

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES
INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES



**DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS
EN EL CENTRO DE INVESTIGACION EN ECOLOGÍA UNAM,
SEDE MOREALIA (CIECO) EN EL ESTADO DE MICHOACÁN,
MÉXICO.**

Informe técnico presentado a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero en Recursos Naturales.

CONSTANZA PINTO MARCHANT

MORELIA-MÉXICO

2012

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES
INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES



**DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS
EN EL CENTRO DE INVESTIGACION EN ECOLOGÍA UNAM,
SEDE MOREALIA (CIECO) EN EL ESTADO DE MICHOACÁN,
MÉXICO.**

Informe técnico presentado a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero en Recursos Naturales.

CONSTANZA PINTO MARCHANT

PROFESOR GUIA: PATRICIO NUÑEZ
PROFESOR CO-GUÍA: ROBERTO LINDIG-CISNEROS

MORELIA-MÉXICO

2012

**DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS
EN EL CENTRO DE INVESTIGACION EN ECOLOGÍA UNAM, SEDE
MOREALIA (CIECO) EN EL ESTADO DE MICHOACÁN, MÉXICO.**

PROFESOR GUIA:

PATRICIO NUÑEZ
INGENIERO FORESTAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORESTALES,
UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA, TEMUCO, CHILE.

PROFESOR CO-GUIA:

ROBERTO LINDIG-CISNEROS
DOCTOR EN RECURSOS TERRESTRES
LABORATORIO DE ECOLOGIA DE RESTAURACIÓN,
CIECO, MORELIA, MÉXICO.

CALIFICACION PROMEDIO INFORME DE PRÁCTICA PROFESIONAL : _____

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.	9
2. DESCRIPCIÓN DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN ECOSISTEMAS UNAM CAMPUS MORELIA (CIECO) Y DEL LABORATORIO DE ECOLOGÍA DE RESTAURACIÓN.	11
3. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS.....	12
3.1. ACTIVIDAD 1: REVISIÓN DE ANTECEDENTES DE LOS SITIOS DE TRABAJO EN LOS QUE SE REALIZÓ LA PRÁCTICA.....	12
3.2. ACTIVIDAD 2: EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE SEIS ESPECIES HERBÁCEAS Y ARBUSTIVAS EN EL ANP CERRO PUNHUATO, MICHOACÁN. 12	
3.2.1. <i>Introducción</i>	12
3.2.2. <i>Antecedentes generales del área de estudio</i>	13
Geología y Edafología.....	14
Clima.....	15
Hidrología.....	15
Flora	15
Fauna	16
3.2.3. <i>Metodología</i>	17
Pre-germinado	17
Sembrado.....	17
Plantación en la Área de Estudio y Cuantificación de Desempeño	18
Diseño de Plantación.....	18
Toma de datos	20
Estadística Descriptiva	20
3.3. ACTIVIDAD 3: EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE SEIS ESPECIES HERBÁCEAS Y ARBUSTIVAS EN EL EJIDO DE ATÉCUARO, MICHOACÁN.	20

3.3.1. <i>Introducción</i>	20
3.3.2. <i>Antecedentes generales del área de estudio</i>	20
Geología y Edafología.....	22
Clima	23
Hidrología.....	23
Flora	24
3.3.3. <i>Metodología</i>	25
Pre-germinado y sembrado.....	25
Plantación en las Áreas de Estudio y Cuantificación de Desempeño	25
Diseño de Plantación.....	25
Toma de datos	27
Estadística Descriptiva	27
3.4. AVTIVIDAD 4: EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO DE 6 ESPECIES NATIVAS EN ENSAYO DE FERTILIZACIÓN EN VIVERO DEL CIECO.	27
3.4.1. <i>Introducción</i>	27
3.4.2. <i>Material de Estudio</i>	27
3.4.3. <i>Especies Empleadas en el ensayo.</i>	28
3.4.4. <i>Metodología</i>	28
Pre-germinado y siembra	28
Plantación en Macetas.....	28
Cuantificación de Desempeño.....	31
Toma de datos	31
Estadística Descriptiva	32
4. RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS ACTIVIDADES REALIZADAS EN LA PRÁCTICA EN EL CIECO.	33

4.1. RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD 1: REVISIÓN DE ANTECEDENTES DE LAS ÁREAS DE ESTUDIO.	33
4.2. RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD 2: EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO DE SEIS ESPECIES HERBÁCEAS Y ARBUSTIVAS EN EL ANP CERRO PUNHUATO, MICHOACÁN.	33
4.2 RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD 3: EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO DE SEIS ESPECIES HERBÁCEAS Y ARBUSTIVAS EN EL EJIDO DE ATÉCUARO, MICHOACÁN.	37
4.3 RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD 4: EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO DE 6 ESPECIES NATIVAS EN ENSAYO DE FERTILIZACIÓN EN VIVERO DEL CIECO.	39
5. RECOMENDACIONES GENERALES.	46
6. REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS	48
6.1. REFERENCIAS ELECTRONICAS.	48
ANEXOS.	49

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Alturas por especie obtenidas en el período.	35
Cuadro 2 Mortalidad (%), por especie en ANP Cerro del Punhuato.	35
Cuadro 3 Alturas por especie obtenidas en el período.	38
Cuadro 4 Mortalidad (%) por especie Ejido Atécuaro.	38
Cuadro 5 Incremento medio real (cm) por tratamiento para <i>Lupinus elegans</i>	40
Cuadro 6 Incremento medio real (cm) por tratamiento para <i>Salvia fulgens</i>	41
Cuadro 7 Incremento medio real (cm) por tratamiento para <i>Lupinus mexicanus</i>	42
Cuadro 8 Incremento medio real (cm) por tratamiento para <i>Crotalaria rotundifolia</i>	43
Cuadro 9 Incremento medio real (cm) por tratamiento para <i>Asclepias curassavica</i>	44
Cuadro 10 Incremento medio real (cm) por tratamiento para <i>Crotalaria pumila</i>	45

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Altura (cm) por especie y medición en la ANP Cerro Punhuato.	34
Gráfico 2 Cantidad de frutos medios en las mediciones 2* y 3 y para frutos máximos para la ANP Cerro Punhuato.	36
Gráfico 3 Altura (cm) por especie por Medición en Ejido Atécuaro.	37

Gráfico 4 Cantidad de frutos medios en las mediciones 2* y 3 y para frutos máximos para Ejido Atécuaro.....	39
Gráfico 5 Alturas medias por tratamiento para <i>Lupinus elegans</i>	39
Gráfico 6 Alturas medias por tratamiento para <i>Salvia fulgens</i>	40
Gráfico 7 Alturas medias por tratamiento para <i>Lupinus mexicanus</i>	41
Gráfico 8 Alturas medias por tratamiento para <i>Crotalaria rotundifolia</i>	42
Gráfico 9 Alturas medias por tratamiento para <i>Asclepias curassavica</i>	43
Gráfico 10 Alturas medias por tratamiento para <i>Crotalaria pumila</i>	44

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1 Ubicación espacial áreas de estudio en el Estado de Michoacán y en torno a la ciudad de Morelia.	10
Figura 2 ANP Cerro Punhuato.....	13
Figura 3 Ubicación del sitio de muestreo dentro de la ANP Cerro Punhuato.	14
Figura 4 Especies sembradas esperando la plantación.	18
Figura 5 Croquis de distribución de la plantación en Jardín Botánico ANP Cerro Punhuato.	19
Figura 6 Vista del establecimiento de <i>Asclepias curassavica</i> en el Jardín Botánico ANP Cerro Punhuato.	19
Figura 7 Mapa de ubicación del ejido de Atécuaro respecto del Estado de Michoacán y México.	21
Figura 8 Parcelas del ensayo de restauración Atécuaro.	21
Figura 9 Saltamontes sobre <i>un Lupinus elegans</i> en Terreno.	22
Figura 10 Cárcavas, áreas erosionadas de Atécuaro contenidas por neumáticos y sacos.	24
Figura 11 Croquis de la disposición de las parcelas en Atécuaro vista desde arriba. ...	25
Figura 12 Croquis de la disposición de las parcelas en Atécuaro vista desde frente.	26
Figura 13 Disposición y estado de las plantas en las sub-parcelas de la repetición 1 en la primera medición.	26
Figura 14 Inmediaciones de los viveros del CIEco.	28
Figura 15 Croquis de plantación de las 6 especies en las macetas.	29
Figura 16 Disposición de las plantas en las macetas.	29
Figura 17 Proceso de dosificación de fertilizante.....	30
Figura 18 Cosecha de del vástago aéreo de las plantas herbáceas de las macetas.	31
Figura 19 Principales estructuras de <i>Lupinus elegans</i>	50
Figura 20 Principales estructuras de <i>Salvia fulgens</i>	51
Figura 21 Principales estructuras <i>Lupinus mexicanus</i>	52
Figura 22 Principales estructuras de <i>Crotalaria rotundifolia</i>	52
Figura 23 Principales estructuras de <i>Asclepias curassavica</i>	53
Figura 24 Principales estructuras de <i>Crotalaria pumila</i>	54

Figura 25 Principales estructuras <i>Pinus pseudostrobus</i>	55
Figura 26 Principales estructuras de <i>Eysenhardtia polystachya</i>	56

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Tipos de Áreas naturales Protegidas según el Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente del Estado de Michoacán de Ocampo. 49	
Anexo 2 Descripciones Botánicas de las Especies Empleadas en los Estudios	50

1. INTRODUCCIÓN.

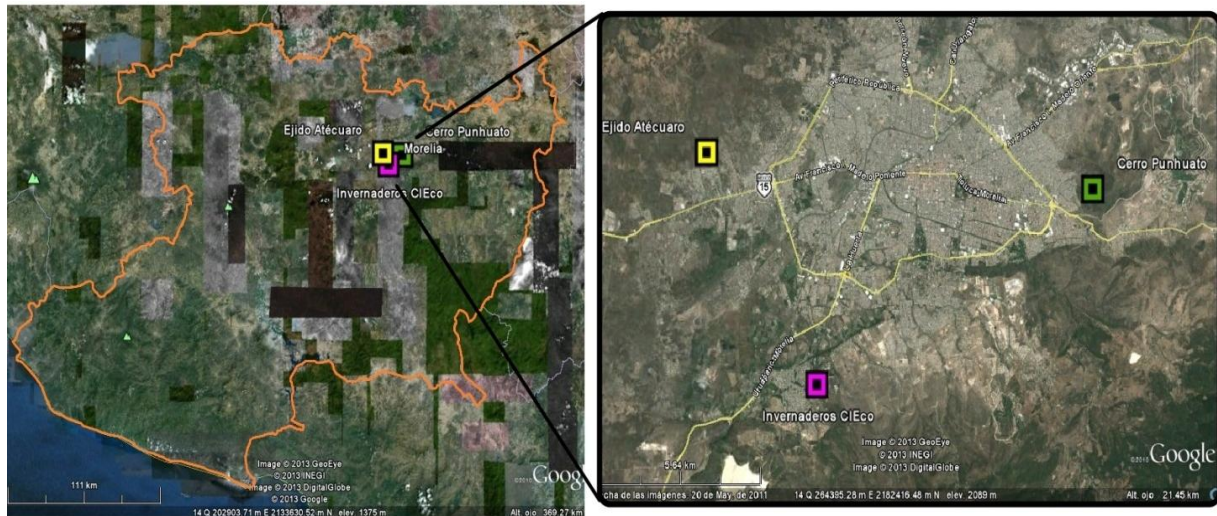
El presente documento corresponde a un informe de práctica profesional, la cual tiene por objetivo exponer al estudiante a una situación laboral real en la cual se debe desarrollar un trabajo propio de la especialidad, contribuyendo al conocimiento o resolución de problemas asociados a los recursos naturales, utilizando para ello el conocimiento científico-tecnológico en forma rigurosa, factible y ética.

En esta ocasión la práctica profesional se realizó en un período de 16 semanas en el Centro de Investigaciones en Ecosistemas UNAM campus Morelia (CIEco), el cual pertenece a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en el Laboratorio de Ecología de Restauración a cargo del Dr. Roberto Lindig Cisneros.

Durante el período de práctica se realizó una Evaluación comparativa del desempeño (crecimiento, supervivencia y fructificación) de dos plantaciones con especies herbáceas y arbustivas nativas en dos lugares cercanos a la ciudad de Morelia en el Estado de Michoacán, México (Figura 1), El ANP Cerro Punhuato y el Ejido Atécuaro. Además se evaluó el comportamiento de las mismas especies herbáceas y arbustivas en macetas bajo un ensayo de fertilización, en las inmediaciones del vivero del CIEco.

La práctica se enmarca en dos proyectos que desarrolla el Laboratorio de Ecología de Restauración del CIEco donde cuyos objetivos son para el proyecto 1, localizado en el ANP Cerro Punhuato el establecer colecciones de especies nativas con la función de aportar herramientas para la educación ambiental y a la vez incrementar la biodiversidad del ANP y para el proyecto 2, localizado en el ejido Atécuaro el revegetar sitios severamente erosionados para frenar y evitar pérdidas de suelos productivos y recuperar al menos parcialmente, servicios ecosistémicos.

Para desarrollar los objetivos antes planteados se realizaron 4 actividades que comprenden a la práctica profesional, estas son: Revisión de antecedentes de los sitios de trabajo en los que se realizó la práctica, Evaluación del desempeño de seis especies herbáceas y arbustivas en el ANP cerro Punhuato, Michoacán, Evaluación del desempeño de seis especies herbáceas y arbustivas en el ejido de Atécuaro, Michoacán y Evaluación de desempeño de seis especies nativas en ensayo de fertilización en vivero del CIEco.



Simbología Ejido Atécuaro ANP Cerro Punhuato CIEco

Figura 1 Ubicación espacial áreas de estudio en el Estado de Michoacán y en torno a la ciudad de Morelia.

Fuente: Google Earth, 2013.

2. DESCRIPCIÓN DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN ECOSISTEMAS UNAM CAMPUS MORELIA (CIECO) Y DEL LABORATORIO DE ECOLOGÍA DE RESTAURACIÓN.

El Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIEco) es una dependencia de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) que está dedicada a la investigación científica, a la formación de recursos humanos y a la difusión de conocimiento a la sociedad. La comunidad científica del CIEco pretende aportar conceptos teóricos, metodológicos y tecnológicos que sean útiles para el entendimiento de sistemas socio-ecológicos sustentables. Para ello, el Centro realiza estudios sobre conservación, restauración, ordenamiento y aprovechamiento de los ecosistemas, sus recursos y servicios, desde una perspectiva interdisciplinaria, donde confluyen disciplinas de las ciencias naturales y sociales (www.oikos.unam.mx, 2012).

