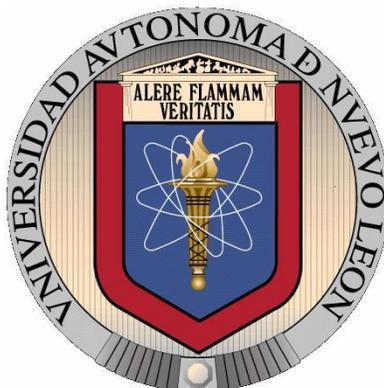


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO



**SUPERVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE ESPECIES NATIVAS, EN ÁREAS CON
DISTURBIO EN EL PARQUE ECOLÓGICO CHIPINQUE, NUEVO LEÓN,
MÉXICO**

TESIS

Como requisito parcial para optar por el título de:

MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES

PRESENTA

ING. MARISELA BENITEZ BENITEZ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO

**SUPERVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE ESPECIES NATIVAS, EN ÁREAS CON
DISTURBIO EN EL PARQUE ECOLÓGICO CHIPINQUE, NUEVO LEÓN,
MÉXICO**

TESIS

Como requisito parcial para optar por el título de:

MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES

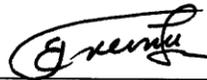
PRESENTA

ING. MARISELA BENITEZ BENITEZ

COMITÉ DE TESIS



Dr. Ricardo López Aguillón
Presidente



Dr. Eduardo Javier Treviño Garza
Vocal

Presidente



Dr. Javier Jiménez Pérez
Secretario



Dr. Miguel Ángel Capó Arteaga
Asesor

Linares, Nuevo León, México

Diciembre, 2013

Agradecimientos

De ante mano, brindo mi mayor agradecimiento a todos los involucrados en la realización del presente trabajo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por otorgar el financiamiento para realizar mis estudios de maestría.

A todo el personal académico, administrativo y auxiliar de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León, quien abrió sus puertas y puso a mi disposición sus instalaciones.

Al Parque Ecológico Chipinque por facilitar medios para la presente investigación, tanto financieros, instalaciones, personal operativo y logístico dentro del parque.

Dedicatoria

A mis padres, Leonor y Esteban mis primeros educadores y guías, con todo mi amor e inmensa admiración.

A mis hermanos, Marcela, Abad, Faustino, Ma. Elena, Alicia, Isabel, Modesta y Salvador, fuertes pilares que me han sostenido en todo el camino, con amor y agradecimiento.

A mis sobrinos, Marisela, Pilar, Ana Paula, Citlalli, Roberta, Lieth Allison, Sofía, Eduardo, Emmanuel, Omar Emiliano, Adrián, con profundo afecto y agradecimiento por llenar de alegría mi vida.

A mi segunda familia, Mamá Juani, José A., Emilia, Lucy, José ángel (Changel), Edgardo y demás integrantes, con profundo agradecimiento, por haberme aceptado y apoyado hasta el final.

A Zita M. Salazar, Juana M, Cervantes, Miguel A. Capó, Enrique, Marco A. González, Eduardo De león, Noé H (†), con inmensa gratitud y admiración, por todo su apoyo, consejos, tiempo y mucho más.

A todas las personas quienes me han brindado cosas positivas, productivas, útiles e importantes durante todo mi trayecto. Gracias!

RESUMEN

El presente estudio consistió en establecer un experimento de restauración ecológica con 6 especies nativas (*Havardia pallens*, *Cercis canadensis*, *Gleditsia triacanthos*, *Quercus canbyi*, *Dodonaea viscosa*, y *Celtis laevigata*) en el Parque Ecológico Chipinque, A. C., San Pedro Garza García, N. L., con la finalidad de evaluar la supervivencia, crecimiento en diámetro y altura, de cada una de las especies establecidas en 4 diferentes sitios; SD:Deslave, SI: Incendiado, SP: Pedregoso y ST: Testigo, bajo un diseño de bloques sistemático, con seis especies y cuatro repeticiones cada una, las repeticiones fueron de 3 plantas. La preparación del terreno se concluyó y posteriormente se realizó la plantación, en diciembre 2011 con las primeras lluvias invernales. De las 6 especies al momento de la plantación *Gleditsia triacanthos* presentó el mejor ICD (Índice de Calidad Dickson) con 0.306, mientras que *Celtis laevigata* presentó el valor más bajo con 0.020. Al término del estudio, a nivel de tratamiento el SI fue el que reflejó los mayores valores en cuanto supervivencia 94.5 % de igual forma en incremento tanto en altura como en diámetro, a nivel de especies *Cercis canadensis* mostró los mayores valores en dichas variables, mientras que *Havardia pallens* presentó valores más bajos tanto en crecimiento como en supervivencia 58.75 %. En los sitios con disturbio mencionados en este estudio se recomienda utilizar *Cercis canadensis* y para sitios con mayor disturbio como el pedregoso se recomienda también *Dodonaea viscosa* y *Celtis laevigata*.

ABSTRACT

The present study was to establish an ecological restoration experiment with 6 native species (*Havardia pallens*, *Cercis canadensis*, *Gleditsia triacanthos*, *Quercus canbyi*, *Dodonaea viscosa*, and *Celtis laevigata*) in the Chipinque Ecological Park , A. C., San Pedro Garza García , N. L., in order to evaluate the survival, height and diameter growth of each species established in 4 different places, SD: Runoff, SI: Burned, SP: Stony and ST Witness, under a block design systematic, with six species and four repetitions, repetitions were 3 plants. Activities Site preparation was completed and subsequently planting was held in December 2011 with the first winter rains. Of the 6 species at planted *Gleditsia triacanthos* presented the best ICD (Dickson Quality Index) with 0.306 , while *Celtis laevigata* showed the lowest value 0.020. At the end of the study, the level of treatment was reflecting SI values greater survival as 94.5 % increase equally in both height and diameter at level of species *Cercis canadensis* showed the highest values in these variables, while *Havardia pallens* provided that lower values on both growth and survival 58.75%. In the riot sites mentioned in this study are recommended *Cercis canadensis* and greater disturbance to sites such as stony is also recommended *Dodonaea viscosa* and *Celtis laevigata*.

ÍNDICE GENERAL

I.INTRODUCCIÓN	11
HIPÓTESIS	14
OBJETIVO GENERAL	14
II. REVISIÓN DE LITERATURA	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1 Área de estudio	19
3.2 Características físico-geográficas	20
3.2.1 Clima.....	20
3.2.2 Precipitación	21
3.2.3 Temperatura	22
3.3 Fenómenos climatológicos.....	23
3.3.1 Heladas.....	23
3.3.2 Granizadas	23
3.3.3 Nevadas.....	23
3.4 Geología	24
3.5 Características del relieve	24
3.6 Hidrología.....	25
3.7 Edafología.....	25
3.8 Características biológicas	26
3.9 Elección de áreas de investigación	28
3.10 Descripción de la metodología	29
3.10.1 Campo	29
3.10.2 <i>Descripción de especies utilizadas</i>	31
3.10.3 Gabinete	40

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1 Supervivencia.....	42
4.1.1 Supervivencia a nivel de tratamientos	42
4.1.2 Supervivencia entre especies	47
4.1.3 Análisis de calidad de planta	59
4.2 Crecimiento (diámetro y altura).....	60
4.2.1 Incremento en diámetro	60
4.2.2 Incrementos en altura	63
V. CONCLUSIONES	67
VI. RECOMENDACIONES.....	67
VII. REFERENCIAS	68

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Principales características de las áreas bajo investigación.	29
Cuadro 2. Especies utilizadas en el estudio, y su clave de identificación.....	40
Cuadro 3 Resumen general de los resultados del análisis GLM, para las variables supervivencia, incremento relativo en diámetro y altura.	42
Cuadro 4 Análisis de varianza de la variable supervivencia a nivel de tratamientos y especies.....	43
Cuadro 5 Prueba de Tukey (HSD) para la variable Super.....	43
Cuadro 6 Resumen mensual de las condiciones climáticas registradas durante los meses que duro el estudio.....	46
Cuadro 7 Valores de porcentaje de cobertura vegetal de cada uno de los sitios, con su respectivo testigo, al momento de efectuar la plantación.	47
Cuadro 8 Prueba del rango múltiple de Duncan para Super.....	47
Cuadro 9 Porcentajes de supervivencia por especie y diámetro de las plantas al momento de plantar, así como, porcentaje de mortandad por categoría por especie.....	50
Cuadro 10 Porcentajes de supervivencia por especie y altura de las plantas al momento de plantar.....	51
Cuadro 11 Correlación entre supervivencia y diámetro, altura e incrementos en diámetro y altura de Sp. 1.....	53
Cuadro 12 Correlación entre supervivencia y diámetro, altura e incrementos en diámetro y altura de Sp. 2.....	54
Cuadro 13 Correlación entre supervivencia y diámetro, altura e incrementos en diámetro y altura de Sp. 3.....	55
Cuadro 14 Correlación entre supervivencia y diámetro, altura e incrementos en diámetro y altura de Sp. 4.....	56
Cuadro 15 Correlación entre supervivencia y diámetro, altura e incrementos en diámetro y altura de Sp. 5.....	57
Cuadro 16 Correlación entre supervivencia y diámetro, altura e incrementos en diámetro y altura de Sp 6.....	58

