kuala Lumpur.
- Cronquist A. 1977. *Introducción a la botánica*. Cia. Editorial Continental, S.A. de C.V. México, D.F. Pp. 848.
- Dalling J.W., Harmss K. y W.E. Schupp. 2002. Ecología de las semillas. En: Guariguata M. y H.G. Kattán (eds). *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Libro universitario regional. Costa Rica. Pp. 345-375.
- Fetcher N., Oberbauer S., Rojas G. y B. Strain. 1987. Efectos del régimen de luz sobre la fotosíntesis y el crecimiento en plántulas de árboles de un bosque lluvioso tropical de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*: 97-110.

- García E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 3ª Edt. Larios S.A. México. 217 pp.
- Gómez Aparicio L. 2004. Papel de la heterogeneidad en la regeneración del *Acer opalus* subsp. *granatense* en la montaña mediterránea: implicaciones para la conservación y restauración de sus poblaciones. *Ecosistemas* 13 (3). <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=51>
- Gómez-Pompa A. 1978. Ecología de la vegetación del estado de Veracruz. Instituto de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Compañía Editorial Continental, A.C. Xalapa, Ver. 91pp.
- Gómez-Pompa y S. Del Amo. 1985. Investigaciones sobre regeneración de selvas altas en Veracruz, México. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos bióticos, Xalapa Veracruz México. Vol. II. Pp. 313-332.
- Hora, B. 1981. The Oxford Encyclopedia of Trees. Oxford University Press, Oxford. 288 pp.
- Hunt, R. 1990. Basic growth analysis. Unwin-Hyman Ltd, London, United Kingdom. 112pp.
- Marañón T, Villar R, Quero J. y I. Pérez Ramos. 2004. Análisis del crecimiento de plántulas de *Quercus suber* y *Q. canariensis*: Experimentos de campo y invernadero, Universidad de Córdoba España, Facultad de ciencias, Actas de la I reunión sobre ecología, ecofisiología y suelos forestales, pp.87-92.
- Muñiz Castro M. A. 2008. Sucesión secundaria y establecimiento de especies arbóreas nativas para restauración de bosque mesófilo de montaña en potreros abandonados del centro de Veracruz. Tesis de doctorado. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Ver. México. 64 pp.
- Niembro R. A., Morato I. y J. A. Cuevas Sánchez. 2004. Catálogo de frutos y semillas de árboles y arbustos de valor potencial para el desarrollo forestal de Veracruz y Puebla. Departamento de Productos Forestales y Conservación de Bosques, Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México.
- Núñez-Farfán J y R. Dirzo, R. 1985. Herbivoría y sucesión en una selva perennifolia. En: Gómez-Pompa y S. Del Amo (Eds). Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz. Instituto nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Xalapa Veracruz México. Vol. II, pp. 313-332.
- Oldeman, R. A. A y J. Van Dijk. 1991. Diagnosis of the temperament of tropical rain forest trees. Gómez-Pompa, T.C. Whitmore y M. Hadley, editores. Rain forest regeneratica and management. París y TheParteón. Pub. Group. Inglaterra. pp. 21-65.