El Laboratorio de Ecología de Restauración se estableció en el año 2006 con la finalidad de llevar a cabo investigación participativa, principalmente con comunidades rurales, para desarrollar técnicas de restauración que permitan la recuperación de sitios severamente degradados. Para cumplir con este objetivo, los profesionales del laboratorio inicia proyectos con comunidades organizadas o con campesinos a título individual, para resolver problemas ambientales concretos y en el proceso generar conocimientos que sean aplicables, en la medida de lo posible, en contextos similares, aportando de esta manera al conocimiento científico y técnico en el área de restauración ambiental.

3. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS.

3.1. ACTIVIDAD 1: REVISIÓN DE ANTECEDENTES DE LOS SITIOS DE TRABAJO EN LOS QUE SE REALIZÓ LA PRÁCTICA.

En un principio la práctica profesional fue acordada para ser realizada en Tzintzuntzan un sitio arqueológico cercano a Pátzcuaro en el Estado de Michoacán, por motivos de fuerza mayor no sé pudo concretar en este sitio por lo cual se derivó la práctica profesional y las plantas consideradas para este proyecto a la realización de actividades en el Ejido de Atécuaro, en el Área natural protegida (ANP)¹ Cerro Punhuato y por último a un ensayo de fertilización en los invernaderos del CIEco, todos los sitios se encuentran en el estado de Michoacán.

La primera actividad que se realizó fue la compilación de tesis realizadas en los lugares antes mencionados, de publicaciones científicas en las que se vieran involucradas las especies con las que se trabajó y además relatos orales sobre la dinámica que presentaban las áreas, que permitieron caracterizar los nuevos sitios para desarrollar la práctica profesional.

No hubo oportunidad de revisar los documentos particulares de cada proyecto en el que se trabajó en la práctica ya que por la apremiante situación comentada anteriormente estos al momento de esta compilación aún no se encontraban elaborados.

3.2. ACTIVIDAD 2: EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE SEIS ESPECIES HERBÁCEAS Y ARBUSTIVAS EN EL ANP CERRO PUNHUATO, MICHOACÁN.

3.2.1. Introducción.

Esta actividad se enmarca en el proyecto “Aportación a las colecciones de flora nativa del Jardín Botánico del ANP del Estado de Michoacán, Cerro Punhuato” cercana a la ciudad de Morelia, específicamente corresponde a la evaluación del desempeño de una plantación establecida en Agosto del 2012. Las ²especies evaluadas bajo las variables altura, supervivencia y fructificación en tres mediciones entre los meses de Agosto y Noviembre

¹ Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) del estado de Michoacán, son aquellas zonas del territorio del estado michoacano, que han quedado sujetas al régimen de protección para preservar ambientes naturales y salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres, lograr el aprovechamiento racional de los recursos naturales y mejorar la calidad del ambiente en los centros de población y sus alrededores (RLEPAEM, 2004).

² La caracterización botánica de las especies se encuentra en el Anexo 2.

fueron las siguientes: *Salvia fulgens*, *Lupinus elegans*, *L. mexicanus*, *Crotalaria pumila*, *C. rotundifolia* y *Asclepias curassavica*, durante el período de evaluación no se realizó ningún tipo de tratamiento adicional al plantado.

3.2.2. Antecedentes generales del área de estudio.

El ANP Cerro Punhuato (Figura 2) corresponde a la categoría VI del Reglamento de la Ley del equilibrio ecológico y protección al ambiente del Estado de Michoacán de Ocampo, la cual se encuentra entre las Zonas sujetas a preservación ecológica (Anexo 1) y el primer plan de manejo del Cerro Punhuato fue elaborado por el Laboratorio de Ecología de Restauración del CIEco el año 2008, donde se llevan a cabo iniciativas de investigación, restauración, seguimiento y complementos al Jardín Botánico de la ANP.



Figura 2 ANP Cerro Punhuato.

Fuente: Constanza Pinto M., 2012.

El área de estudio es una aportación a las colecciones de plantas nativas del Jardín Botánico ubicado al interior del ANP del Estado de Michoacán Cerro Punhuato la cual se encuentra a 7 km del centro de la ciudad de Morelia en dirección este y corresponde a la parte occidental y suroccidental de la falda del Cerro Punhuato (Figura 3). El acceso se encuentra por el camino que se dirige hacia el desarrollo Tres Marías partiendo de la Carretera Federal No. 15. Es importante señalar que el área colinda con un sector urbano de la ciudad de Morelia, en uno de sus extremos con instalaciones del Sistema Michoacano de Radio y Televisión (SMRyT) y con terrenos aún no urbanizados (Gómez M. *et al.* 2007).

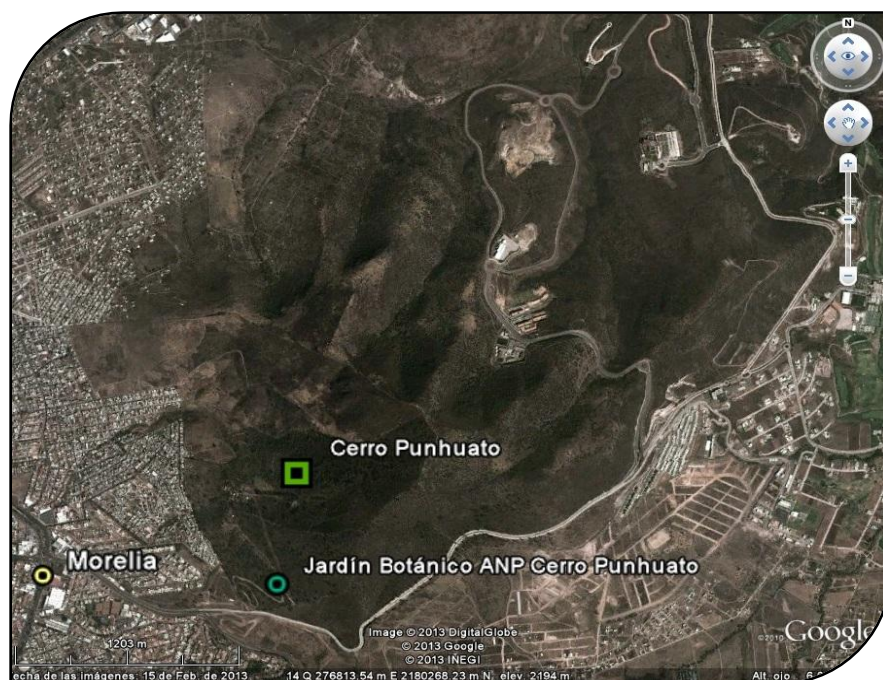


Figura 3 Ubicación del sitio de muestreo dentro de la ANP Cerro Punhuato.

Fuente: Google Earth, 2012.

Geología y Edafología.

De acuerdo con la Carta Estatal de Regionalización Fisiográfica, la Zona sujeta a preservación ecológica Cerro Punhuato se localiza en la Provincia eje neo-volcánico, sub-provincia sierras y bajíos Michoacanos; el sitio en cuestión se ubica en el sistema de topoformas conocido como lomeríos (Gómez M. *et al.* 2007).

Respecto a la geología del lugar la carta geológica 1:50,000 E14A23 del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI, México) da cuenta de que la toba riolítica es el sustrato más abundante en la ciudad de Morelia (Gómez M. *et al.* 2007).

El área de estudio pertenece a la unidad geológica llamada eje neo-volcánico transversal, formado por una gran variedad de rocas emitidas a través de un número importante de aparatos volcánicos. Las rocas registradas en la región son variables, existiendo abundantes derrames y productos piroclásticos de composición andesítica y registros de rocas neolíticas, arenas y cenizas basálticas (INEGI 1985 citado por Gómez M. *et al.* 2007).

En el área natural se encuentran principalmente suelos de tipo litosol en las partes más altas, se encuentran afloramientos de roca basáltica principalmente cerca de la cima. Vertisoles se encuentran en la parte baja del área en el extremo norte y suelos feozem con

diferentes grados de deterioro son comunes dentro del área (Carta Edafológica Morelia 1:50,000 E14A23 citado por Gómez M. *et al.* 2007).

Clima

El clima en el que se encuentra el área de estudio corresponde al sub-húmedo con lluvias en verano y una estación invernal seca bien definida (Gómez M. *et al.* 2007).

En lo que respecta a precipitación el promedio de lluvia anual en la ciudad de Morelia, está comprendido entre los 760 y 800 mm debido a la diferencia del relieve. La porción sureste, presenta el mayor rango de lluvia anual (mayor de 800 mm) por tener mayor altitud. (Gómez M. *et al.* 2007).

Hidrología

Según la Carta Hidrológica de Aguas Superficiales 1:250,000 Morelia E14-1, la Zona Sujeta a Preservación Ecológica Cerro Punhuato se localiza en la Región Hidrológica Lerma – Santiago, Cuenca Lago de Pátzcuaro – Lago de Cuitzeo – Laguna de Yuriria, en la sub-cuenca lago de Cuitzeo (Gómez M. *et al.* 2007).

Dentro del área natural protegida existe un escurrimiento estacional que alimenta al bordo construido dentro del área y que puede tener un caudal considerable en la época de lluvias (Gómez M. *et al.* 2007).

Flora

Resulta complicado reconstruir y describir la vegetación original del sitio, debido a la compleja historia de disturbio de la zona. El estudio técnico reconoce cuatro tipos de vegetación dentro del área: bosques de encino (*Quercus*), bosques de galería, matorral subtropical y vegetación introducida. Este último tipo de vegetación representado por plantaciones de eucalipto que se establecieron con fines de reforestación (Gómez M. *et al.* 2007).

Los remanentes de bosque de encino que se encuentran dentro del área natural protegida se encuentran en la ladera más protegida de la insolación entre las altitudes de 2000 y 2300 msnm. De acuerdo al estudio técnico cuatro especies dominan este tipo de vegetación *Quercus obtusata*, *Q. castanea*, *Q. deserticola* y *Q. glaucoides* (Gómez M. *et al.* 2007).

El matorral subtropical es un tipo de vegetación secundaria común en todo el bajío y desde 1978 Rzedowski postuló la posibilidad de que esta comunidad vegetal no representa otra cosa más que una comunidad secundaria estable (Gómez M. *et al.* 2007).

Fauna

En general, el ANP Cerro Punhuato se caracteriza por tener una alta riqueza de especies animales; en la actualidad es un refugio para diversas especies que encuentran un hábitat que el resto de la ciudad no les proporciona (Gómez M. *et al.* 2007).

Para el caso de los anfibios, parece ser limitado el número de especies, debido a la falta de sombra, protección y humedad permanente ya que en época de sequía la temperatura se incrementa y la protección es limitada. Se ha registrado la presencia del sapo de maseta (*Bufo compactilis*), la ranita de cañada y la rana verde (*Hyla arenicolor* e *H. eximia* respectivamente) (Gómez M. *et al.* 2007).

En el caso de los reptiles se han observado individuos de víbora de cascabel (*Crotalus molossus*), alicante (*Pituophis deppei*), además de dos especies de lagartija (*Sceloporus torquatus* y *Sceloporus dugesi*) (Gómez M. *et al.* 2007).

La Avifauna del ANP se compone de 24 familias y 87 especies. Las familias más importantes en cuanto a número de especies son Emberizidae, Tyrannidae y Trochilidae. Se han registrado seis especies de colibríes y cuatro conocidos como chipes migratorios (Gómez M. *et al.* 2007).

Dentro del área natural protegida, las especies de mamíferos son abundantes, aunque se considera que constituye sólo una pequeña parte de la riqueza de mamíferos silvestres que se encuentran en el valle de Morelia. Es frecuente la presencia de conejos (*Sylvilagus cunicularius*), ratones de campo (*Peromyscus maniculatus*) y ardillas (*Sciurus aureogaster*), mientras que los trabajadores del parque han señalado la presencia de zorra (*Urocyon cinereoargenteus*) y coyote (*Canis latrans*) (Gómez M. *et al.* 2007).

3.2.3. Metodología.

³Pre-germinado

Las semillas utilizadas en los ensayos fueron sometidas a un tratamiento pre-germinativo en caso de las especies *Lupinus elegans*, *L. mexicanus*, *Crotalaria rotundifolia* y *C. pumila*, el cual consistió en remojarlas en ácido sulfúrico, 30 minutos las semillas de *L. elegans*, 20 minutos las semillas de *L. mexicanus* (Medina-Sánchez y Lindig-Cisneros, 2005) y 15 minutos las semillas del género *Crotalaria* (Lindig-Cisneros y Lara-Cabrera, 2004) como se puede apreciar en el Cuadro 1. Posteriormente fueron enjuagadas y secadas. Las semillas de las especies *Asclepias curassavica* y *Salvia fulgens* no requirieron de tratamientos pre-germinativos especiales.

Cuadro 1 Tratamientos pre-germinativos por semilla.

Especies	Tratamiento
<i>Lupinus elegans</i>	30 minutos en ácido sulfúrico
<i>Lupinus mexicanus</i>	20 minutos en ácido sulfúrico
<i>Crotalaria rotundifolia</i> , <i>C. pumila</i>	15 minutos en ácido sulfúrico
<i>Asclepias curassavica</i> y <i>Salvia fulgens</i>	No requirieron tratamientos pre-germinativos

Fuente: Elaboración propia.

Sembrado

Las 6 especies nativas; *Salvia fulgens*, *Asclepias curassavica*, *Lupinus mexicanus*, *L. elegans*, *Crotalaria rotundifolia* y *C. pumila*, fueron sembradas a 1 cm de profundidad colocando 3 semillas por tubete. Los tubetes poseen una capacidad de 350 cm³ que fueron llenados con un sustrato formado por una mezcla de agrolita, vermiculita, y peatmoss (turba) en razón 1:1:2. Las plantas después de germinar permanecieron en invernadero (Figura 4) alrededor de 4 meses a la espera del inicio del tiempo de lluvia el cual corresponde generalmente los meses de Junio o Julio para luego ser plantadas.

³ El pre-germinado y el sembrado empleado en esta actividad fue el mismo para las actividades 3 y 4, que aparecen más adelante y fue realizado por estudiantes del laboratorio de Ecología de Restauración y no por la practicante.



Figura 4 Especies sembradas esperando la plantación.

Fuente: Constanza Pinto M., 2012.

Plantación en la Área de Estudio y Cuantificación de Desempeño

La plantación se realizó el 2 de agosto por estudiantes del laboratorio de Ecología de Restauración, las plantas fueron medidas por primera vez (actividad realizada durante la práctica) a las 4 semanas de su plantación y después fueron medidas 2 veces más cada 4 semanas hasta que terminó el periodo de lluvias. En la primera medición se cuantificó; altura y sobrevivencia y en la segunda y tercera medición se cuantificó; altura, sobrevivencia y cantidad de frutos en las especies del genero *Crotalaria* ya que lo permitía el estado de desarrollo de las plantas, estas variables fueron escogidas por que si bien son variables básicas, representan a modo general el desarrollo de una planta y su éxito en el área que en que plante.