Cuadro 17 Valores de cada una de las variables utilizadas para calcular el Índice de calidad de Dickson.	59
Cuadro 18 Análisis de varianza de la variable Incremento relativo en diámetro a nivel de tratamientos y especies.	60
Cuadro 19 Prueba de Tukey (HSD) para la variable Irdiam.	61
Cuadro 20 Prueba de Tukey (HSD) para la variable Irdiam.	61
Cuadro 21 Análisis de varianza de variable incremento relativo en altura a nivel de tratamientos y especies.	63
Cuadro 22 Prueba de Tukey (HSD) para la variable Iralt.	64
Cuadro 23 Prueba de Tukey (HSD) para la variable Iralt.	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Localización del Parque Ecológico Chipinque (PECh).....	20
Figura 2 Sitio deslavado (SD) en el 2010, con barreras de retención de suelo.....	30
Figura 3 Sitio Incendiado (SI) 2011, también con barreras de retención de suelo.	30
Figura 4 Ilustración gráfica <i>Havardia pallens</i>	31
Figura 5. Ilustración gráfica de <i>Cercis canadensis</i> L.	33
Figura 6 Ilustración gráfica de <i>Gleditsia triacanthos</i> L.....	35
Figura 7 Ilustración gráfica de <i>Quercus canbyi</i> f. <i>Berlandieri</i>	36
Figura 8 Ilustración gráfica de <i>Dodonaea viscosa</i> L.....	37
Figura 9 Ilustración gráfica de <i>Celtis laevigata</i> Willd.	39
Figura 10 Porcentaje de supervivencia de plantas en cada uno de los tratamientos probados en el estudio.	44
Figura 11 Porcentaje de supervivencia de tratamientos, comparado con el porcentaje de pendiente de cada uno de los sitios.....	45
Figura 12 Porcentaje de supervivencia de cada una de las especies sometidas a prueba.	48
Figura 13 Supervivencia de las especies comparadas con su diámetro inicial.	50
Figura 14 Supervivencia de las especies comparadas con su altura inicial.	52
Figura 15 Incremento relativo en diámetro, en relación con su diámetro inicial. ...	62
Figura 16 Incremento relativo en altura, en relación con su altura inicial.	65

I.INTRODUCCIÓN

La relación hombre-naturaleza ha sido principalmente extracción y uso de recursos que el hombre necesita para su subsistencia, en esta utilización el hombre no siempre ha actuado en forma racional o eficiente (Bifani, 2007).

La acción humana ha producido efectos y alteraciones en los sistemas naturales, algunos positivos, otros negativos; unos reversibles otros irreversibles; algunos temporales otros de carácter permanente, unos inmediatos, otros de larga formación y maduración, visibles a veces, poco perceptibles en la mayoría de los casos, y a menudo despreciables, pero en su conjunto catastróficos (Bifani, 2007).

La sociedad contemporánea se sustenta en una base que exige una cantidad cada vez mayor de recursos materiales, utilizados bajo formas innumerables y crecientemente diversificadas, en la mayoría de las ocasiones de manera ineficiente (Bifani, 2007).

Este uso masivo y acelerado de los recursos naturales, y la presión sobre los mecanismos naturales de asimilación y resiliencia, se lleva a cabo a un ritmo y en forma tal, que supera los tiempos normales de regeneración y asimilación del sistema natural, lo que da como resultado un agotamiento acelerado de recursos y la degradación del medio (Bifani, 2007).

Dicha influencia del ser humano sobre el ambiente, ha ocasionado alteraciones y desequilibrio a nivel global, los cuales se manifiestan mediante fenómenos naturales extremos, inesperados, impredecibles, de gran magnitud, etc., como un intento de la naturaleza por restaurar su equilibrio natural.

Un desastre es un evento o una serie de eventos que interrumpen el funcionamiento normal de los ecosistemas, provocando daños al ambiente, en una escala que sobrepasa la capacidad de los afectados para enfrentar la situación sin apoyo externo (Coburn *et al.*, 1994; CEPAL, 2002 b; PNUMA 2003).

Los desastres de causas naturales son de orden geológico, tectónico, hidrológico, meteorológico o biológico: terremotos, maremotos, erupciones volcánicas, sequías, incendios, huracanes, tormentas tropicales, tornados, inundaciones, deslizamientos y epidemias (PNUMA, 2003).

Si adoptamos una definición muy amplia del término “bosque”, la cual incluye cualquier uso del suelo con una cubierta arbórea sustancial. Por supuesto, no todos los bosques tienen el mismo valor. Su estructura, composición y ubicación juegan un papel fundamental en la determinación de los servicios que puede ofrecer y a quienes se los proporciona (Pagiola *et al.*, 2006).

Los propietarios y usuarios de los bosques siempre han reconocido que reciben de ellos una amplia variedad de beneficios ambientales, además de otros bienes como la madera, las fibras, las plantas comestibles y medicinales y los animales de caza. Entre los servicios (beneficios intangibles) ambientales más conocidos de los bosques están la protección de las cuencas hidrológicas, la recreación, la belleza del paisaje y la biodiversidad.

Dichos bosques forman parte de un ecosistema, dinámico y susceptible de perturbación por el desconocimiento de su funcionamiento por parte de un integrante del mismo, el hombre, quien ejerce su influencia sobre él, mediante actividades de manejo, cabe mencionar que dichas actividades serán positivas o negativas, según el tipo de información con que se disponga, análisis y planeación con que se realicen, de lo contrario, se terminará causando un disturbio o alteración de dicho ecosistema.

Por todo lo que se ha mencionado con anterioridad, tanto importancia como impactos y desconocimientos de cómo manejarlos, es por eso que surge la necesidad de restaurar esos recursos naturales a sus estados originales, pero para eso primero debemos entender que es la restauración y como funciona.

La restauración nace a partir del reconocimiento de la alteración en los procesos que naturalmente rigen a un ecosistema en condiciones prístinas. Las causas que desencadenan procesos de alteración y que más ocupan a la restauración son aquéllas derivadas de la acción humana desmedida. La necesidad de restauración no son las causas sino las consecuencias, a saber: pérdida de variabilidad genética (biodiversidad), degradación de bienes y servicios ecosistémicos (agua, suelo, aire), transformaciones climáticas, reducción de la calidad de vida por alteración de belleza escénica, entre muchas otras (Harker *et al.*, 1999, Sánchez *et al.*, 2005)

Existen dos formas de implementar acciones de restauración de ecosistemas desde la perspectiva de paisaje. La primera se refiere a la “naturalización” del paisaje y la segunda al “refuncionamiento” del mismo. La naturalización comprende la recuperación escénica o visual de un ecosistema ya sea a través de elementos oriundos, que conforman la estructura original del paisaje o exóticos. Estos últimos pueden ser utilizados especialmente en condiciones de estrés como desertificación o salinidad, y sólo como una etapa sucesional temprana, evitando su propagación en áreas naturales. El refuncionamiento concibe la recuperación de los procesos inherentes al ecosistema oriundo, por encima de pura percepción visual (Sánchez *et al.*, 2005).

HIPÓTESIS

Existen diferencias en cuanto a supervivencia y crecimiento de seis especies nativas en diferentes sitios degradados y un testigo.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la supervivencia y crecimiento de 6 especies establecidas en 3 sitios con algún grado de disturbio y el testigo ausente de disturbio.

Correlación de algunas variables morfológicas y fisiológicas (incrementos) de las plantas utilizadas, con la supervivencia y crecimiento.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Desastres naturales

Actualmente las ideas acerca de los desastres naturales desencadenados por los fenómenos naturales están siendo reevaluados, ya que se les está considerando e interpretando como resultado del conflicto que se da entre los procesos sociales y los ambientales. Se considera muy efectivamente que la vulnerabilidad y los riesgos crecen continuamente y que es necesario entender, además de la peligrosidad de los fenómenos naturales, cómo operan y los procesos mediante los cuales la sociedad los incrementa o como puede reducir los efectos de dichos fenómenos y sus amenazas.

Los años 1997 y 1998 resultaron ser una evidencia clara de lo anterior, para los especialistas en estudios del clima y su impacto, ya que los incendios de los bosques en distintos sectores del planeta se convirtieron en una amenaza global.