- Patiño-Varela F., Villagómez P. A., Talavera A., I. y F. Camacho Morfin. 1983. Guía para Recolección y Manejo de semillas de Especies forestales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. SARH. Subsecretaría forestal. Boletín Divulgativo. México. D.F. (63): 35-42.
- Pavón-Hernández N. P. 1992. Estudio de la distribución espacial de *Tilia mexicana* Schlecht. En una zona de bosque mesófilo de montaña, en la Sierra de Naolinco, Ver. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. U.V. Xalapa, Ver. México. 30 pp.
- Pedraza- Pérez R.A. y G. Williams- Linera. 2005. Condiciones de microhabitat para la germinación y establecimiento de dos especies de árboles del bosque mesófilo de montaña en México. *Agrociencia* (39): 457-467.
- Puig H. 1993. Árboles y arbustos del bosque mesófilo de montaña de la reserva el cielo, Tamaulipas, México. Unesco. Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Veracruz, Mexico. 84 pp.
- Ramírez-Marcial N., A. Camacho-Cruz., M. González-Espinosa. 2003. Guía para la propagación de especies leñosas nativas de los Altos y montañas del Norte de Chiapas. El Colegio de la Frontera Sur. Ecosur. San Cristóbal de las casas, Chiapas. México. 39 pp.
- Roberts E.H. 1972. Storage environment and the control of viability in viability of seeds Chapman and Hall Lmtd. London. pp. 14-58.
- Romina-Dimarco, Russo G. y A.G. Farji-Brener. 2003. Patrones de herbivoría en seis especies leñosas del bosque templado de América del Sur: evidencia preliminar a favor de la hipótesis del balance carbono-Nutrientes. Asociación Argentina de Ecología. *Ecología Austral*. Centro Regional Universitario Bariloche, Argentina. Pp. 39-43.
- Romo Reátegui M., 2005. Efecto de la luz en el crecimiento de plántulas de *Dipteryx micrantha* Harms "Shihuahuaco" trasplantadas a sotobosque, claros y plantaciones. *Ecología aplicada*, Universidad Nacional Agraria la Molina Lima Perú. (4) 1-8.
- Rzedowski J. 1978. Vegetación en México, Editorial Limusa, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto politécnico Nacional. México. Pp. 315-326.
- Rzedowski J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botánica Mexicana* 35: 25-44.
- Saldaña-Acosta A., Zuloaga-Aguilar M.S. y E.J. Jardel-Peláez. 2001. Germinación de *Acer skutchii* Render y *Magnolia iltisiana* Vázquez en la Reserva de la Biosfera sierra de Manatlán, Jalisco, México. *Foresta veracruzana*. 3: 1-8.

- Sánchez, D., Arends, E., Villareal, A. y A. Cegarra. 2006. Fenología y caracterización de semillas y plántulas de *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Sprengel) Schumann. *Plántula*, 4(1):49-64.
- SEMARNAP. Norma Oficial Mexicana. 1994. NOM-ECOL-054-1994. Diario Oficial.
- Sosa V. 1978. Cornaceae. Flora de Veracruz, fascículo 2, Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Veracruz. Pp. 5-8.
- Suárez-Guerrero, A. I. 1998. Germinación y crecimiento de encinos en ambientes inducidos por la fragmentación del bosque mesófilo de montaña en Veracruz. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 89 pp.
- Suárez-Guerrero, A. I. 2008. Efecto de ensamblajes de leñosas nativas en la restauración del bosque mesófilo de montaña. Tesis de Doctorado. Instituto de Ecología. A. C. Xalapa, Ver. México. 95 pp.
- Vargas Rodríguez Y., Vázquez García A. Y J. Platt. L. W. 2004. Gradientes ambientales en el establecimiento de poblaciones de *Acer saccharum* subsp. *Skutchii* y *Podocarpus reichei* en el occidente de México, *Ibugana Boletín*. (12) 35-41.
- Vázquez-Yañes, C., A. I. Batis Muñoz, M. I. Alcocer Silva, M. Gual Díaz y C. Sánchez Dirzo. 1999. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO - Instituto de Ecología, UNAM.
- Vergara Martínez, J. A. 1999. Fenología y dispersión de *Tilia mexicana* Schl. en la Sierra de Chiconquiaco, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. U.V. Xalapa, Ver. Mexico. 48 pp.
- Whitmore, T. C. 1989. Canopy gaps and the two major groups of trees. *Ecology* 70 (3): 536-538.
- Whitmore, T.C. 1991. Tropical rain forest dynamics and its implications for management. En: Gómez-pompa, T.C. Whitmore y M. Hadley (eds). *Rain forest regeneration and management*. Paris y The Parteón. Pub. Group. Inglaterra. Pp. 67-89.
- Williams-Linera, G. 2007. El bosque de niebla del centro de Veracruz: Ecología, Historia y Destino en tiempos de Fragmentación y Cambio climático. Conabio. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Ver. México. 203 pp.