Diseño de Plantación

En Punhuato se dispusieron las 6 especies dentro de una colección del Jardín Botánico (Figura 5) donde se plantaron sobre 200 ejemplares de cada especie, en hileras y al azar, agrupadas por especie en el caso de *Asclepias curassavica* (Figura 6) donde las marcas plásticas de colores indican la presencia de *A. curassavica* entre las demás plantas herbáceas presentes en Punhuato que se fueron situando en torno a ellas. El establecimiento de las especies *Lupinus mexicanus*, *L. elegans* y *Salvia fulgens* fue similar y en el caso de *Crotalaria pumila* y *C. rotundifolia* estas fueron agrupadas por genero.

El tamaño del croquis sobre la imagen es una aproximación de las dimensiones reales, puesto que no existía un plano de plantación.

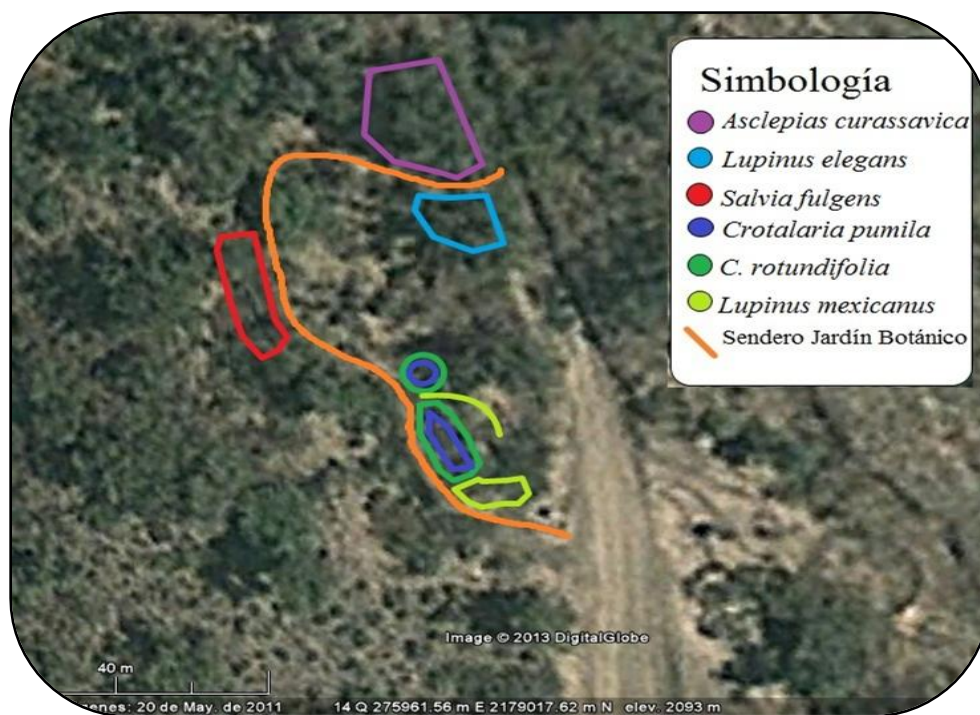


Figura 5 Croquis de distribución de la plantación en Jardín Botánico ANP Cerro Punhuato.
Fuente: Elaboración Propia en base a Google Earth, 2012.



Figura 6 Vista del establecimiento de *Asclepias curassavica* en el Jardín Botánico ANP Cerro Punhuato.

Fuente: Constanza Pinto M., 2012.

Toma de datos

Los datos fueron anotados en terreno en libretas de campo y luego fueron digitalizados en una tabla Excel. Los parámetros evaluados correspondieron a altura, la cual fue medida en centímetros, supervivencia la cual fue cuantificada por conteo y fructificación lo cual fue cuantificado también por conteo por planta.

Estadística Descriptiva

Para efecto de resultados se llevó a cabo una descripción estadística de los datos y posteriormente un análisis de esta en la cual se evaluaron las seis especies por cada variable.

3.3. ACTIVIDAD 3: EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE SEIS ESPECIES HERBÁCEAS Y ARBUSTIVAS EN EL EJIDO DE ATÉCUARO, MICHOACÁN.

3.3.1. Introducción

La actividad realizada se enmarca en un proyecto de revegetación en sitios en restauración ecológica severamente erosionados en el Ejido⁴ de Atécuaro cercano a la ciudad de Morelia, específicamente corresponde a la evaluación del desempeño de una ensayo de restauración establecido en Julio del 2012. Las ⁵especies evaluadas bajo las variables altura, supervivencia y fructificación en tres mediciones entre los meses de Agosto y Octubre fueron las siguiente: *Salvia fulgens*, *Lupinus elegans*, *L. mexicanus*, *Crotalaria pumila*, *C. rotundifolia* y *Asclepias curassavica*, durante el período de evaluación no se realizó ningún tipo de tratamiento adicional al plantado.

3.3.2. Antecedentes generales del área de estudio

El área de estudio es un sitio en restauración ecológica, el cual se encuentra inserto en la microcuenca hidrográfica de Atécuaro, se localiza a 11 km al suroeste de la ciudad de Morelia en el estado de Michoacán (Figura 7), esta forma parte de la sub-cuenca de

⁴ Los Ejidos corresponden a una sociedad de interés social, integrada por campesinos mexicanos por nacimiento, con un patrimonio social inicial constituido por las tierras, bosques y aguas que el Estado les entrega gratuitamente en propiedad inalienable, intransmisible, inembargable e imprescriptible; sujeto su aprovechamiento y explotación a las modalidades establecidas en la ley, bajo la orientación del estado en cuanto a la organización de su administración interna, basada en la cooperación y la democracia económica, y que tiene por objetivo la explotación y el aprovechamiento integral de sus recursos naturales y humanos, mediante el trabajo personal de sus socios en su propio beneficio (Mario Ruiz Massieu, 1987).

⁵ La caracterización botánica de las especies se encuentra en el Anexo 2.

Cointzio enmarcada en la cuenca endorreica de Cuitzeo y tiene un área aproximada de 44,22 km² (Rubio, 1998 citado por Cortes Vargas M. 2011).

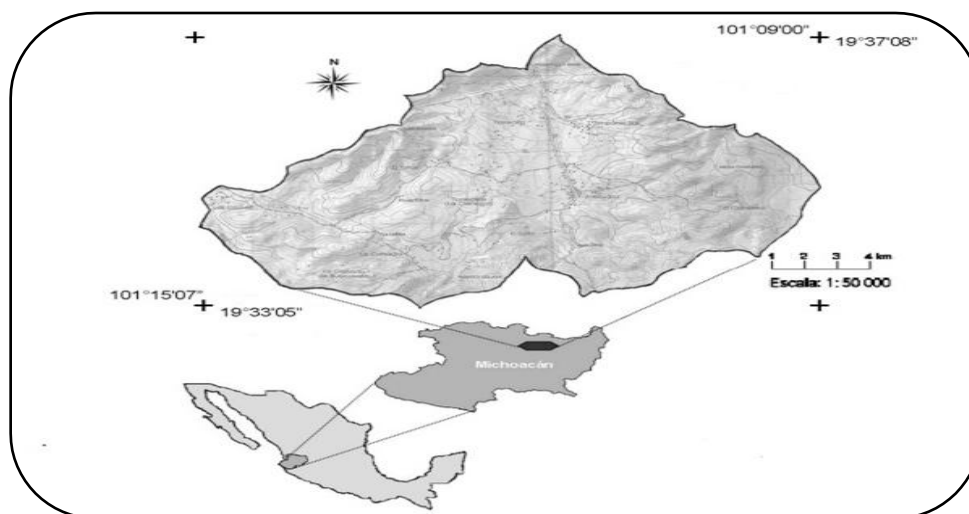


Figura 7 Mapa de ubicación del ejido de Atécuaro respecto del Estado de Michoacán y México.

Fuente: Cortes Vargas M., 2011.

En el Ejido de Atécuaro se trabaja desde el año 2004 con unos ejidatarios en un trato de palabra entre ellos y el laboratorio de Ecología de Restauración del CIEco. En este caso, los ejidatarios se comprometen a no utilizar las tierras bajo ensayos de restauración (Figura 8) para otros fines hasta que se dé por terminado el proyecto. Esto significa, en términos prácticos, mantener al ganado mayor y menor fuera del área y evitar otras actividades como la recolección, lo cual no restringe el ingreso de herbívoros menores como conejos e insectos al recinto.



Figura 8 Parcelas del ensayo de restauración Atécuaro.

Fuente: Constanza Pinto M., 2012.

En el ejido de Atécuaro se puede apreciar desde la primera cuantificación en terreno, la presencia de *Sphenarium purpurascens* (Figura 9) una variedad de saltamontes presente en las milpas⁶, las cuales se encontraban cercanas al experimento por ser Atécuaro un ejido donde hay producción agrícola, es importante resaltar esto por los daños que ocasionan frecuentemente estos insectos a los cultivos y los daños que pueden ocasionar en la mayoría de especies herbáceas o arbustivas poco desarrolladas.



Figura 9 Saltamontes sobre un *Lupinus elegans* en terreno.

Fuente: Constanza Pinto M., 2012.

Geología y Edafología

Las rocas sobre la que se encuentra la microcuenca está constituida por rocas ígneas extrusivas y sedimentarias (Ruiz Reyes J., 2008).

Se aprecian tres tipo de suelo: Andosol humito (Th), Acrisol ortico (Ao) y Luvisol crónico (L) (Ruiz Reyes J., 2008). Son Andosoles para la totalidad del ejido subdividiéndose en Andosol ocrico y Andosol húmico con Acrisol como suelo sub-superficial (Carta Edafologica INEGI, E14A23 citado por Medina Mendoza M., 2006). Los suelos presentes en la microcuenca son de origen volcánico y se extienden territorialmente en la Región de Mil Cumbres y la Neovolcanica Tarasca en el Estado de Michoacán. Además de que tienen bajos rendimientos agrícolas debido a que retienen considerablemente el fósforo y este no puede ser absorbido por las plantas. Además se presenta otro tipo de suelo aunque en mucho menor porcentaje, el Acrisol el cual tiene características específicas en cuanto a que

⁶ Cultivo mixto típico en los campos agrícolas de México que consiste por lo general en maíz, calabaza y porotos ó ají en una misma área interactuando entre sí.

presenta un horizonte arcilloso, es ácido y de vocación para plantaciones forestales (Medina Mendoza M., 2006).

Clima

El clima es templado sub-húmedo (Cwbg) con lluvias en verano (Rubio 1998). De acuerdo con los datos registrados en la estación meteorológica de Jesús del Monte (CLICOM, 2004), la temperatura media anual varía de 13,7 a 20, 3 °C; los meses de abril y mayo son los más calurosos, y diciembre el más frío (Cortes Vargas M. 2011). La precipitación media anual de 1002 mm distribuida de la siguiente manera: 48 mm en el mes de mayo, 182 mm en junio, 224 mm julio, 234 mm en agosto, 172 mm en septiembre, 55 mm en octubre. El resto de la precipitación se distribuye en los meses restantes, teniendo valores menores de 20 mm de lluvia (Ruiz Reyes J., 2008).

La evapotranspiración potencial (ETP) es de 695 mm (69,36% de la precipitación total) y la evapotranspiración actual (ETA) es de 615 mm, ocurriendo la mayor magnitud en el mes de junio, con un descenso en los meses subsecuentes y manteniéndose constante hasta el mes de octubre (Calderas 1998 citado por Ruiz Reyes J., 2008).

Hidrología

La zona de estudio forma parte de la Región hidrológica Lerma-Chapala-Santiago (Cortes Vargas M. 2011). La corriente principal que cruza al ejido en sentido Este-Suroeste es el Río Grande de Morelia, que nace en las inmediaciones del Ejido (Medina Mendoza M., 2006).

La zona presenta un drenaje de tipo asimétrico lo que denota un cambio de pendiente. La forma alargada de las corrientes y la escasez de tributarios refleja la presencia de pendientes suaves y la permeabilidad del suelo superficial (Informe CONACYT: MICH 2003-CO1-124117 citado por Medina Mendoza M., 2006).

El escurrimiento superficial es de 387 mm cuando se alcanza el punto de saturación para un suelo de tipo andosol. El escurrimiento se distribuye de la siguiente manera: 104 mm en el mes de junio, 168 mm para agosto, 114 mm para septiembre y 1 mm en el mes de octubre (Calderas 1998 citado por Ruiz Reyes J., 2008).

Flora

En el área de estudio se presenta básicamente tres tipos de vegetación; bosque de pino, bosque de pino-encino y bosque de encino, además de áreas con uso agrícola, áreas con vegetación arbustiva, áreas de uso pecuario, áreas totalmente erosionadas (Figura 10) (Medina Mendoza M., 2006) y algunas especies exóticas como eucalipto.



Figura 10 Cárcavas, áreas erosionadas de Atécuaro contenidas por neumáticos y sacos.

Fuente: Constanza Pinto M., 2012.

El bosque de pino-encino se presenta al este, sureste y sur de la microcuenca, una franja de matorral secundario al noroeste con pequeños fragmentos de bosque encino, agricultura de temporal al centro con un manchón de bosque de encino al centro-sur del área (Báez y Ortega, 1993 citado Cortes Vargas M., 2011).

La zona cuenta con algunas especies de distribución restringida y algunas sujetas a algún estado de conservación, es importante destacar el caso de *Potamogeton natans* L., la cual se reporta como endémica de dicha área, las otras especies que enlistan como importantes para su protección son *Mayaca fluviatilis*, *Polianthes longiglora* y *Valeriana pratensis*. (Informe CONACYT; MICH 2003-CO1-124117) citado por Medina Mendoza M., 2006).

3.3.3. Metodología.

Pre-germinado y sembrado

El pre-germinado y el sembrado fue el mismo que se describe en la actividad 2 en el capítulo 3.2.

Plantación en las Áreas de Estudio y Cuantificación de Desempeño

La plantación se realizó el 12 de julio por estudiantes del laboratorio de ecología de restauración. Las plantas fueron medidas por primera vez (como parte de las actividades de la práctica) a las 4 semanas de su plantación y después fueron medidas 2 veces más cada 4 semanas hasta que terminó el periodo de lluvias. En la primera medición se cuantificó; altura y sobrevivencia y en la segunda y tercera medición se cuantificó; altura, sobrevivencia y cantidad de frutos en las especies del genero *Crotalaria* ya que lo permitía el estado de desarrollo de las plantas.