Incendios forestales

Los bosques se encuentran seriamente amenazados en muchas partes del mundo. Durante la década de los noventa se perdieron en promedio casi 15

millones de hectáreas de bosque por año (FAO, 2011a, 2001b, (Pagiola *et al.*, 2006).

Los incendios forestales siguen siendo una causa de afectación de importantes extensiones de bosques. En América central más de 2.5 millones de hectáreas de bosque sufrieron incendios en el periodo llamado El niño 1997-1998, junto a 1 millón de hectáreas de tierras agrícolas también afectadas. En México se quemaron otras 850,000 hectáreas ese mismo año (Marroquín *et al.*, 2006).

Los incendios forestales han tenido importantes efectos, sanitarios, económicos y ambientales. A nivel local, los efectos ambientales incluyen la degradación del suelo, el aumento en el riesgo de inundaciones en la temporada de lluvias y de sequías cuando no hay precipitaciones una disminución de plantas y animales, así mismo una mayor posibilidad de incendios recurrentes. A nivel mundial, estos efectos abarcan la liberación de gases de efecto invernadero, reducción en las precipitaciones y la extinción de poblaciones de flora y fauna.

Importancia del Suelo

El suelo es un cuerpo natural, distribuido como un continuo en el paisaje con variaciones determinadas por las condiciones lito-climáticas del sitio, el drenaje, la historia geomorfológica y el uso de la tierra. Constituye un sistema abierto con entradas de tipo atmosféricas y salidas que pueden ser superficiales, en forma de escurrimiento y erosión. Por otro lado en el mismo suelo se producen una serie de transformaciones que involucran la presencia de microorganismos, agua, raíces, intercambio de gases, descomposición y neoformaciones, entre muchos otros procesos. La evolución del mismo es constante bajo condiciones propicias, pero con lapsos que fluctúan de cientos a miles de años requeridos para la formación de algunos centímetros. Este largo período hace que se considere al suelo como un recurso natural no renovable.

En todos los ecosistemas, los suelos cumplen con importantes funciones de las cuales se derivan servicios ambientales indispensables para el sostenimiento tanto del ecosistema como de la vida humana.

De igual forma el suelo cumple con otras funciones igualmente trascendentes, como la de construir un medio filtrante que permite la recarga de los acuíferos, influyendo también en la calidad del agua. Asimismo constituye el medio donde se realizan ciclos biogeoquímicos necesarios para el reciclaje de los compuestos orgánicos.

De acuerdo a sus características, el suelo funciona también como hábitat para una gran variedad de organismos, desde células microscópicas a pequeños mamíferos y reptiles, manteniendo una amplia biodiversidad.

Degradación de suelos

Uno de los aspectos que en la actualidad está revistiendo mayor importancia es el de la degradación del suelo. Se puede definir, en un concepto amplio, como la pérdida de calidad y cantidad de suelo. Degradación del suelo significa pérdida parcial o total de su productividad, ya sea cuantitativa o cualitativa (Amestoy, 2001). Algunos autores (Oldeman, 1998) dividen la degradación de suelos en dos categorías. La primera se refiere a la degradación por desplazamiento del material edáfico; en ella se puede encontrar a la erosión hídrica y eólica. Una segunda categoría se refiere a la degradación como resultado de un deterioro interno. En esta categoría se encuentra la degradación química que engloba la pérdida de nutrientes, la contaminación, la acidificación y la salinización, la degradación física que abarca el encostramiento, la compactación y el deterioro de la estructura del suelo y la degradación biológica. Uno de los principales detonadores de la erosión del suelo lo constituye el retiro de la cubierta vegetal natural. (Cotler *et al.*, 2007).

Estado de degradación de suelos en México

Desde la década de 1960 se han realizado diversas evaluaciones para analizar la degradación de suelos en México. Los resultados indican que entre el 70% y 98% de la superficie nacional presenta evidencias de erosión (Cotler *et al.*, 2007).

A pesar de ser un tema que se ha venido estudiando desde hace varias décadas, el estado del conocimiento de la degradación de los suelos en México es aún general, la literatura sobre este tema no solo es escasa, sino que está dispersa, de difícil acceso, en ocasiones confusa y contradictoria; las investigaciones generalmente se han desarrollado ligadas a la conservación del suelo para uso agrícola, no como un elemento indispensable para el funcionamiento de los ecosistemas (Cotler *et al.*, 2007).

Importancia de la vegetación natural

Independientemente del valor intrínseco que tiene la vegetación en proporcionar al hombre una serie de materias primas y productos útiles, también es importante mantenerla en muchas zonas que resultan estratégicas para la captación de recursos hídricos, prevención de inundaciones, plagas, mantenimiento de la pureza del aire y del agua, o para que su presencia actúe como obstáculo al avance de la erosión del suelo (Rzedowski, 1978)

La cubierta vegetal natural es indispensable para la regulación del ciclo hidrológico, de otra manera el ciclo se altera causando serios perjuicios inmediatos e indirectos, la existencia de la vegetación es necesaria para mantener un microclima adecuado, para purificar la atmosfera y el agua, las plantas son indispensables para evitar la excesiva erosión del suelo, propagación de plagas u otras consecuencias del desequilibrio ecológico, la vegetación natural es imprescindible para evitar la extinción de especies de plantas y animales, así como mantener la biodiversidad de los ecosistema, entre muchas funciones más (Rzedowski, 1978).

Restauración ecológica

La restauración ecológica puede entenderse como un intento de reconstituir la naturaleza, de llevarla hacia determinado estado, el cual se define en la conjunción de los múltiples valores e interrelaciones de todos los agentes involucrados en su realización (Meli, 2006).

Además de generar información útil para la recuperación de los sistemas naturales, la restauración ecológica brinda una oportunidad de probar nuestra capacidad de entenderlos y reproducir su funcionamiento (Meli, 2006).

Es evidente que la restauración ecológica es una actividad útil y necesaria para la recuperación de nuestros ecosistemas. Pero su éxito dependerá no sólo del interés de la comunidad científica y técnica en desarrollar los conocimientos y las herramientas necesarias para reconstituir los sistemas naturales, sino también de la participación de todos los grupos sociales involucrados, la población local, las organizaciones no gubernamentales y fundamentalmente el Estado, que podría facilitar y promover el desarrollo de un contexto adecuado para realizar este proceso (Meli, 2006).

Por lo tanto, tal como recomienda (Alanís *et al.*, 2010) es necesario realizar estudios encaminados al desarrollo de nuevos métodos que permitan una mayor sobrevivencia en las plantaciones post-incendio; el presente estudio pretende estudiar y analizar el comportamiento de varias especies de plantas, en diferentes

tipos de sitios, para identificar la respuesta de cada una de las especies, tanto en sobrevivencia, como en crecimiento, de acuerdo a los sitios donde fueron establecidas, y así poder determinar el tipo de especies que son más recomendables para ciertos sitios, así como el tamaño de planta adecuado para asegurar el mayor porcentaje de sobrevivencia, ideal que se busca en trabajos y/o estudios de restauración de áreas degradadas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Área de estudio

El estudio se realizó en el Parque Ecológico Chipinque (PECh) (Figura 1) el cual forma parte del Área Natural Protegida (ANP) Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM), y posee una extensión territorial de 1,815 ha, localizadas en los municipios de San Pedro Garza García y Monterrey, Nuevo León (noreste de México). Presenta altitudes que varían de los 750 a los 2,200 msnm, situándose entre las coordenadas geográficas 100°18' y 100°24' de longitud oeste y 25°33' y 25°35' de latitud norte. Los suelos dominantes del PECh son litosol y rendzina (INEGI, 1986).

La precipitación varía de 300 a 600 mm anuales y el clima es semiseco, con lluvias marcadas en verano con una temperatura media anual de 21,3°C. La temperatura media mensual más cálida está entre 30 y 31°C y se presenta en los meses de junio, julio y agosto; y la menor se registra en los meses de enero y diciembre con un valor de 13 a 14°C. (INEGI, 1986).

La vegetación del área de estudio está constituida por un bosque mixto conformado por especies de *Pinus* y *Quercus*, entre las que destacan *Pinus pseudostrobus* (Lindl.), *P. teocote* (Schiede. ex Schltdl. & Cham) y del género *Quercus*: *Q. rysophylla* (Weath), *Q. laeta* (Liemb), *Q. polymorpha* (Schltdl. & Cham), *Q. laceyi* (Small) y *Q. canbyi* (Trel.) (Jiménez *et al.*, 2001; Alanís *et al.*, 2007).