Diseño de Plantación

En Atécuaro se plantaron las 6 especies en 50 sub-parcelas distribuidas en 2 repeticiones (islas) de trabajo, cada repetición contó con 25 sub-parcelas (Figura 11), cada repetición presentaba una franja de 4x12 mts aproximadamente que contenía 4 especies de pino de (aproximadamente 5 años de edad) la cual sombreaba un parte o la totalidad de algunas sub-parcelas por isla como se aprecia en las Figuras 11 y 12 además las sub-parcelas se encontraban en situaciones de pendientes que son frecuentes en el sector (Figura 12).

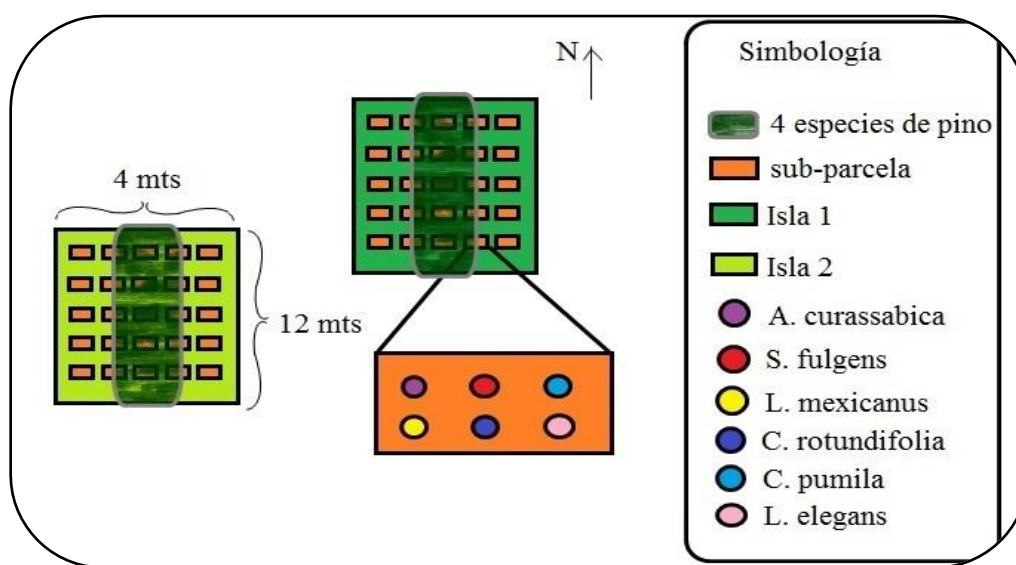


Figura 11 Croquis de la disposición de las parcelas en Atécuaro vista desde arriba.

Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura 12 además se puede apreciar la disposición de las sub-parcelas y las plantas en una de las repeticiones respecto a la pendiente, en donde también se visualiza una morfología aproximada del lugar y una aproximación de cómo es la cobertura en el experimento de las 4 especies de pino.

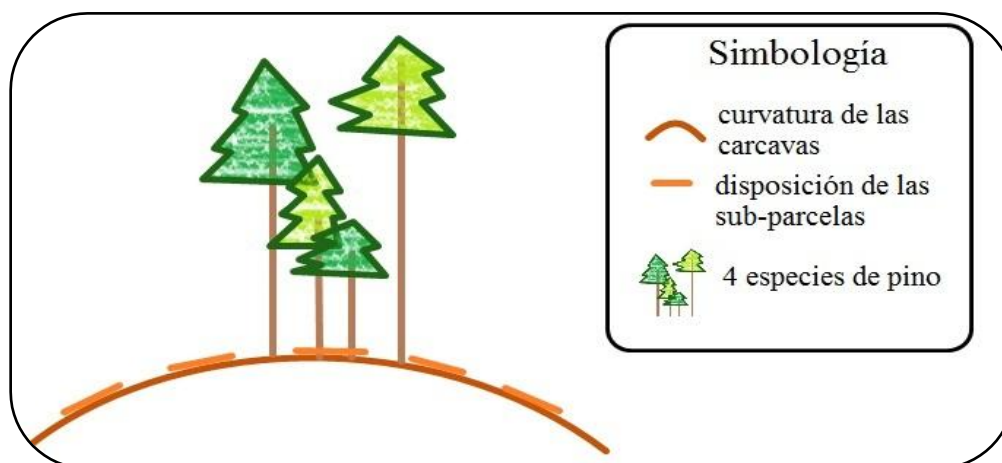


Figura 12 Croquis de la disposición de las parcelas en Atécuaro vista desde frente.

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 13 presenta el estado en que se encontraban las plantas de las sub-parcelas al momento de efectuarse la primera medición, además de entregar una idea de la altura de las plantas en ese momento, si se toma en cuenta que las reglas presentes en la figura miden 1 metro.



Figura 13 Disposición y estado de las plantas en las sub-parcelas de la repetición 1 en la primera medición.

Fuente: Constanza Pinto M., 2012.

Toma de datos

Los datos fueron anotados en terreno en libretas de campo y luego fueron digitalizados en una tabla Excel. Los parámetros evaluados correspondieron a altura, la cual fue medida en centímetros, supervivencia la cual fue cuantificada por conteo y fructificación lo cual fue cuantificado también por conteo.

Estadística Descriptiva

Para efecto de resultados se llevó a cabo una descripción estadística de los datos y posteriormente un análisis de esta de las seis especies por cada variable.

3.4. ACTIVIDAD 4: EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO DE 6 ESPECIES NATIVAS EN ENSAYO DE FERTILIZACIÓN EN VIVERO DEL CIECO.

3.4.1. Introducción

Esta actividad se realizó en las inmediaciones de los invernaderos del CIEco en 51 macetas, cada una contenían; suelo del ejido de Atécuaro, un ejemplar de *Pinus pseudostrobus* (arbórea) y un ejemplar de *Eysenhardtia polystachya* (arbustiva) que se encontraban con anterioridad en las macetas (de unos 3 años de edad), para simular las condiciones de campo en donde ya había árboles establecidos, además en cada maceta se plantó un individuo de *Salvia fulgens*, *Lupinus elegans*, *L. mexicanus*, *Crotalaria pumila*, *C. rotundifolia* y *Asclepias curassavica*. Las macetas fueron sometidas a 3 condiciones diferentes (17 macetas para cada condición).

Este ensayo tenía por objetivo conocer la posible diferencia en desempeño de las plantas bajo las diferentes condiciones descritas.

El período de la práctica alcanzó a evaluar solo hasta el periodo de cosecha, por lo que no se participó en las etapas que siguieron de la evaluación, como lo fueron la cuantificación de biomasa entre otras, por lo que no se tiene resultados de esas etapas posteriores.

3.4.2. Material de Estudio

Como material de estudio se emplearon las inmediaciones de los viveros del CIEco, en donde se encontraban situadas las macetas (Figura 14).



Figura 14 Inmediaciones de los viveros del CIEco.

Fuente: Constanza Pinto M. 2012

3.4.3. Especies empleadas en el ensayo.

Las especies empleadas en el ensayo fueron; *Lupinus elegans*, *Salvia fulgens*, *Lupinus mexicanus*, *Crotalaria rotundifolia*, *Asclepias curassavica*, *Crotalaria pumila*, *Pinus pseudostrobus* y *Eysenhardtia polystachya*, todas estas son especies nativas pertenecientes al estado de Michoacán⁷.

3.4.4. Metodología

Pre-germinado y siembra

A las semillas se les realizó el pre-germinado y la siembra anteriormente descrito en el capítulo 3.2., ya que para la evaluación del ensayo de fertilización en las macetas se emplearon las mismas plantas ya crecidas en invernadero que se emplearon en la actividad 2 y 3.

Plantación en Macetas

Estas 6 especies fueron plantas en 51 macetas de 25 litros cada una que contenían cada una, suelo arcilloso de Atécuaro, un individuo de *Pinus pseudostrobus* y un individuo de *Eysenhardtia polystachya* cada uno de 3 años de edad. Las 6 plantas fueron dispuestas en torno a *P. pseudostrobus* y *E. polystachya* (Figura 15).

⁷ la caracterización botánica de estas especies se puede apreciar en el Anexo 2.

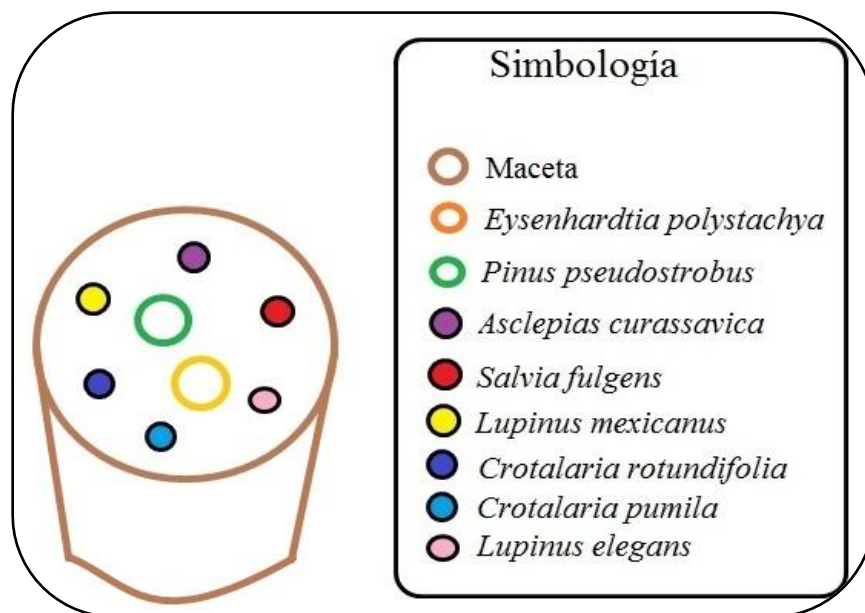


Figura 15 Croquis de plantación de las 6 especies en las macetas.

Fuente: Elaboración Propia.

Las especies plantadas presentaban tamaños iniciales bajo los 10 cm excepto en especies como *Lupinus elegans* y *Crotalaria pumila* que al momento de ser medidas por primera vez presentaban entre 30-40 cm (Figura 16).



Figura 16 Disposición de las plantas en las macetas.

Fuente: Constanza Pinto M., 2012.

Fertilización

De las 51 macetas se fertilizaron solo dos tercios de estas, el tercio restante permaneció como macetas testigo, como se puede apreciar en el Cuadro 2, 17 macetas estuvieron bajo el tratamiento de fertilización de 3grs fosfato de sodio monopotásico, 17 macetas diferentes bajo el tratamiento de fertilización de 6grs del mismo fertilizante y las 17 restantes estuvieron bajo la condición de testigo. La evaluación y fertilización de las 51 macetas se realizó entre los meses de septiembre y noviembre del 2012.

Cuadro 2 Condiciones y tratamientos de las macetas.

Condición	Cantidad de Macetas por condición
Tratamiento de fertilización 3grs	17
Tratamiento de fertilización 6grs	17
Testigo	17

Las dosis fueron pesadas en una balanza analítica y dispuestas en vasos precipitados de dos tamaños diferentes para no confundir la dosis al momento de la aplicación en las macetas (Figura 17) se procuró distribuir las dosis de manera uniforme sobre el suelo antes de regar.



Figura 17 Proceso de dosificación de fertilizante.

Fuente: Constanza Pinto M., 2012.

Cuantificación de Desempeño

Las plantas de las macetas fueron medidas 3 veces, al inicio, la mitad del proceso y antes de ser cosechadas los parámetros cuantificados fueron; sobrevivencia y altura. La cantidad de frutos solo se midió para las especies del genero *Crotalaria*, esto último a partir de la segunda medición debido a que lo permitió el estado de desarrollo de la especie.

Además de la evaluación de las macetas antes indicada se procedió a cuantificar la producción de biomasa, para ello se cosechó todo el vástago aéreo se guardó cada especie de cada maceta en una bolsa particular de papel de tamaño 3, cada una rotulada con su número de maceta y el nombre de la especie, además del número de ejemplares en caso de encontrarse más de una por especie (Figura 18), por maceta como sucedió en el caso de *Lupinus mexicanus*. Las plantas en sus bolsas fueron secadas en una estufa por 24 hrs a una temperatura aproximada de 40-50 °C y posteriormente pesadas en una balanza analítica.



Figura 18 Cosecha de del vástago aéreo de las plantas herbáceas de las macetas.

Fuente: Constanza Pinto M., 2012.

Toma de datos

Los datos fueron anotados en terreno en libretas de campo y luego fueron digitalizados en una tabla Excel. Los parámetros evaluados correspondieron a altura, la cual fue medida en centímetros, supervivencia la cual fue cuantificada por conteo y fructificación lo cual fue cuantificado también por conteo.

Además para este caso se realizó una ordenación de la base de datos producto de el daño (no considerado) que sufrieron algunas de las plantas, por ello se eliminaron algunos datos para efecto de los resultados y el análisis de las plantas que presentaron daños y en las que se vió por estos afectada su altura ya que de conservarse presentarían información errada respecto al efecto que produce el fertilizante en ellas que es lo que se evaluó.

Estadística Descriptiva

Para efecto de resultados se llevó a cabo una descripción estadística de los datos y posteriormente un análisis de esta por especie, donde se tomó en cuenta principalmente la altura por ser la variable que se encuentra relacionada en mayor medida con el desempeño por fertilización.

4. RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS ACTIVIDADES REALIZADAS EN LA PRÁCTICA EN EL CIECO.

4.1. RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD 1: REVISIÓN DE ANTECEDENTES DE LAS ÁREAS DE ESTUDIO.

Como resultados de la revisión de antecedentes se obtuvo la caracterización biofísica de las dos áreas de estudio, específicamente se logró compilar antecedentes de (geología, edafología, clima, hidrología, flora y fauna), que se detallaron en los capítulos 3.2 y 3.3 que tratan sobre antecedentes generales de las áreas de estudio. Esto se logró a través del Plan Maestro elaborado por el CIEco para el ANP Cerro Punhuato, de 3 tesis llevadas a cabo en Atécuaro por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo referentes a la erosión en las cárcavas de este sitio.

Si bien existe una información general del área, no hay información clara y precisa de los lugares en que se implementaron los ensayos como puntos GPS, por lo cual se realizó la elaboración de croquis que presentan la ubicación aproximada de los ensayos y sus diseños en el espacio los cuales se encuentran en las figuras; 5, 6, 11, 12 y 15.

De la misma manera se realizó una recopilación de antecedentes botánicos de las especies utilizadas que se presentan en extenso en el Anexo 2, el cual va acompañado por una serie de fotografías de las cuales varias fueron obtenidas por la autora del presente documento.

4.2.RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD 2: EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO DE SEIS ESPECIES HERBÁCEAS Y ARBUSTIVAS EN EL ANP CERRO PUNHUATO, MORELIA, MICHOACÁN.