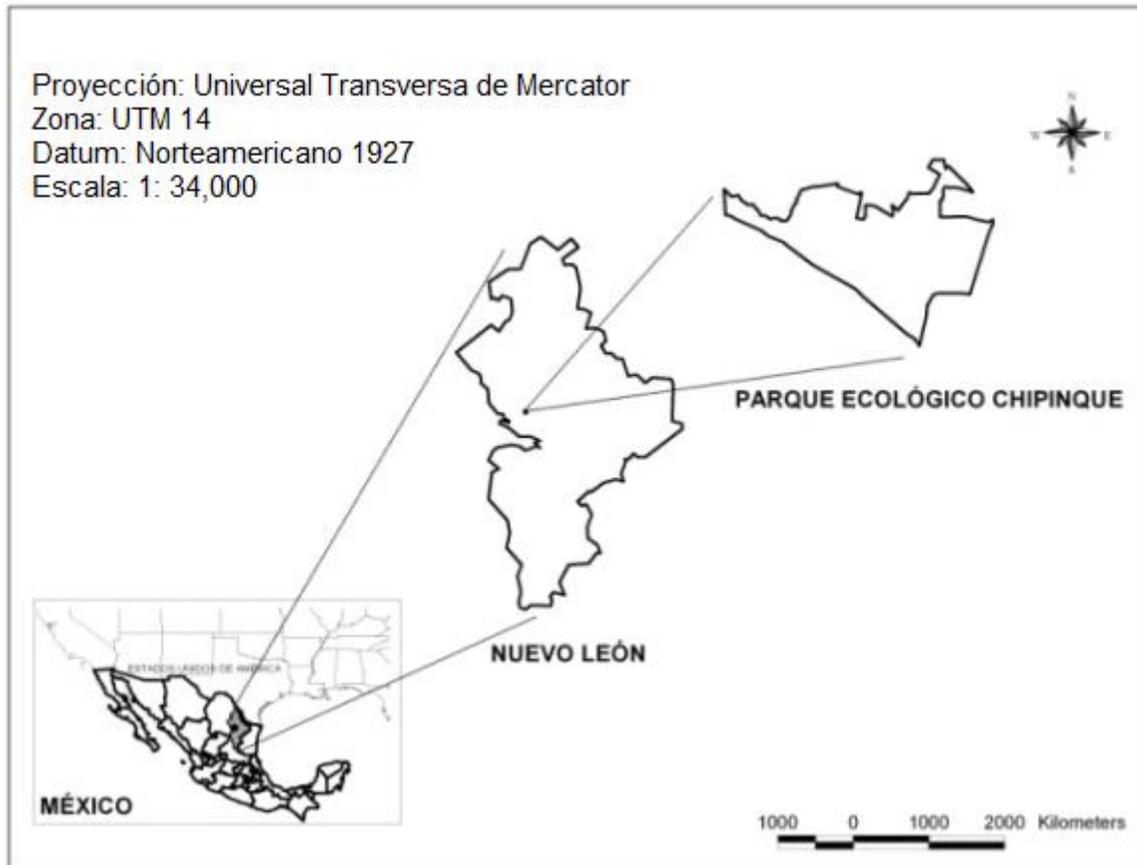


Figura 1 Localización del Parque Ecológico Chipinque (PECh).

3.2 Características físico-geográficas

3.2.1 Clima

Los climas de la Sierra Madre Oriental (SMO) son muy diversos, las diferencias de temperaturas se deben a la existencia de la cadena montañosa, produciendo un efecto de condensación, que genera lluvias que se concentran en la vertiente este de la sierra, mientras que en la vertiente oeste, se desarrolla un fenómeno llamado “sombra orográfica”, dando lugar a llanos o bolsones con clima seco o semiseco.

El PECh se encuentra localizado dentro de la zona subtropical de alta presión; esta posición de latitud y su altitud sobre el nivel del mar intervienen en el comportamiento climático influido por masas de aire marino continental y de circulación superior que dan lugar a un solo máximo térmico, típico de las zonas subtropicales, así como un amplio rango térmico, también característico de éstas regiones.

De acuerdo con la clasificación de Köppen (1936) modificada por García (1973) para la República Mexicana, el PECh presenta un clima tipo BS1(h')hw(e)''w'', (Semiseco, con lluvias marcadas en verano); con un porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10% de la lluvia anual. La temperatura promedio anual es de 20.5° C, y una precipitación promedio anual de 595 mm.

A partir de 1999 el PECh cuenta con tres estaciones meteorológicas ubicadas en el Pinar, La Meseta y el Centro de Atención al Visitante (CAV), en las cuales se monitorean elementos climáticos como la temperatura, precipitación, humedad relativa, velocidad del viento, etc. Entre los elementos más importantes a monitorear en el PECh, se encuentra la precipitación y la temperatura, ya que estos factores depende el número de visitantes recibidos mensualmente, además de permitir monitorear, si las condiciones del clima son idóneas o no para que ocurra un incendio forestal, elemento imprescindible para un parque ecológico. Se cuenta con un registro de los años de 1999 al 2007 (Alanís *et al.*, 2007).

3.2.2 Precipitación

El norte de la República Mexicana, es una zona de lluvias escasas donde la aridez responde a la situación geográfica respecto a la faja subtropical de alta presión.

El comportamiento general de las precipitaciones está dado por la influencia de la circulación general de la atmósfera durante el año. De modo que las lluvias registradas en los primeros meses del año están dadas por la entrada de los “nortes” al país, que producen lluvias ligeras o moderadas en estos meses. Aproximadamente en junio, se percibe la influencia de las lluvias de verano en forma torrencial y de chubascos.

Por el efecto dominante de los vientos alisios que pierden fuerza hacia julio y agosto, hay una disminución de las precipitaciones, llamada canícula. En septiembre cuando se activa la circulación ciclónica, se vuelven a sentir las masas de aire húmedo, cada vez de mayor importancia como productoras de lluvia en la región.

La precipitación promedio anual oscila entre los 300–600 mm en los correspondientes meses de mayo, junio y julio, así como durante los meses de diciembre y enero con una media que varía entre los 5 a 10 mm, y la humedad relativa entre el 30 y 50%.

En base a la información recabada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2008), en el período 1941-2007 se presentó una precipitación

promedio anual de 663.2 mm en la Estación Monterrey (500 msnm) considerada debido a su cercanía con el PECh, mientras que la Estación Iturbide del período de 1960-2007 presentó una precipitación promedio anual de 658.3 mm (ver figuras 4 y 5) tomada en consideración debido a que se encuentra en la Sierra Madre Oriental y presenta similitud altitudinal (1450 msnm) y de vegetación (bosque mixto de pino-encino) con el PECh.

3.2.3 Temperatura

La marcha anual de la temperatura muestra una curva típica de regiones subtropicales, con un máximo térmico coincidente con la posición del sol durante el verano. Hay un almacenamiento creciente de energía desde la estación de invierno. El progresivo avance del sol hacia el hemisferio norte determina ganancias térmicas continuas como lo muestran los datos de radiación solar que coinciden con el período de calentamiento de enero a julio y, por lo tanto, en las estaciones meteorológicas se presentan en este último mes el máximo térmico y el máximo de radiación solar. A partir de aquí la temperatura queda sujeta a modificaciones provocadas por la invasión de masas de aire frío y húmedo, de modo que los descensos térmicos son de alrededor de 3°C hacia el mes de septiembre.

En octubre y noviembre inicia la penetración de las masas frías del norte, que aumentan el enfriamiento normal del suelo, alcanzando los mínimos térmicos entre los 10 y 15°C en las estaciones meteorológicas.

La Estación Meteorológica Monterrey presenta una temperatura media anual de 22.3°C, de acuerdo al período de 1941-2007 considerando los promedios mensuales. Mientras que la Estación Meteorológica Iturbide presenta una temperatura media anual de 17.62 °C considerando el período de 1987-2007 de acuerdo a los promedios mensuales (CONAGUA, 2008). El área de estudio se encuentra localizada entre las isotermas medias anuales con valor de 20 y de 22°C (Carta hidrológica de aguas superficiales "Monterrey G14-7", escala 1:250,000 del INEGI). En el mes de julio se presenta la temperatura media más alta con 26°C y la mínima se presenta en el mes de enero.

3.3 Fenómenos climatológicos

La zona donde se encuentra localizado el PECh presenta temporadas esporádicas e irregulares en los meses de diciembre y enero con temperaturas mínimas que fluctúan entre los -6°C y -1°C. Las heladas no tienen un patrón anual ni una frecuencia definida; existiendo años sin presentarse y otros en que suceden tres o más eventos en un mismo invierno.

3.3.1 Heladas

Se presentan de manera muy esporádica, con la posibilidad de que ocurran en los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero. Sin embargo, en octubre se presentan ocasionalmente heladas tempranas y en marzo heladas tardías. En las zonas de climas secos de las provincias fisiográficas de la Gran Llanura de Norteamérica y de la SMO, las heladas tienen un rango de 0 a 20 días, con excepción de las áreas con clima semiseco templado. En las sierras y llanuras occidentales se registran en periodos de 20 a 40 días. En las partes altas de la SMO, donde los climas son templados, se presentan con una frecuencia que va de 20 a 60 días debido a que las condiciones térmicas permiten el desarrollo de este fenómeno por periodos más prolongados, sobre todo en los meses de diciembre, enero y febrero.

3.3.2 Granizadas

Su frecuencia en la zona se ubica dentro del rango de 0 a 1 día al año; presentándose regularmente en los meses de marzo o abril. Su distribución es muy irregular y no guardan un patrón de comportamiento definido; en general se presentan con un rango de 0 a 2 días en el 80% del Estado y en casi todos los climas. En un 10% del área, sobre todo en las zonas con climas muy secos, secos y semisecos, éste fenómeno es inapreciable. En una mínima parte de las áreas con climas secos templados y secos semicálidos, se presentan de 2 a 4 días por año. La incidencia de este fenómeno está asociada a los primeros meses del periodo de lluvias: abril, mayo y junio.

3.3.3 Nevadas

Su distribución es muy irregular y no cuentan con un comportamiento definido, sin embargo, su ocurrencia generalmente es de cada tres o cuatro años, en los meses más fríos, anteriormente mencionados.

3.4 Geología

La SMO está compuesta por una potente serie de rocas sedimentarias que varían en edad desde el Triásico hasta el Terciario, las cuales fueron depositadas sobre un basamento Paleozoico y Precámbrico. Litológicamente las rocas sedimentarias consisten de calizas, margas, areniscas, lutitas, fosforitas, rocas evaporíticas (yeso, anhidrita, halita) y conglomerados (INEGI, 1986)

El PECh se localiza en el Flanco Norte del Anticlinal “Los Muertos” del frente norte de la SMO, en la famosa curvatura de Monterrey.

Las rocas más antiguas que se han reportado en el PECh, son de la edad del Jurásico, es decir, tienen una historia de aproximadamente de 200 millones de años, las cuales consisten de una secuencia evaporítica constituida por anhidrita, yeso y halita, con intercalaciones de calizas, lutitas y areniscas. Las rocas del Terciario están representadas por brechas sedimentarias cementadas por carbonato de calcio, además de brechas tectónicas, terrazas de sedimentos fluviales, sedimentos de talud ó abanicos aluviales constituidos por coluvión, derrubio, proluviación, sedimentos fluviales recientes y caliche.

3.5 Características del relieve

La zona donde se ubica el PECh, se encuentra en la ladera norte de la SMO, en la zona conocida como la “Curva de Monterrey”. El PECh se localiza sobre el sistema de topoformas “Sierra Pliegue Flexionada”, con una litología correspondiente a lutitas, orientación noroeste–sureste y con un origen erosivo fluvial.

El relieve que presenta el parque es en general dominado por pendientes variables, encontrándose valores de 0 a 1% en las zonas más planas, hasta valores de 100% en ciertas partes de la sierra en donde los sedimentos marinos se encuentran en posición vertical; a pesar de ello no hay presencia de erosión, pero cuenta con susceptibilidad ligera según la Carta de Uso Potencial.

El rango de elevaciones dentro del área va de los 750 msnm en las zonas más bajas, a los 2,200 msnm en las partes más altas.

3.6 Hidrología

El PECh se localiza dentro de la Región hidrológica RH No. 24, Río Bravo-Conchos”, en la Cuenca “B” Río Bravo-San Juan y en la Subcuenca “f” Monterrey. La región es una vasta extensión que cubre una superficie de más de 39,000 km² e incluye corrientes importantes tales como los ríos Bravo, San Juan y Pesquería, entre otros (INEGI, 1986).

Dichas corrientes superficiales han sido modificadas en su estructura fluvial, debido a la construcción de obras hidráulicas para el abastecimiento de agua del Área Metropolitana de Monterrey (AMM). De las Regiones Hidrológicas que se encuentran en Nuevo León, la RH24 es la que presenta una recarga de acuíferos mayor (del total de la recarga anual que equivale a 1.049 Mm³, el 49% le corresponde); sin embargo, es también donde mayores extracciones se realizan, superando incluso su potencial de recarga natural en 1.8 Mm³/año (millones de metros cúbicos por año).

El PECh se encuentra en una zona con un coeficiente de escurrimiento de 0% a 20% según la carta hidrológica de aguas superficiales “Monterrey G14-7”, Escala 1:250,000 del INEGI. Cuenta con corrientes superficiales que son de carácter intermitente, fluyendo con dirección noreste y oeste. Estas corrientes captan agua de arroyos que escurren durante la época de lluvias y las vierten en el Río La Silla (Cuevas, 1999).

3.7 Edafología

Los suelos presentes en el PECh, se describen de acuerdo al Sistema de Clasificación de Suelos FAO/UNESCO, modificado por la Dirección General de Geografía (DGG) del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), información contenida en la carta edafológica escala 1:1'000,000 del estado de Nuevo León; así como a la información recabada en literatura. La mayor parte de los suelos son delgados y de texturas gruesas o con subsuelos duros y poco permeables, presentando, una morfología de perfiles variada, donde los horizontes o capas que los constituyen se han formado en el medio actual o bien, son relictos de un régimen anterior más húmedo.

Los tipos de suelos presentes en el PECh en su gran mayoría son litosoles y rendzinas que generalmente son muy someros, aunque en ocasiones llegan a formar asociaciones con otro tipo de suelos. Así resulta que en las áreas más

agrestes o más abruptas de la SMO se encuentran asociaciones de litosoles con regosol calcárico poco desarrollados, rendzinas de color oscuro, luvisoles crómicos y xerosoles hápico de color claro y suelos más desarrollados como el feozemcalcárico y vertisol–crómico, las rendzinas se encuentran en fase petrocalcicas.

Los litosoles y las rendzinas, se encuentran alternados con abundantes afloramientos rocosos sobre calizas que constituyen los principales macizos serranos que desarrollan la vegetación como matorral, pastizal y de bosques en zonas con pendiente moderada (INEGI, 1986).

3.8 Características biológicas

La humedad, condicionada por los patrones generales de clima, juega un papel importante en la distribución de la vegetación. Este fenómeno crea un efecto de aridez en las vertientes de sotavento, lo cual refleja un cambio dramático en la fisonomía de la vegetación y en su riqueza florística.

El PECh cuenta con cinco tipos de vegetación, con 80 familias y la presencia de 266 especies (Alanís, 2008) en las cuales se incluyen plantas superiores, helechos y orquídeas. A continuación se describen los tipos de vegetación del PECh.

1) Matorral submontano.

Caracterizado por especies con ramificación desde la base, de hojas pequeñas o micrófilas, armadas con espinas (depende del nivel de aridez y perturbación en las comunidades). El matorral submontano se establece en lomeríos de suaves o fuertes pendientes, sobre los plegamientos de las faldas de la Sierra o de las principales elevaciones, hacia los anticlinales.

Esta es una formación arbustiva muy rica en formas de vida, las especies de mayor presencia son la *Helietta parvifolia*, *Cordia boissieri*, *Pithecellobium pallens*, *Acacia rigidula*, *Acacia farnesiana*, *Caesalpinia mexicana* y *Prosopis glandulosa* (Nájera, 1997).

2) Bosque de pino.

Este tipo de vegetación se encuentra de los 800 msnm en adelante y sólo cuenta con dos especies representativas que son el *Pinus teocote* y el *Pinus pseudostrobus*, ambas especies llegan a alcanzar alturas que varían de los 10 a los 20 metros, esta tipo de vegetación por lo regular se encuentra en asociación con especies del género *Quercus* y *Arbutus* (Alanís, 1995; Nájera, 1997).

3) Bosque mixto de pino-encino.

Tienen una amplia distribución altitudinal en la sierra, encontrándose desde los 800 hasta los 2,800 msnm (Muller 1939; Rojas, 1965 y Rzedowski, 1978). Esta comunidad vegetal forma un complejo que puede incluir especies de tamaño más o menos pequeño (6-8 m), abiertas y de baja densidad, llegando a tener también comunidades de zonas altas las cuales son de gran porte y densas (Alanís, 1995).

4) Matorral desértico rosetófilo.

Se caracteriza por la presencia de especies con una forma arrosetada. Esta comunidad descrita originalmente por (Rzedowski, 1978), equivale a los matorrales crasi-rosulifolios espinosos de (Alanís, 1995).

En este tipo de asociación, las especies predominantes no exceden de 1.5 a 2 m de altura (Rzedowski, 1978), se presentan dos niveles de estratos fundamentalmente, aquellos constituidos por los rosetófilos, y un estrato herbáceo de hasta 0.5 m de altura, esta asociación se localiza en las áreas más áridas del PECh, y en las pendientes pronunciadas con abundancia de litosoles (Alanís, 1995)

5) Bosque de encino.