Altura

En el gráfico 1 se muestran las tres mediciones por especie en el tiempo. La primera medición corresponde a la línea base en altura de cada especie.

De las especies evaluadas las que tuvieron mejor desempeño en altura fueron *Asclepias curassavica* y *Crotalaria pumila* donde hubo un crecimiento positivo respecto de las tres mediciones siendo la segunda *C. pumila* la que presentó el mejor desempeño en altura de

las seis especies, en *Lupinus elegans* la altura final fue ligeramente menor que en la segunda medición y en *Crotalaria rotundifolia* la altura final respecto de la segunda, se mantuvo, pero en *Lupinus mexicanus* y *Salvia fulgens*, el crecimiento fue negativo sobre todo como lo representa *Salvia* donde todos los individuos se encontraron muertos en la tercera y última medición.

Se presume que la disminución de las alturas de especies como *L. elegans*, *L. mexicanus* y *S. fulgens* principalmente fue efectuado por depredación de algunos insectos y mamíferos sobre todo esta última especie, además se estima que en la especie *L. mexicanus* el crecimiento de ciertas gramíneas habrían incidido en pudrición de la planta por exceso de humedad.

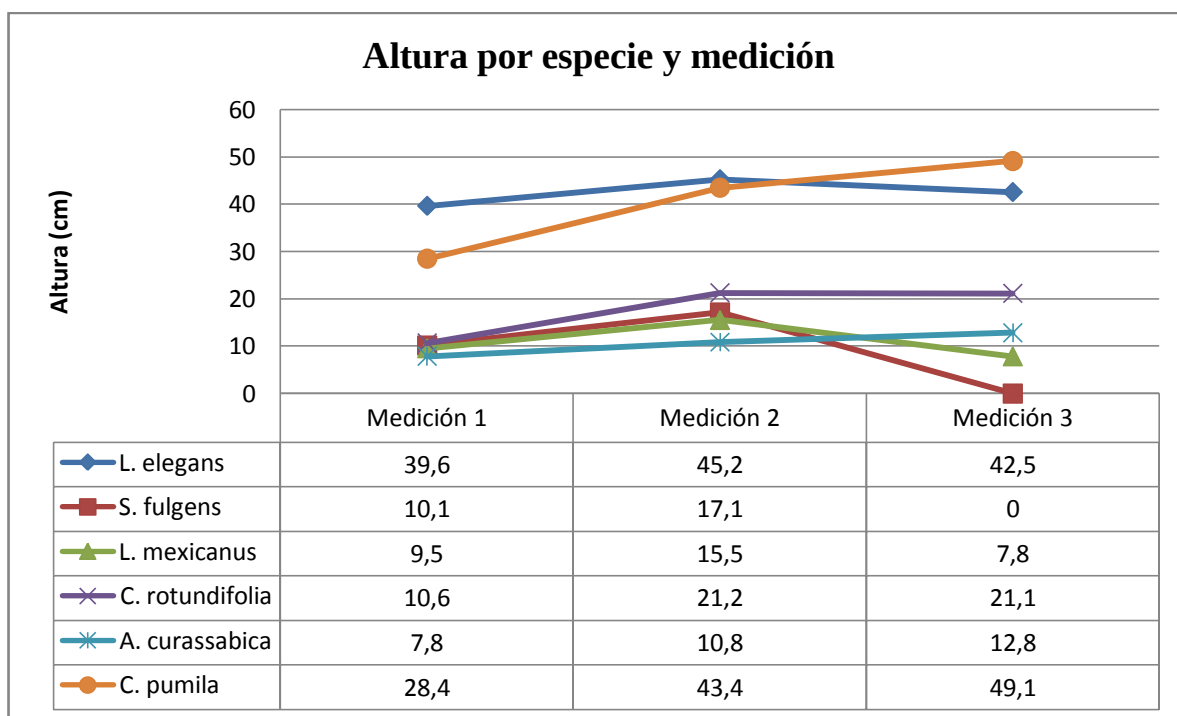


Gráfico 1 Altura (cm) por especie y medición en la ANP Cerro Punhuato.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro N°1 aprecia que la especie *Lupinus elegans* presenta la mayor desviación estándar la cual es de 16 y la que presenta la menor es *Asclepias curassavica* con 2,3. Se puede apreciar también plantas como *Salvia fulgens* que no alcanzaron sobrevivir a la tercera medición o plantas como *Lupinus mexicanus* que su incremento medio real del período fue negativo con $-1,7$ cm esto puede deberse principalmente a que varias plantas

fueron depredadas y posteriormente re brotaron, se puede ver también que la especie con el mayor incremento medio real fue *Crotalaria pumila* con 20,7 cm a la cual le sigue *C. rotundifolia* con 10, 5 cm.

Cuadro 3 Alturas por especie obtenidas en el período.

Especie	Altura Media Final (cm)	Altura máxima (cm)	Altura mínima (cm)	Desviación* estándar	Incremento medio real del período (cm)
<i>Lupinus elegans</i>	42,9	83	11	16	2,9
<i>Salvia fulgens</i>	17,1**	32	4,5**	4,8**	-
<i>Lupinus mexicanus</i>	7,8	30	1	6,8	-1,7
<i>Crotalaria rotundifolia</i>	21,1	34	3	6,7	10,5
<i>Asclepias curassavica</i>	12,8	17,5	3	2,3	5
<i>Crotalaria pumila</i>	49,1	63	11	9	20,7

* De la altura media final.

** La altura media, altura mínima y desviación estándar para esta especie fue calculada con la segunda medición ya que para la medición final en esta especie todas se encontraban muertas. Fuente: Elaboración propia.

Sobrevivencia

La supervivencia se evaluó para efecto de resultados como mortalidad por lo que se puede apreciar (Cuadro 2) que el porcentaje de mortalidad más bajo fue *Asclepias curassavica* con un 29,8%, la especie que presentó el más alto fue *Salvia fulgens* alcanzando el 100% lo que implica que en la tercera medición todos los individuos de salvia se encontraban muertos, las especies *Crotalaria pumila* y *Lupinus mexicanus* presentan poco menos del 50% de sus ejemplares muertos mientras que *L. elegans* y *C. rotundifolia* presentan más del 50% de sus ejemplares muertos.

Cuadro 4 Supervivencia (%), por especie en ANP Cerro del Punhuato.

Especie	<i>Lupinus elegans</i>	<i>Salvia fulgens</i>	<i>Lupinus mexicanus</i>	<i>Crotalaria rotundifolia</i>	<i>Asclepias curassavica</i>	<i>Crotalaria pumila</i>
Sobrevivencia* (%)	27,3%	0 %	52,1 %	38,2 %	70,2 %	57,8 %

* Estos porcentajes corresponden a la evaluación que se realizó en la tercera evaluación. Fuente: Elaboración propia.

Fructificación

Respeto estos resultados solo corresponden a las especies *Crotalaria rotundifolia* y *C. pumila* y esta variable fue cuantificada solamente para la segunda y la tercera medición ya que el estado de desarrollo de las plantas no lo permitía antes. En el Gráfico 2 se aprecia la producción media de frutos por medición y la producción máxima, éste muestra que en ambas especies a través de las mediciones aumentó el número de frutos y que en el caso de *C. pumila* la producción máxima de frutos es bastante similar con la producción media final, además de que entre la medición dos y la final, el incremento medio de frutos fue mayor para esta especie. Para el caso de *C. rotundifolia* las no hay mucha diferencia entre la producción media entre mediciones ni entre estas y la producción máxima de frutos.

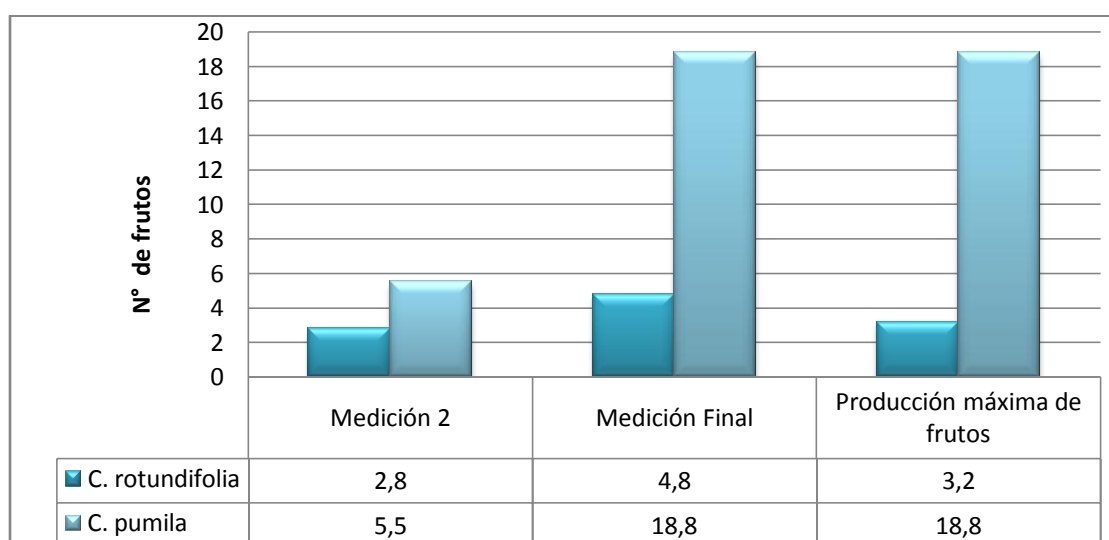


Gráfico 2 Cantidad de frutos medios en las mediciones 2* y 3 y para frutos máximos para la ANP Cerro Punhuato.

*en esta gráfica solo se contempla la medición 2 y 3 ya que en la primera medición ninguna de las especies presentaba frutos todavía. Fuente: Elaboración Propia.

A modo de resumen en el ANP Cerro Punhuato se observó que la especie *Salvia fulgens* presenta uno de los peores desempeños en lo que respecta a altura y sobrevivencia. *Asclepias curassavica* es una de las especies que presentan mejor desempeño respecto a la sobrevivencia y el crecimiento y de las dos especies a las que se les evaluó fructificación, *Crotalaria pumila* es la que presenta más cantidad de frutos y además obtuvo un desempeño bastante aceptable.

4.2 RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD 3: EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO DE SEIS ESPECIES HERBÁCEAS Y ARBUSTIVAS EN EL EJIDO DE ATÉCUARO, MICHOACÁN.

Altura

En lo que respecta a la altura se puede apreciar (Gráfico 3) las tres mediciones por especie en el tiempo siendo la medición 1 la línea base en altura para cada especie, lo que permite apreciar que en la mayoría de las especies la altura tiende a incrementar en el periodo, excepto en las plantas de la especie *Lupinus mexicanus*, donde se observa una decrecimiento de la altura en el tiempo, alcanzando niveles inferiores a su altura inicial alcanzando alturas cercanas a cero.

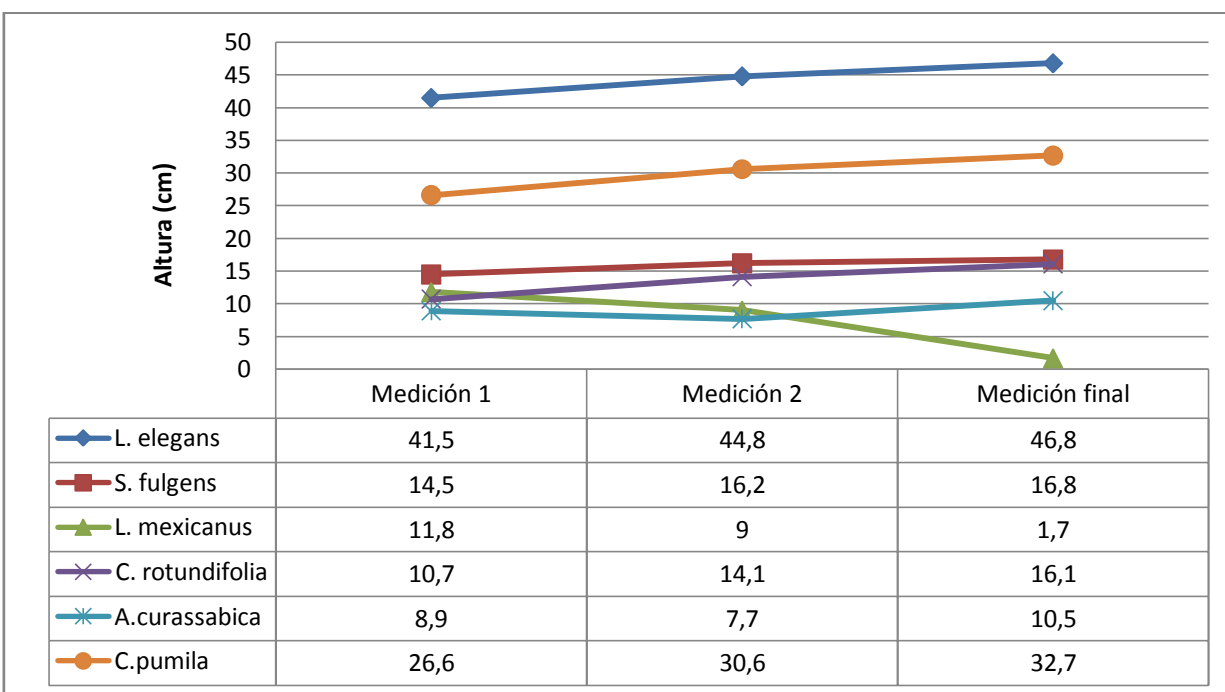


Gráfico 3 Altura (cm) por especie por Medición en Ejido Atécuaro.

Fuente: Elaboración Propia

Respecto del cuadro N° 3 se puede apreciar que la especie *Lupinus elegans* presenta un 12,4 de desviación estándar la cual es la mayor que se presentó en Atécuaro y *L. mexicanus* presento la menor con un 1,2, además se puede apreciar que esta misma especie es la única que presento un incremento real negativo, el cual se supone fue por depredación de la planta, la planta que presentó uno de el mayor incremento medio real fue *Crotalaria pumila* con 6,1 cm y la que presento el menor fue *Asclepias curassavica* con 1,9 cm.

Cuadro 5 Alturas por especie obtenidas en el período.

Especie	Altura Media Final (cm)	Altura máxima (cm)	Altura mínima (cm)	Desviación estándar	Incremento medio real del período (cm)
<i>Lupinus elegans</i>	46,8	79	23	12,4	5,3
<i>Salvia fulgens</i>	16,8	33	8	5	2,3
<i>Lupinus mexicanus</i>	1,7	19	1	1,2	-10,1
<i>Crotalaria rotundifolia</i>	16,1	32	2	5,8	5,4
<i>Asclepias curassavica</i>	10,5	15	4	3,3	1,9
<i>Crotalaria pumila</i>	32,7	47	9	7,7	6,1

Sobrevivencia

Para el ejido Atécuaro respecto de la mortalidad en el cuadro N°4 se puede apreciar que la especie con un menor porcentaje de mortalidad fue *Crotalaria rotundifolia* con un 2% y que la especie con un mayor porcentaje de mortalidad fue *Lupinus mexicanus* al presentar un 92%, la siguiente con alto porcentaje de mortalidad fue *Asclepias curassavica* con 74%, mientras que *Lupinus elegans*, *L. mexicanus* y *Salvia fulgens* presentaron un 4% de mortalidad lo cual es bastante bajo.

Cuadro 6 Supervivencia (%) por especie Ejido Atécuaro.

Especie	<i>Lupinus elegans</i>	<i>Salvia fulgens</i>	<i>Lupinus mexicanus</i>	<i>Crotalaria rotundifolia</i>	<i>Asclepias curassavica</i>	<i>Crotalaria pumila</i>
Supervivencia (%)	96%	96 %	8%	98 %	26 %	96 %

Fuente: Elaboración Propia.

Fructificación

En el gráfico N° 4 se puede apreciar que la producción media de frutos es bastante similar entre las dos mediciones que se efectuaron así como también lo son con la producción media máxima de frutos.

Pero también se puede apreciar que entre la medición 2 y la medición final, en las plantas de *Crotalaria rotundifolia* disminuyó levemente la producción de frutos y que en las plantas de *Crotalaria pumila* esta aumentó.

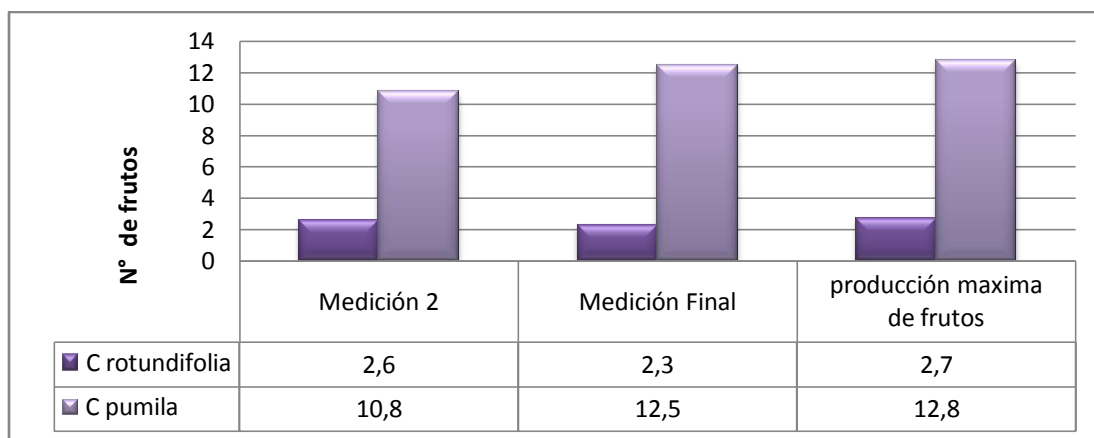


Gráfico 4 Cantidad de frutos medios en las mediciones 2* y 3 y para frutos máximos para Ejido Atécuaro.

*en esta gráfica solo se contempla la medición 2 y 3 ya que en la primera medición ninguna de las especies presentaba frutos todavía.

Fuente: Elaboración Propia.

4.3 RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD 4: EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO DE 6 ESPECIES NATIVAS EN ENSAYO DE FERTILIZACIÓN EN VIVERO DEL CIECO.

Lupinus elegans

Para esta especie en lo que respecta a altura por tratamiento en el Gráfico N° 5 se puede apreciar que no existe mucha diferencia entre los tratamientos aunque el tratamiento 1 es ligeramente mejor que los otros dos a lo que seguiría el tratamiento 2 y por último el testigo.

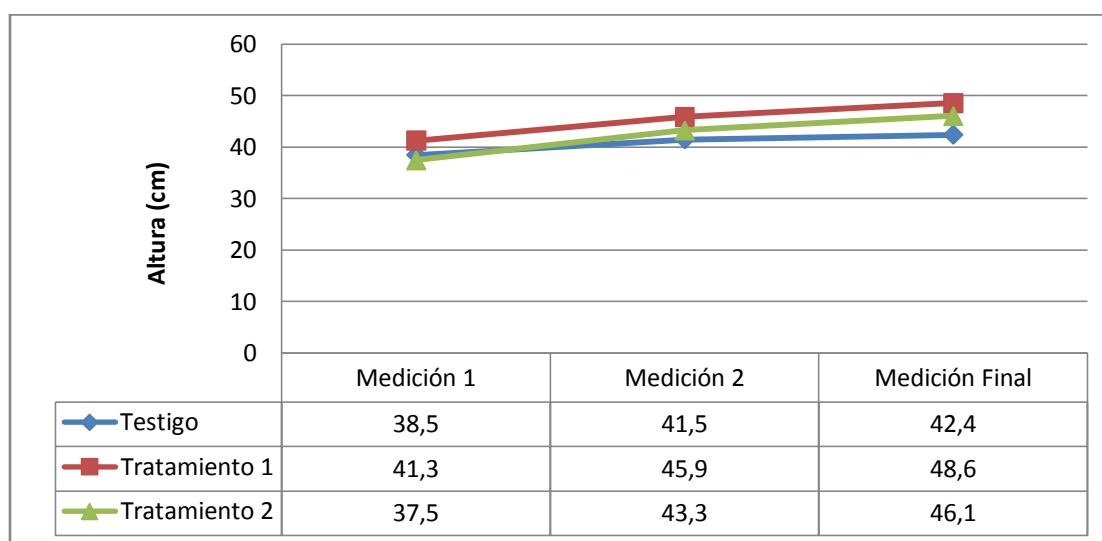


Gráfico 5 Alturas medias por tratamiento para *Lupinus elegans*.

Fuente: Elaboración propia.

El Cuadro N° 5 nos presenta que el tratamiento que presentó un incremento medio real mayor fue el tratamiento 2 con 8,6 cm a lo que le sigue el tratamiento con 7,3 cm y por último el testigo con 3,9. Del presente cuadro se pudo apreciar además que el tratamiento 1 el cual corresponde a la dosis de 3 gr de fertilizante, no presenta ejemplares muertos por lo que su sobrevivencia es del 100% mientras que el tratamiento 2 presenta un 88,2 % de sobrevivencia siendo el más bajo por tratamiento para la especie.

Cuadro 7 Incremento medio real (cm) y porcentaje de sobrevivencia (%) por tratamiento para *Lupinus elegans*.

Tratamiento	Incremento medio real (cm).	Porcentaje de sobrevivencia (%)
Testigo	3,9	94,1
Tratamiento 1	7,3	100
Tratamiento 2	8,6	88,2

Fuente: Elaboración propia.

Salvia fulgens

Para la especie en lo que respecta a variaciones de altura entre tratamiento no existe una gran diferencia siendo muy similares en alturas el tratamiento 1 del 2 donde las macetas testigo presentaron una leve altura mayor que los tratamientos en menos de 1 cm.

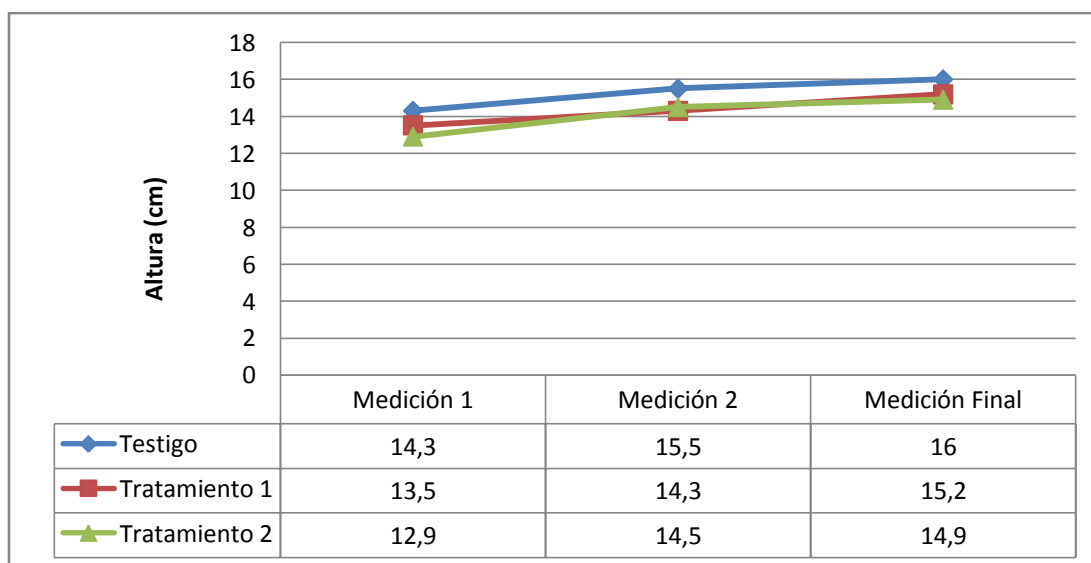


Gráfico 6 Alturas medias por tratamiento para *Salvia fulgens*.

Fuente: Elaboración propia.

El Cuadro N° 6 nos muestran que para esta especie casi no existe diferencia entre las macetas testigo y los tratamientos de fertilización aplicados en cuanto a Incremento medio real. Se puede apreciar además que las macetas testigo y el tratamiento uno presentan un porcentaje similar de sobrevivencia de un 88,2 %, presentando el mas bajo de los porcentaje el tratamiento 2 con un 76,5 %.

Cuadro 8 Incremento medio real (cm) y porcentaje de sobrevivencia (%) por tratamiento para *Salvia fulgens*.

Tratamiento	Incremento medio real (cm).	Porcentaje de sobrevivencia (%)
Testigo	1,7	88,2
Tratamiento 1	1,7	88,2
Tratamiento 2	2	76,5

Fuente: Elaboración propia.

Lupinus mexicanus

Para esta especie en el gráfico N° 7 se puede apreciar que ambos tratamientos se encontraban en condiciones parecidas al momento de la primera medición y que a realizar la medición final el tratamiento que tuvo la mayor altura final fue el tratamiento 1 con 21,9 cm seguido del tratamiento 2 con 19 cm lo cual no presenta gran diferencia y por último están las macetas control la cuales tuvieron por altura máxima media final 15,8 cm lo cual se encuentra por 6,3 cm bajo el tratamiento 1.

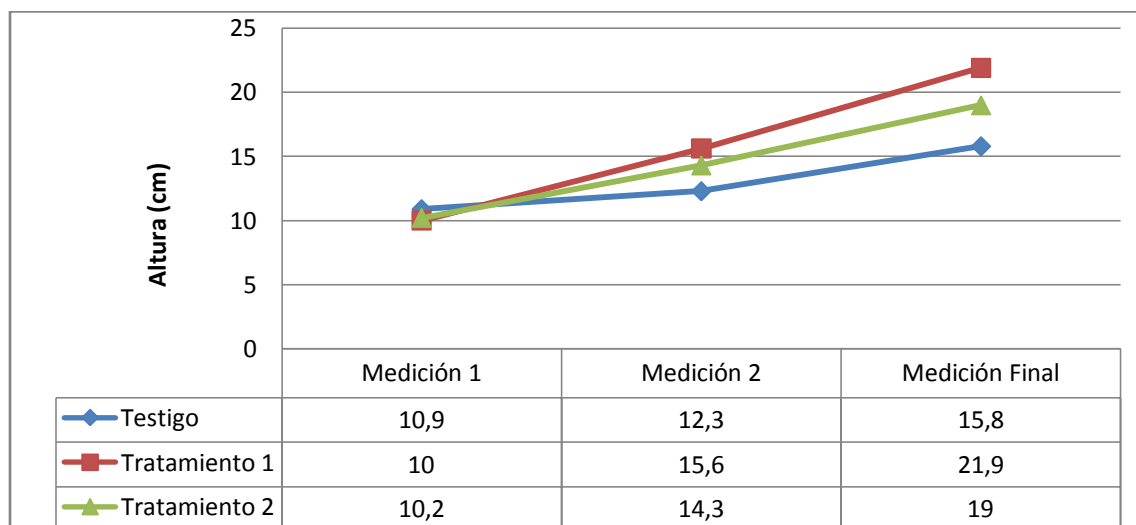


Gráfico 7 Alturas medias por tratamiento para *Lupinus mexicanus*.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro N° 7 se puede apreciar que para esta especie el tratamiento 1 es el que presento el mayor incremento medio real, el cual fue de 11,9 cm a lo que lo sigue el tratamiento 2 con 8,8 cm y por último el más bajo de los incrementos corresponde a las maceta testigo con incremento de un 4,9 cm. Se puede apreciar también que las macetas testigo y el tratamiento 1 no presentaron bajas en sus individuos obteniendo ambos un 100 % de sobrevivencia, mientras que el tratamiento 2 presenta un 88,2 % siendo el más bajo para la especie.

Cuadro 9 Incremento medio real (cm) y porcentaje de sobrevivencia (%) por tratamiento para *Lupinus mexicanus*.

Tratamiento	Incremento medio real (cm).	Porcentaje de sobrevivencia (%)
Testigo	4,9	100
Tratamiento 1	11,9	100
Tratamiento 2	8,8	88,2

Fuente: Elaboración propia.

Crotalaria rotundifolia

Para esta especie se puede observar en el gráfico N° 8 que no se aprecian diferencias significativas respecto a crecimiento en altura entre los tratamientos y las macetas testigo, pero si se puede apreciar que las testigo se encuentran levemente bajo los tratamientos.