Estos encinares se caracterizan por presentar hojas duras y tiesas, quizá como una adaptación a las condiciones desérticas. Además esta comunidad se encuentra entre el matorral submontano y el bosque mixto (Alanís, 1995).

Otras especies comunes en el estrato superior del chaparral son: *Bauxleyanthus salicifolios*, *Parkinsonia aculeata*, *Prosopis* sp., *Porophyllum porophylloides*, *Aristida pansa*, *Acacia* sp., *Muhlenbergia schreberi*, *Opuntia* sp., *Dasylirium texanum*, *Cercocarpus montanus*, *Sophora secundiflora*, *Acacia berlandieri*, *Dodonaea viscosa* y *Juniperus* sp. En el estrato medio son frecuentes ya sea individuos jóvenes del estrato superior como las siguientes especies: *Baccharis salicifolia*, *Opuntia leptocaulis*, *Opuntia* spp., *Solanum elaeagnifolium*, *Aloysia gratissima*, *Heimia salicifolia*, *Leucophyllum laevigatum*, *L. frutescens*, y *Loeselia coerulea*. En el estrato inferior se encuentran: *Cynodon dactylon*, *Muhlenbergia* sp., *Erioneuron grandiflorum*, *Sporolobus* sp., *Agave* aff. *falcata* y *Sporobolus* spp.

3.9 Elección de áreas de investigación

Para elegir los sitios de investigación se realizó un recorrido en las principales áreas del parque, afectadas por eventos naturales, ahí se seleccionaron los sitios suficientemente grandes para establecer las plantas y que presentarán algún grado de disturbio, altitudes similares. En cada uno de estos se seleccionó un testigo, área que solo comparte la misma altitud, pero sin disturbio.

Sitio Deslavado (SD)

Este sitio fue afectado por el huracán Alex en el 2010, se deslizó gran parte del suelo pendiente abajo, llevándose a su paso vegetación, y microorganismos que habitan en el suelo, dejando un gran disturbio en el área, por tal motivo fue elegido como área de estudio, el rango de altitud va desde 1260 hasta los 1325 msnm,

Sitio Incendiado (SI)

Este sitio fue afectado por un incendio en el 2011, afectando gran parte del estrato arbóreo, vegetación del estrato bajo dosel y los microorganismos que se encuentran en el suelo, quedando totalmente descubierto y expuesto a los efectos erosivos del agua, viento y gravedad, por tal motivo fue elegido como sitio para el estudio, el rango de altitud va de los 1248 a los 1258 msnm,

Sitio Pedregoso y Erosionado (SP)

Este sitio fue afectado por el incendio en 1998, donde gran parte del Parque Ecológico Chipinque quedó gravemente dañado, y después de 14 años no ha recuperado su estado natural, actualmente se encuentra en un estado de gran pedregosidad y escasa cantidad de suelo, la poca vegetación existente en el lugar se reduce a herbáceas y uno que otro arbusto, ubicados en lugares donde hay mayor acumulación de suelo, es por ello que también fue seleccionado para motivos de estudio, el rango de altitud va de los 1263 a los 1292 msnm,

Sitios Testigo (STD, STI, STP)

Este sitio al que llamamos testigo, es la unión de cada uno de los testigos asignados cerca de las áreas con disturbio, dado que dichas áreas de investigación se localizan en lugares distintos, todo con el objetivo de compartir las mismas características de cada sitio y tratar de eliminar sesgos en la investigación.

Descripción de los sitios de investigación

Cuadro 1 Principales características de las áreas bajo investigación.

SITIOS	CLAVE	COORDENADAS	ALTITUD	EXPOSICIÓN	PENDIENTE
Deslavado	SD	X:14N365208 Y:2831989	1325	E	75%
Incendiado	SI	X:14N364920 Y:2832340	1258	N	47%
Pedregoso	SP	X:14N364424 Y:2834492	1292	NE	73%
Testigo deslave	STD	X:14N365199 Y:2831961	1317	E	75%
Testigo Incendio	STI	X:14N364931 Y:2832321	1279	N	45%
Testigo Pedregoso	STP	X:14N364455 Y:2832452	1276	NE	73%

3.10 Descripción de la metodología

3.10.1 Campo

Se geoposicionó cada una de las áreas bajo investigación, al mismo tiempo se recolectó la semilla para realizar la propagación de las 6 especies.

En cuanto a las actividades de producción de plantas, se inicio con limpiar el área donde se iba a colocar la planta banda, en seguida se realizó la compra de cada uno de los insumos necesarios para dicha producción, una vez teniendo todos materiales, se procedió a realizar la preparación del sustrato, llenado de contenedores , en seguida se le dio el tratamiento de escarificación a cada una de las semillas, dicho tratamiento varió de acuerdo con la especie (ver cuadro 2), además cabe mencionar que se realizó un almacigo de Duraznillo, Dodonea y Palo blanco debido al pequeño tamaño de las semillas y que la literatura menciona que son especies de difícil germinación, el resto de las especies fue sembrada directamente en cada uno de los contenedores, al terminar la siembra se procedió al acomodo en la plantabanda, posteriormente se le colocó una malla media sombra como protección contra las aves, roedores y demás fauna silvestre.

Las plantas permanecieron 7 meses en el vivero del PECh del mes de mayo a diciembre del 2011, fecha en que se realizó la plantación, aprovechando la poca humedad que se presentó en tres días de lluvia.

En cada uno de los sitios se establecieron las seis especies nativas con cuatro repeticiones cada una, cada repetición estaba constituida por 3 plantas (ver figura 2 y 3), las cuales se colocaron de forma sistemática, por muchas razones, la principal fue para tener un control en el estudio, ya que las áreas de trabajo presentan formas irregulares, la segunda fue para poder identificarlas y así facilitar las mediciones periódicas de cada una de las plantas y la última razón fue para no perder las plantas dentro de la vegetación ya existente.

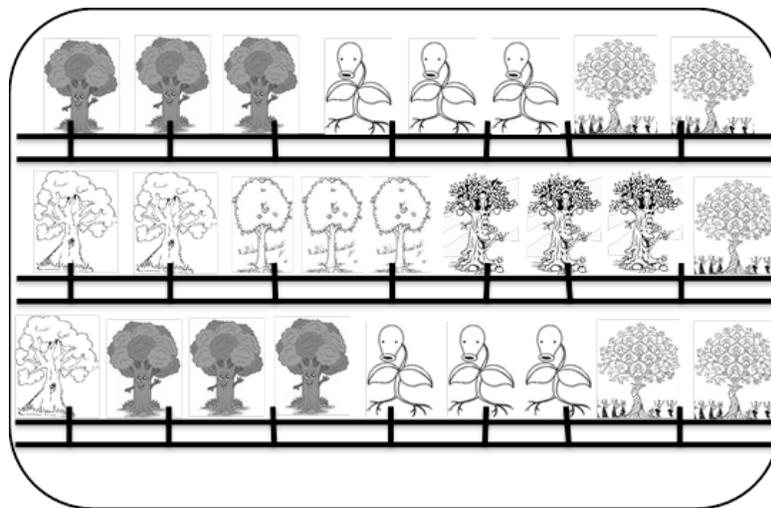


Figura 2 Sitio deslavado (SD) en el 2010, con barreras de retención de suelo.

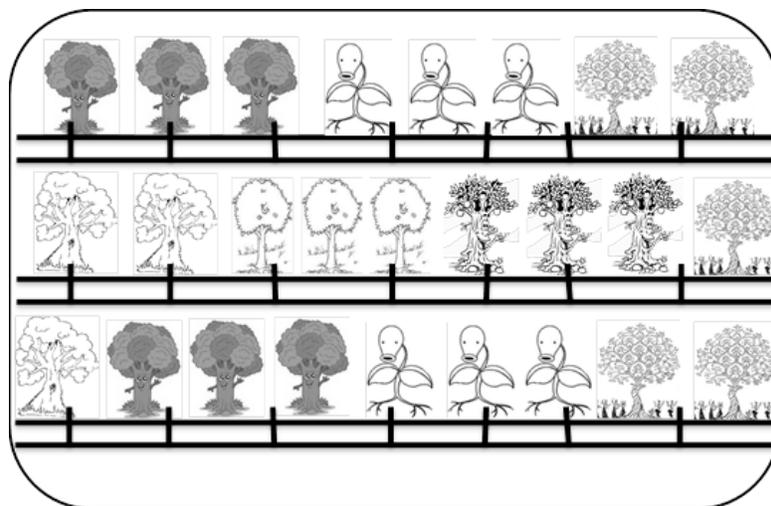


Figura 3 Sitio Incendiado (SI) 2011, también con barreras de retención de suelo.

3.10.2 Descripción de especies utilizadas

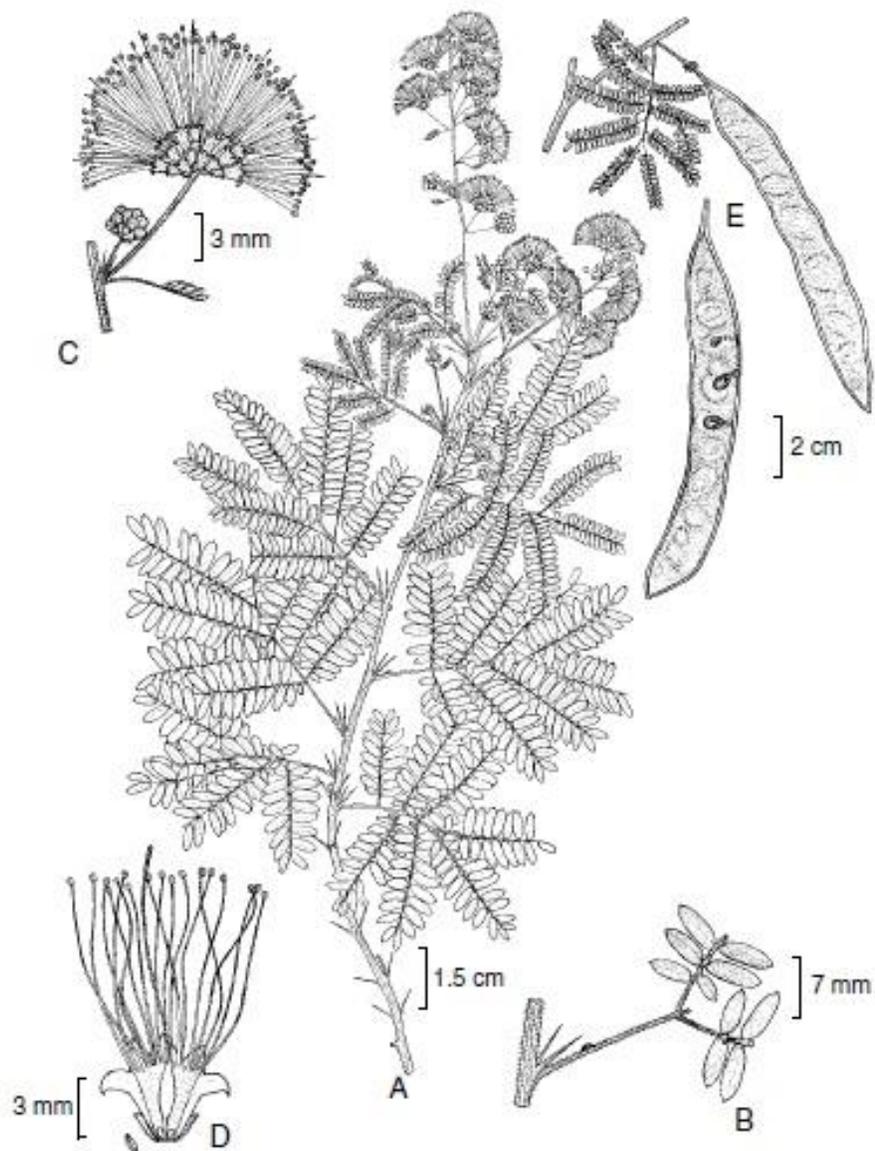


Figura 4 Ilustración gráfica *Havadia pallens*.

Tenaza

Havardia pallens (Benth. **Britt. & Rose, North Amer.** Fl. 23: 42. 1928.

Nombres comunes: gavia, guaje, tenacilla, tenaza.

Arbusto o árbol caducifolio, de 2 a 10(15) m de altura y tronco hasta de 25 cm de diámetro, **corteza** delgada, lisa, café o grisácea, ramillas jóvenes pubérulas, con la edad glabras; **espinas** estipulares normalmente presentes, de 0.5 a 15 mm de largo, pubérulas; peciolo de (1)1.5 a 2(3.5) cm de largo, con frecuencia provisto de una glándula sésil circular o elíptica, por lo común ubicada en su mitad inferior, lámina foliar de (2)3 a 7.5(8.5) cm de largo por 3 a 7 cm de ancho, **pinnas** opuestas o alternas, (2)3 a 5(6) pares, foliolos opuestos, (7)10 a 20 pares, oblongos, algo asimétricos, de (3)4 a 7(8) mm de largo por 1 a 2.5(4) mm de ancho, ápice redondeado a obtuso, con frecuencia más o menos diminutamente apiculado, base semicordada, margen entero, nervadura principal de ubicación central o más a menudo ligeramente excéntrica, pubérulos a glabrescentes; capítulos globosos, a veces un poco alargados, de 1 a 2 cm de largo, solitarios o dispuestos en fascículos de 2 a 6, o bien, en pseudoracimos; pedúnculos de (0.5)1 a 2.5(3) cm de largo; **flores** sésiles, todas similares, verdosas o verde-amarillentas, o bien, blancas o blanquecinas, aromáticas; **legumbre** estrechamente oblonga, de hasta 12 cm de largo y de 1 a 1.5(2) cm de ancho, sostenida por un estípite de 0.6 a 1.6 cm de largo, abruptamente contraída en el ápice en un rostro de 2 a 7 mm de largo, de color verde-amarillento o rojizo a café; **semillas** (6)8 a 13, oblongo-elípticas a casi circulares, ligeramente biconvexas, de 5 a 8 mm de largo, de 4 a 7 mm de ancho y ca. 1.5 mm de grosor, testa lisa o casi lisa, de color café oscuro, brillante, línea fisural de 90% de extensión.

Elemento relativamente abundante del bosque tropical caducifolio y del matorral submontano, penetrando marginalmente a algunos bosques tropicales subcaducifolios y encinares adyacentes en el noreste de Guanajuato, así como en el centro y noreste de Querétaro. **Altitud** 250-1500 m. Se ha encontrado en flor de mayo a septiembre y en fruto de agosto a diciembre.

Distribución: Desde Texas y noroeste al sureste de México. B.C.S., Son., Sin., Coah., N.L., Tamps., S.L.P., Gto., Qro., Hgo., Mich., Mor., Pue., Ver., Oax., Chis., Yuc., Q.R.

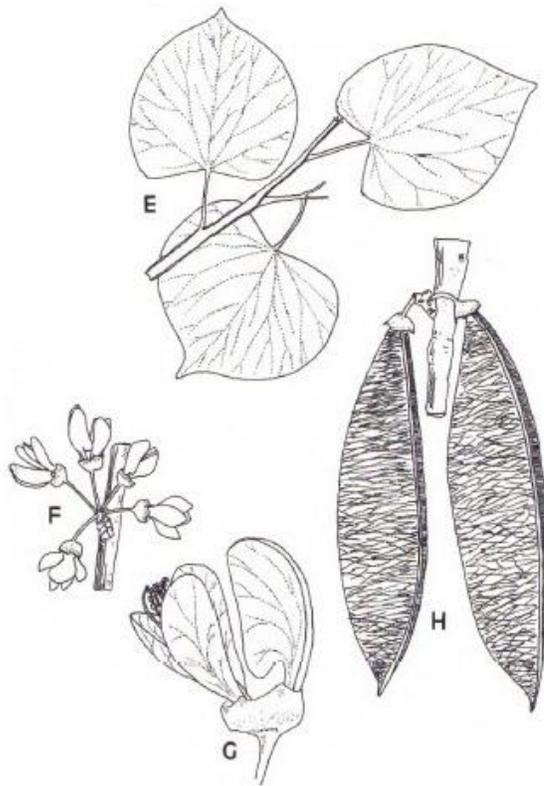


Figura 5. Ilustración gráfica de *Cercis canadensis* L.

Duraznillo

El nombre de *Cercis* parece derivar de la palabra *kerkis*, nombre antiguo de árbol oriental denominado "Judas Tree."

Nombres comunes: Cuaresma, Palo de rosa, Palo de Judas, Pata de vaca.