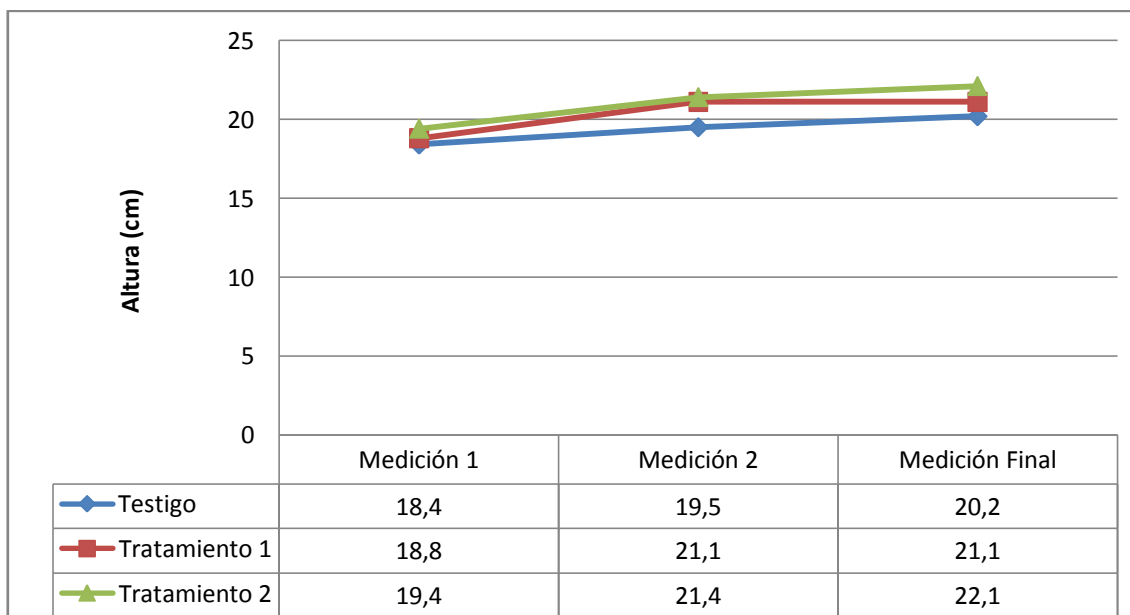


Gráfico 8 Alturas medias por tratamiento para *Crotalaria rotundifolia*.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro N° 8 se puede apreciar para esta especie que no existe una gran diferencia entre tratamiento respecto al incremento medio real, pero se puede observar que las macetas testigo se encuentran levemente bajo los tratamientos casi 1 cm. Se puede apreciar además respecto al porcentaje de sobrevivencia que el tratamiento 1 con un 82,4 % es el tratamiento que presenta un mayor porcentaje y que las macetas testigo junto con el tratamiento 2 presentan ambas un 76,5% de sobrevivencia, encontrándose por debajo del tratamiento 1.

Cuadro 10 Incremento medio real (cm) y porcentaje de sobrevivencia (%) por tratamiento para *Crotalaria rotundifolia*.

Tratamiento	Incremento medio real (cm).	Porcentaje de sobrevivencia (%)
Testigo	1,7	76,5
Tratamiento 1	2,3	82,4
Tratamiento 2	2,7	76,5

Fuente: Elaboración propia.

Asclepias curassavica

Para esta especie el Grafico N° 9 no se presentan diferencias significativas entre los tratamientos y entre estos y las macetas testigo, pero se puede apreciar que el tratamiento 1 se encuentra levemente por debajo de los otro dos.

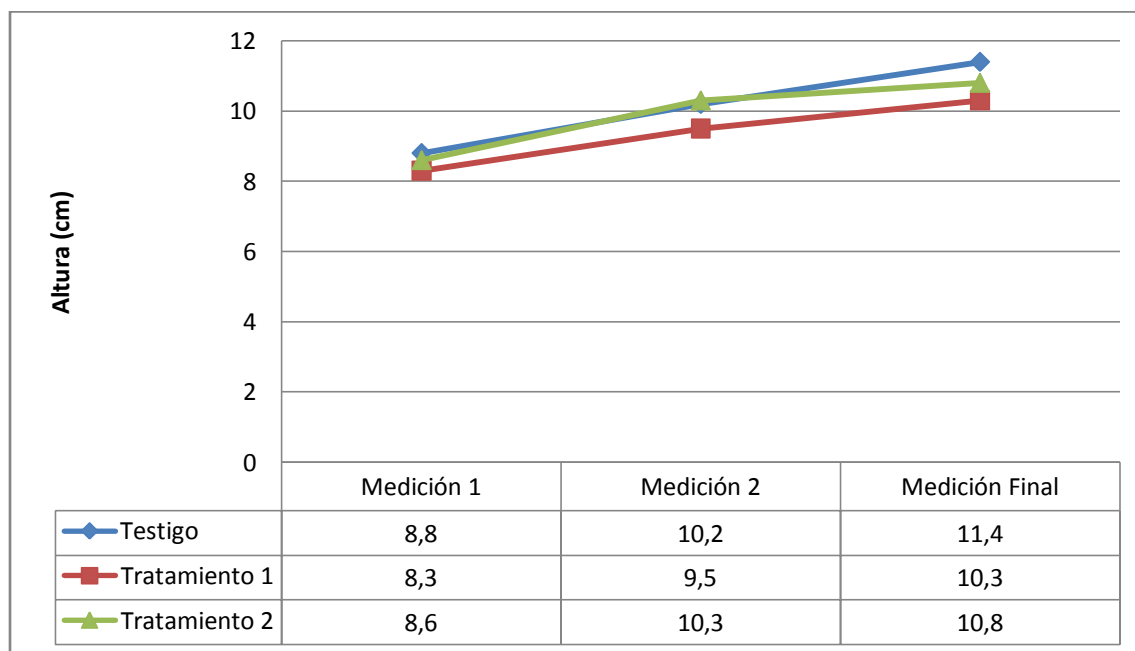


Gráfico 9 Alturas medias por tratamiento para *Asclepias curassavica*.

Fuente: Elaboración propia.

Para esta especie en el cuadro N° 9 se puede apreciar que no existen diferencias significativas en cuanto a incremento medio real se refiere entre los tratamientos y entre estos y las macetas testigo. Se puede apreciar además que las macetas testigo y el tratamiento 2 no presentaron bajas de individuos obteniendo un 100% de sobrevivencia a lo que el tratamiento 1 presenta un 94,1 % lo cual es lo más bajo para esta especie.

Cuadro 11 Incremento medio real (cm) y porcentaje de sobrevivencia (%) por tratamiento para *Asclepias curassavica*.

Tratamiento	Incremento medio real (cm).	Porcentaje de sobrevivencia (%)
Testigo	2,6	100
Tratamiento 1	2	94,1
Tratamiento 2	2,2	100

Fuente: Elaboración propia.

Crotalaria pumila

Para esta especie se puede apreciar en el gráfico N° 10 que no existen diferencias significativas entre el tratamiento 1 y 2 en lo que respecta a altura, pero también se puede observar que las macetas testigo se encuentran al menos 4 cm bajo la altura desarrollada por los tratamientos.

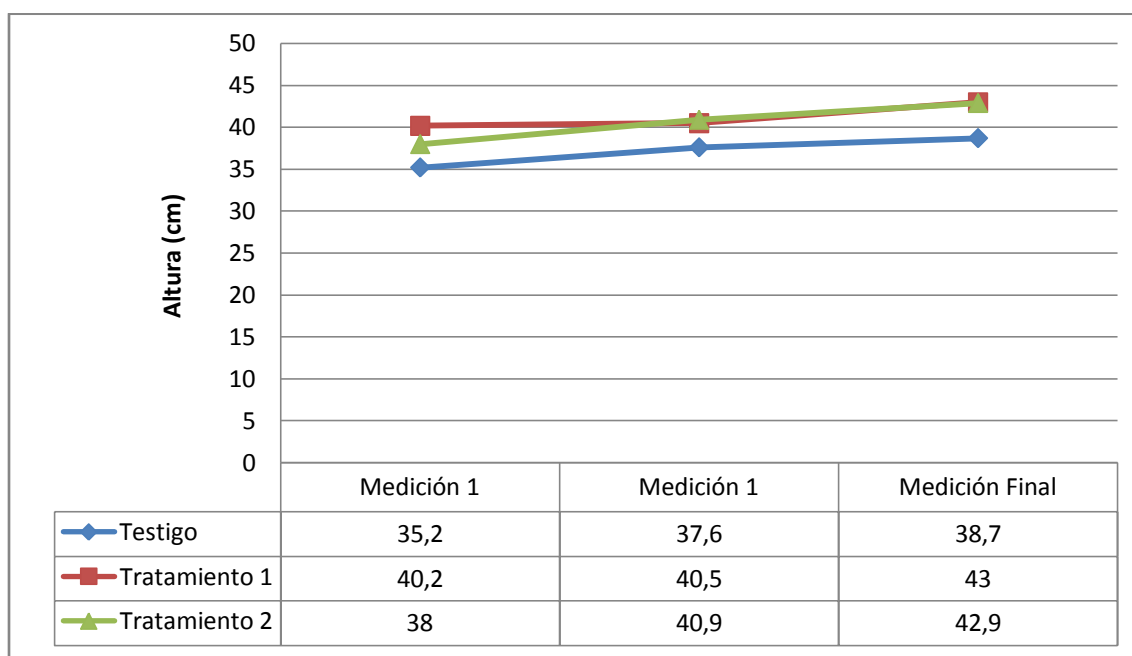


Gráfico 10 Alturas medias por tratamiento para *Crotalaria pumila*.

Fuente: Elaboración propia.

Del Cuadro N° 10 se desprende que el mayor incremento medio real para esta especie lo obtuvo el tratamiento 2 al cual le siguen las macetas testigo y por último el tratamiento 1. Se puede apreciar a demás que respecto a el porcentaje de sobrevivencia el tratamiento presento un 100% a lo que le sigue el tratamiento 2 con un 88,2 % y por último las macetas testigo con un 82,4% presentando el menor porcentaje observado para la especie.

Cuadro 12 Incremento medio real (cm) y porcentaje de sobrevivencia (%) por tratamiento para *Crotalaria pumila*.

Tratamiento	Incremento medio real (cm).	Porcentaje de sobrevivencia (%)
Testigo	3,5	82,4
Tratamiento 1	2,8	100
Tratamiento 2	4,9	88,2

Fuente: Elaboración propia.

5. RECOMENDACIONES GENERALES.

Del desempeño cuantificado y evaluado para las especies; *Salvia fulgens*, *Lupinus elegans*, *L. mexicanus*, *Crotalaria pumila*, *C. rotundifolia* y *Asclepias curassavica* en el sitio de la ANP Cerro Punhuato se visualizó que las especies con mayor mortalidad fueron sin duda *Salvia fulgens* debido principalmente a herbivoría, al igual que pasa con las demás especies a excepción de *Asclepias curassavica*, en el sitio Cerro Punhuato se presentan condiciones adversas en lo que respecta a depredación por insectos herbívoros en estadios muy tierno o herbáceos de las plantas. Para *Asclepias curassavica* las condiciones bajo dosel donde estuvo ubicada en Punhuato parecieron ser condiciones bastante adecuadas para el desarrollo de la especie, se presume que esto se debe a la humedad.

El sitio Ejido de Atécuaro nos da cuenta de que las especies *Lupinus mexicanus* y *Asclepias curassavica* debido a la alta mortalidad que presentaron no son especies indicadas para reforestar este sitio, se supone por lo observado en campo que la especie *Lupinus mexicanus* no responde bien a un exceso de humedad como lo es el periodo de lluvias sin poseer el adecuado drenaje y además se visualizó en el sitio Atécuaro que esta es una especie altamente depredada por insectos herbívoros. En el caso de *Asclepias curassavica* parece ser que por sus características tropicales y de humedad, no le son favorables las condiciones áridas que presenta Atécuaro fuera del tiempo de lluvias, ya que en la mayor parte de los caso se observó que esta se fue secando en algunos casos hasta morir.

Al realizar una comparación entre los desempeños observados en ambos sitios se puede concluir respecto a altura, despreciando los porcentajes de mortalidad ya comentados, que las alturas medias, máximas y mínimas son bastante similares entre ambos sitios para especies como *Crotalaria rotundifolia*, *Asclepias curassavica* y *Salvia fulgens* por lo que pareciera no influir las condiciones del suelo para la altura que puede desarrollar la especie.

Para *Lupinus elegans* hay ciertas diferencias leves entre alturas de las plantas, pareciera ser que el sitio de Punhuato presenta una mayor oscilación entre la altura máxima y la mínima, alcanzándose las más bajas y las más altas entre ambos sitios, que podría estar influenciado por la cantidad de humedad y radiación solar que requiere la especie para su desarrollo.

En cambio para *Lupinus mexicanus* al presentar mayores altura media y máxima en Punhuato, pareciera ser que le son más favorables las condiciones de suelo y sitio en este

lugar, sobre todo si consideramos que tuvo un menor porcentaje de mortalidad en este sitio respecto de Atécuaro y para *Crotalaria pumila* ocurre algo parecido incluso en cuanto a la variable de fructificación media que fue mayor para el ANP Cerro Punhuato.

Las Condiciones de ambos sitios son muy diferentes, no sólo por que las características físicas sino porque las historias de manejo son muy diferentes. En Atécuaro la deforestación iniciada para obtener leña y carbón siguió el cultivo de maíz sin técnicas agrícolas adecuadas, lo que ocasionó erosión excesiva y la formación de cárcavas. En el Punhuato a la deforestación histórica continuó, en la mayor parte del área, durante su historia cercana el cerro estuvo sujeto a abandono, además se le realizaron frecuentes reforestaciones con eucaliptos en el pasado, pero los ejemplares aún persisten y ha sido difícil retirar estas del ANP por problemas culturales. En el Punhuato la erosión nunca ha sido severa.

Actualmente ambos sitios presentan retos significativos para la restauración ecológica, Atécuaro porque se ha perdido el suelo y la degradación ambiental es extrema, el Punhuato por la influencia de la zona urbana de Morelia que se refleja en usos inadecuados del área, presencia de especies exóticas y un aumento de la aridez causado por el efecto conocido como “isla urbana de calor” (Valle-Díaz, 2009).

Para las Macetas en la inmediaciones del CIEco con tres tratamientos se puede concluir que si bien hay diferencias en las alturas finales por especie, estas diferencias no son significativas en relación altura-tratamientos aplicados a las macetas.

Se puede agregar que es interesante el observar que el tratamiento que presento el menor porcentaje de sobrevivencia fue el tratamiento 2 en la mayoría de los escenarios.

Si bien no se consideró la capacidad de drenaje de cada maceta y si bien todas las macetas deberían presentar la misma dinámica, sería interesante conocer en un próximo ensayo de fertilización, la dinámica que presenta cada maceta en lo que respecta a cuánto tiempo se demora en infiltrar el agua de riego en esta. Además sería interesante a futuro además de conocer los resultados de biomasa realizados a las plantas de cada maceta, el conocer si durante la experimentación existe colonización micorrícica y conocer también el desempeño de esta colonización por cada tratamiento.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

- CORTÉS VARGAS M. 2011. Clasificación y Colección de Suelos en la Microcuenca de Atécuaro, Municipio de Morelia Michoacán. Facultad de Biología U.M.S.N.H.
- CRAWLEY, M. 2007. The R Book. Wiley.
- GOBIERNO DE MICHOACÁN. Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente del Estado de Michoacán de Ocampo (RLEPAEM). 2004. 44 pp.
- GÓMEZ ROMERO M., AUREOLES CELSO E., MARÍN TOGO M. C. y LINDIG CISNEROS R. Programa de Manejo del Área Natural Protegida “Cerro Punhuato”. 2007. 98 pp.
- LINDIG CISNEROS, R. y S. LARA CABRERA. 2004. Effect of scarification treatment and soil type in the germination of *Crotalaria pumila* Ort. Seed Science and Technology 32: 231-234.
- MEDINA MENDOZA M. 2006. Evaluación y Planificación de Uso del Suelo del Ejido de Atécuaro, Municipio de Morelia Michoacán. Facultad de Biología U.M.S.N.H. 81 pp.
- MEDINA SÁNCHEZ, E. y LINDIG CISNEROS, R. 2005. Effect of scarification and growing media on seed germination of *Lupinus elegans* H. B. K. Seed Science and Technology 33: 237-241.
- RUIZ MASSIEU M. Derecho Agrario Revolucionario. Bases para su Estudio. UNAM, México. 1987. 346 pp.
- RZENDOWSKI, G. C. DE, J. RZENDOWSKI Y COLABORADORES, 2005. Flora Fanerógama del Valle de México. 2ª. Ed., 1ª. Reimp., Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán), 1406 pp.
- VALLE DÍAZ O., BLANCO-GARCÍA A., BONFIL C., PAZ H. and LINDIG CISNEROS, R. 2009. Altitudinal range shift detected through seedling survival of *Ceiba aesculifolia* in an area under the influence of an urban heat island. Forest Ecology and Management 258: 1511–1515.

5.1. REFERENCIAS ELECTRONICAS

- <http://luirig.altervista.org>
- <http://michoacan.gob.mx/index.php/temas/medio-ambiente/areas-protegidas>
- <http://michoacan.gob.mx/index.php/temas/medio-ambiente>
- <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asclepiadaceae/asclepias-curassavica/fichas/ficha.htm>
- http://www.congresomich.gob.mx/Modulos/mod_Biblioteca/archivos/311_bib.pdf
- <http://www.oikos.unam.mx/CIEco/>

ANEXOS.

Anexo 1

Tipos de Áreas naturales Protegidas según el Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente del Estado de Michoacán de Ocampo.

- I. Reserva Natural: Es el área terrestre, marina o una combinación de ambas, de competencia estatal, en la que estén representados dos o más ecosistemas en buen estado de conservación y de al menos 100 hectáreas, en donde no se presenten asentamientos humanos y cuyo objetivo es el de asegurar la integridad funcional de los ecosistemas.
- II. Refugio de flora o fauna: Es el área terrestre, marina o una combinación de ambas, definida por la distribución de poblaciones de especies de flora o fauna bajo alguna categoría de protección, cuyo objetivo es el manejo del área para asegurar el mantenimiento del hábitat y en consecuencia los requerimientos de las especies bajo protección.
- III. Parque Natural: Es el área terrestre o marina, o una combinación de ambas, en la que estén representados uno o más ecosistemas en buen estado de conservación, con escasa o nula presencia de población humana, cuyo objetivo es la conservación y manejo del o los ecosistemas, para garantizar la integridad biológica del sitio vía la restauración del ecosistema y el desarrollo de su potencial como área de investigación, educativa y recreativa.
- IV. Reservas Patrimoniales: Es el área terrestre o marina, o una combinación de ambas, en la que estén representados uno o más ecosistemas, cuyo objetivo es la conservación del patrimonio natural y cultural del sitio en las que están interesados comunidades o ejidos, o se desarrollen actividades tendientes al manejo sustentable de los ecosistemas con el objetivo de conservar, restaurar y rehabilitar el hábitat natural, a través de proyectos tradicionales de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y generar estrategias de preservación del legado histórico cultural del manejo integral de los recursos locales.
- V. Parques Urbanos Ecológicos: Son aquellas áreas de uso público dentro de los centros de población, que tienen como objetivo preservar el equilibrio de las áreas urbanas e industriales, entre las construcciones, equipamientos e instalaciones respectivas y los elementos naturales.

VI. Zonas Sujetas a Preservación Ecológica: Son aquellas áreas circunvecinas a los asentamientos humanos, en las que exista uno o más ecosistemas en buen estado de conservación, destinados a preservar los elementos naturales indispensables del equilibrio ecológico.

LAS CATEGORÍAS QUE ESTABLECE LA ACTUAL LEY AMBIENTAL Y DE PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO NATURAL DEL ESTADO DE MICHOACÁN (2007).

Anexo 2

Descripciones Botánicas de las Especies Empleadas en los Estudios

Lupinus elegans

Planta perene, subfrutescente, de 1 a 2 m de altura: presenta tallos muy ramificados, ramas huecas, finas y aplicadamente puberulentas, con follaje bien distribuido, mas disperso en la parte superior. Presenta hojas compuestas de 7 u 8 foliolos oblanceolados, las flores se abren casi simultáneamente. El tamaño del Fruto es de 4- 4,5 cm de largo, la vaina tiene de 5-8 semillas, presenta flores azules y su floración ocurre entre los meses de julio a septiembre, es una planta muy sedosa, estandarte ovalado, ápice puntiagudo, sus frutos son legumbres de 4 a 4,7 de largo, de 8 a 9 mm de ancho. Se presenta en altitudes de 2850 a 3200 msnm, generalmente presente en los bosques de pino-encino (Rzendowski, G. C. de, J. Rzendowski y col., 2005).

Planta	Hoja	Flor(es)
		

Figura 19 Principales estructuras de *Lupinus elegans*.

Fuente: Constanza Pinto M., 2012, Google, 2012.

Salvia fulgens

Esta especie pertenece a la familia Labiatae, es un arbusto de 1 a 4 m de altura, a menudo trepador, con laminas foliares ovaladas de 3 a 14 cm de largo, de 1,5 a 7 cm de ancho, agudas en el ápice, cordadas o truncadas, pilosas en el haz, corola roja o rara vez blanca, de 4 a 6 cm (tubo de 2,5 a 3,6 cm) de largo, de 0,8 a 1 cm de ancho, pilosa por fuera y con un par de papilas cerca de la base por dentro, labio superior de 1,6 a 1,8 cm de largo, en el inferior de 1,6 a 1,75 cm largo. Su distribución altitudinal va de 2650 a 3400 m. Es relativamente frecuente en bosques de coníferas, de *Quercus* y mesófilo de montaña. Se encuentra además de Michoacán al Estado de México y Puebla.

Planta	Hoja	Flor(es)
		

Figura 20 Principales estructuras de *Salvia fulgens*.

Fuente: Constanza Pinto M., 2012), Google, 2012.

Lupinus mexicanus

Esta especie perteneces a la familia Caesalpinioideae sub familia Lotoidae, Planta anual o bienal; tallos huecos, cubiertos con pelos extendidos abundantes de 4 a 6 mm de largo, foliolos 7 a 9, linear-oblancoelados, vellosos en el envés, foliolos mas grandes de 3 a 3,5 cm de largo, de 5 a 9 mm de ancho; racimos de 10 a 30 cm de largo, flores esparcidas o subverticiladas, de 10 a 14 mm de largo, presenta frutos tipo legumbre de 3 a 4 cm de largo de 6 a 8 mm de ancho se presenta a una altura de 2250 m de altura. Se encuentra en campos y orillas de caminos (Rzendowski, G. C. de, J. Rzendowski y col., 2005).

Planta	Hoja	Flor(es)
		

Figura 21 Principales estructuras *Lupinus mexicanus*.

Fuente: Constanza Pinto M., 2012, Google, 2012.

Crotalaria rotundifolia

Esta especie pertenece a la familia Caesalpinioideae sub familia Lotoidae, es una planta herbácea perenne, decumbente o suberguida, de 15 a 20 cm de largo, presenta hojas simples, subsésiles, orbiculares, ovadas, oblongas, lanceoladas, o elípticas, de 1 a 4 cm de largo por 5 a 20 mm de ancho. Las flores se presentan en forma de racimos con 3 a 6 flores de 7 mm de largo (Rzendowski, G. C. de, J. Rzendowski y col., 2005).

El fruto es una legumbre inflada, oblonga, de 15 a 20 mm de largo por 5 a 10 mm de diámetro, glabra, semilla color café-rojizo o verde-olivo, de 1,5 q 2,5 mm de largo. Se distribuye al Sureste de Estados Unidos a Centroamérica (Rzendowski, G. C. de, J. Rzendowski y col., 2005).

Planta	Hoja	Flor(es)
		

Figura 22 Principales estructuras de *Crotalaria rotundifolia*.

Fuente: Constanza Pinto M., 2012.

Asclepias curassavica

Esta es la especie de *Asclepias* más llamativa y común como maleza. Crece sobre todo en lugares húmedos del trópico.

Pertenece a la familia Asclepiadaceae. Su distribución en México se ha registrado en Aguascalientes, Baja California Norte, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Colima, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Querétaro, Quintana Roo, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán (Villaseñor y Espinosa, 1998 citado por CONABIO).

Es una especie nativa del país, herbácea, sin pelos, su tamaño fluctúa de 30 a 100 cm de alto. Posee hojas opuestas, pecíolos de 1 a 2 cm de largo, láminas elípticas a angostamente elípticas, de 7.5 a 18 cm de largo y de 1 a 3 cm de ancho, ápice agudo a acuminado, base obtusa o decurrente, membranáceas, puberulentas a glabra (sin pelos). Las inflorescencias son terminales y son cimas umbeliformes. Presenta flores bisexuales, con simetría radial. Los frutos son secos y se abren por la sutura ventral (se llaman folículos), se encuentran sobre pedicelos erectos, son angostamente fusiformes, de 0.6 a 1 cm de largo y de 1.5 a 2 cm de ancho, con la superficie lisa y glabrescente. Además está provista de látex blanco (CONABIO)

Su distribución altitudinal se reporta en Tehuacán-Cuicatlán de los 1000 a los 1800 m (Juárez-Jaimes y Lozada, 2003 citado por CONABIO). Su distribución por tipo de zonas bioclimáticas corresponde a Selva baja caducifolia y Selva alta perennifolia.

Planta	Hoja	Flor(es)
		

Figura 23 Principales estructuras de *Asclepias curassavica*.

Fuente: Constanza Pinto M., 2012 y Google, 2012.

Crotalaria pumila

Esta leguminosa es nativa de las orillas de parcelas y caminos, y arvense de milpas, es una planta comestible popular, perteneces a la familia Caesalpinioideae sub familia Lotoidae, Es originaria de Mesoamérica. Está distribuida desde sur de Estados Unidos hasta Sudamérica. Como distribución secundaria se distribuye en Oceanía. Su distribución en México comprende 27 Estados (Villaseñor y Espinosa, 1998 citado por CONABIO).

Es una hierba erguida, ramificada, su tamaño fluctúa de 30 a 50 cm de altura. Presenta un tallo cubierto por pelos rectos, agudos y con la base redondeada, a simple vista parece no tener pelos. Posee hojas Trifolioladas, el pecíolo delgado, generalmente de la mitad del largo del foliolo terminal, foliolos obovados u obovado-oblongos, delgados, de 1 a 2 cm de largo por 2 a 8 mm de ancho, ápice redondeado, borde entero, base cuneada, haz sin pelos, envés con pelos rectos y de base redondeada. Su floración es por medio de inflorescencia: con flores dispuestas en racimos y estos con pocas flores. El fruto es una legumbre inflada (CONABIO).

Presenta una distribución por tipo de zonas bioclimáticas, principalmente en selva tropical caducifolia, pero también en bosque de pino-encino y bosque tropical perennifolio y una distribución altitudinal en el Valle de México se conoce hasta los 2350 m. En el Valle de Tehuacán-Cuicatlán se registra de los 1780 a los 2250 m (Soto-Estrada, 2004 citado por CONABIO).

Planta	Hoja	Flor(es)
		

Figura 24 Principales estructuras de *Crotalaria pumila*.

Fuente: Google, 2012.

Pinus pseudostrobus

Es un árbol que alcanza de 15 a 25 m de altura; tronco con un diámetro de hasta 1 m, corteza liza durante mucho tiempo, áspera y agrietada en la vejez, ramas verticiladas, ramillas con las bases de los catafilos espaciadas entres sí y algo hundidas en las ramillas; hojas reunidas en número de 5 en cada fascículo, a veces 6, miden de 17 a 24 cm de largo, delgadas, flexibles, colgantes, de color verde intenso, a veces glaucas o con tinte amarillento, vaina persistente, amentos masculinos de 1 a 1,5 cm de largo. De color café-rojizo; los conillos femeninos oblongos, largamente pendunculados, solitarios o en grupos, de más de tres; conos ovoides u oblongos, de 8 a 12 cm de largo, de color café claro, amarillento o café-rojizo, levemente encorvados, y un poco asimétricos, casi sésiles o con pedúnculo corto, generalmente dispuesto por pares; semillas pequeñas, de 6 mm de largo, de color oscuro, con el ala de 23 mm de largo por 6 a 9 mm de ancho. En el Valle se encuentra entre 2300 y 3000 m de altitud. Villa N. Romero a Tlalpan, Tlamanalco. Fuera de la región de estudio se extiende de Durango y Sinaloa a Nuevo León hasta Republica de Nicaragua (Rzendowski, G. C. de, J. Rzendowski y col., 2005).

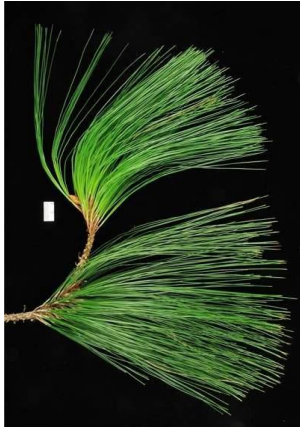
Planta	Hoja	Flor(es)
		

Figura 25 Principales estructuras *Pinus pseudostrobus*.

Fuente: Google, 2012.

Eysenhardtia polystachya

Esta especie perteneces a la familia Caesalpinioideae sub familia Lotoidae, arbusto o árbol de 3 a 8 m de altura, tronco de 10 a 30 cm diámetro, corteza delgada, fisurada, café-grisácea, hojas de 3 a 10 cm de largo, flores de 5 a 7 mm de largo, pubescentes, dispuestas

en racimos apretados, de 4 a 15 cm de largo, su fruto es una legumbre de 1 a 1,5 cm de largo por 3 a 5 mm de ancho, se le llama “palo dulce”, en el Valle de México se encuentra de 2250 a 2700 m de altitud, en sitios con matorral xerófilo y pastizal. Florece de mayo a septiembre y fructifica en los últimos meses del año. Su distribución en México va desde Pachuca a Tlalpan, Xochimilco y Chalco. Fuera de la región de estudio se extiende del sur de Arizona, Chihuahua y Tamaulipas a Oaxaca.

Planta	Hoja	Flor(es)
		

Figura 26 Principales estructuras de *Eysenhardtia polystachya*.

Fuente: Google, 2012.