Árbol pequeño o arbusto, caducifolio, de 3 a 6 (15) m de alto, glabro o pubescente, sobre todo en las porciones jóvenes; peciolo de 3 a 5 cm de largo, **láminas** foliares ovadas, orbiculares o subreniformes, con frecuencia cordiformes, de 3.5 a 10(15) cm de largo y aproximadamente otro tanto de ancho, ápice acuminado (en ejemplares de nuestra zona) o agudo a redondeado o submarginado, base truncada o más o menos cordada, nerviación evidente en ambas superficies, por lo común un poco más pálidas en el envés, glabras en el haz, glabras a pubescentes en el envés, especialmente sobre las nervaduras, de textura algo coriácea; las **flores** aparecen antes que las hojas y se originan sobre un corto eje común bracteado que parte del tallo, pedicelos de 6 a 10 (15) mm de largo; hipantio marcadamente asimétrico, de 2.5 a 3.5(6) mm de largo y de 4.5 a 7(10)

mm de ancho; **corola** rosado-morada o de color lila (a veces parcial o totalmente blanca), sus 5 pétalos algo desiguales, los 3 superiores subiguales, de lámina oblonga, de unos (5)7 mm de largo y 3 a 5 mm de ancho, con una angosta, de (3)4 a 5 mm de largo, los 2 inferiores (ventrales) de lámina ampliamente oblonga, de 6 a 10 mm de largo y 4 a 6 mm de ancho, con uña de alrededor de 3 mm de largo; estambres 10, incluidos en los pétalos mayores, de 10 a 14 mm de largo, pilosos muy en la base, anteras ampliamente oblongas, de alrededor de 1 mm de largo; pistilos y frutos jóvenes a veces densamente pubescentes; **legumbre** rojiza oscura a morada o café, comprimida, estrechamente elíptica, de 4 a 8(10) cm de largo y 0.8 a 1.8 cm de ancho, angostándose hacia ambos extremos, con el ala de unos 2 mm de ancho, glabra o pubescente; **semillas** (2)4 a 6(8), oblongas, de alrededor de 6 mm de largo por 3 mm de ancho.

Dentro de la zona de estudio se conoce solamente de la porción noreste del estado de Querétaro, formando parte del bosque mesófilo de montaña, así como de bosques húmedos de encino o de encino y pino, con preferencia en cañadas y orillas de arroyos, en altitudes que van desde los 1000-1700 m.

Distribución geográfica, desde el este de Estados Unidos, incluyendo las llanuras centrales, entrando hacia la parte oriental de México, hasta Hidalgo y Veracruz.; Coah., N.L., Tamps., S.L.P., Qro., Hgo., y Pue.

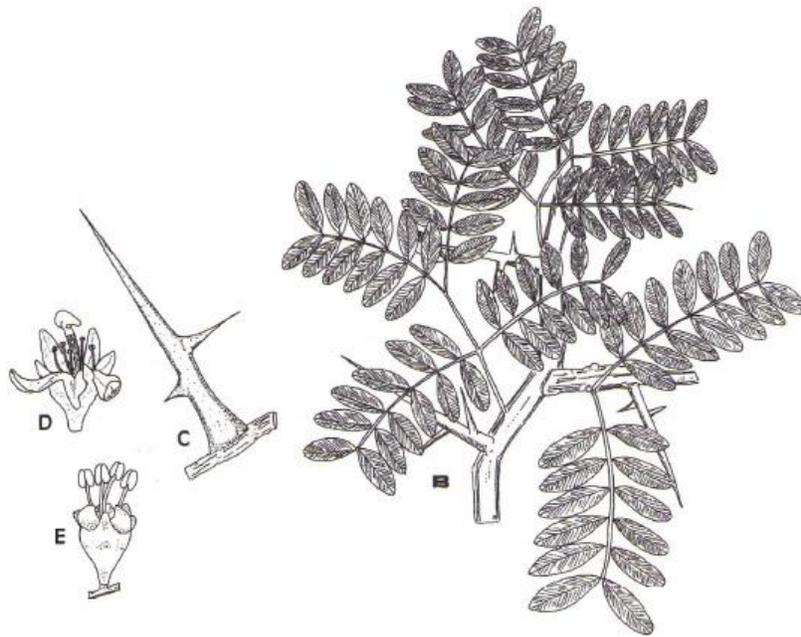
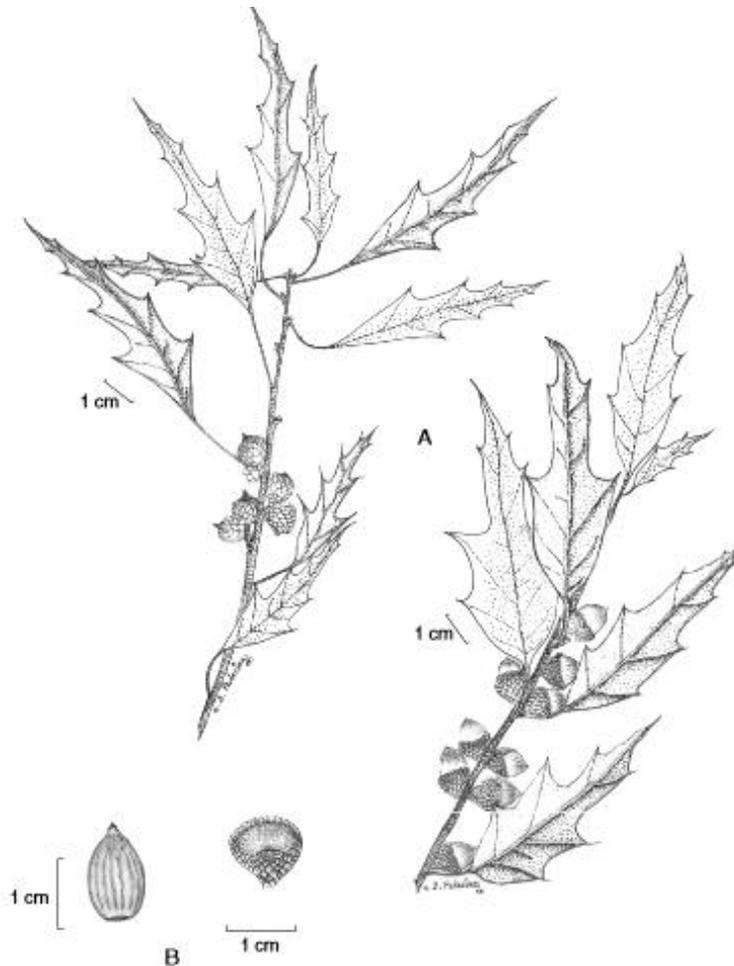


Figura 6 Ilustración gráfica de *Gleditsia triacanthos* L.

Acacia de tres espinas

Árboles poligamo-dioicos; troncos y ramas frecuentemente armados de espinas simples o ramificadas; corteza lisa. **Hojas** pinnadas o bipinnadas en el mismo individuo; estípulas pequeñas, caducas; folíolos pequeños a medianos, numerosos, alternos o subopuestos, generalmente de margen crenado y base oblicua. **Inflorescencias** axilares, solitarias o racimos fasciculados; brácteas y bractéolas lineares, caducas. **Flores** regulares, pequeñas, unisexuales o bisexuales; hipanto turbinado. Cáliz con 3-6 sépalos subiguales, libres, de estivación valvar, incompletamente cubriendo a los pétalos y tan largos como ellos. Corola de 3-6(-10) pétalos, subiguales, blanco- verdosos, imbricados en aestivación. Las estaminadas con 5-6(-11) estambres, incluyendo estaminodios, exsertos, libres, de base pilosa; anteras dorsifijas, ovario rudimentario o nulo. Las pistiladas con 3-6(-10) estaminodios; gineceo sécil o brevemente estipitado, 2-multiovulado; estilo breve, estigma prominente y dilatado. **Legumbre** estipitada, comprimida lateralmente, ovada a oblonga, recta, falcada o con torciones, pulpa presente o ausente, coriácea a leñosa, lisa o nervosa; 1-pauci o multiseeminada, indehisciente o tardíamente indehisciente.

Semillas compreso-elipsoides a subcuadrangulares, endospermadas, dispuestas transversalmente en la legumbre.



**Figura 7 Ilustración gráfica de *Quercus canbyi* f. *Berlandieri*
Encino Duraznillo**

Nombres comunes: Encino blanco, encino colorado, encino de hierba, encino Duraznillo.

Árbol de 4-15 m de alto, tronco de 20-50 cm de diámetro; **corteza** oscura y agrietada, ramillas de (0.5-) 1-2.5 mm de diámetro, glabrescentes, rápidamente glabras, entonces oscuras y lustrosas, con lenticelas claras, de 0.5-1 mm de largo o menores; yemas ovoides con el ápice agudo, de (1.5-) 2-6 mm de largo, con las escamas pubescentes, rojizas; estípulas lineares, de (3-) 5-7 mm de largo por 1-1.5 mm de ancho, deciduas muy pronto; **hojas jóvenes** de color verde oscuro, algo rojizas, haz y envés pubescentes, indumento formado por tricomas fasciculados estipitados y tricomas glandulares; **hojas maduras** gruesas, rígidas y coriáceas, angostamente lanceoladas a lanceoladas, de 4.5-11 cm de largo por (1-) 2-5 cm de ancho, ápice largamente atenuado, atenuado o agudo, aristado; base cuneada o aguda; márgenes engrosados, revolutos, con dientes de más de 15 mm

de largo, aristados, distribuidos desde la base hasta el ápice, o al menos en las dos terceras partes superiores; los dientes 3-5 en cada lado, aristados, aristas de 2-7 mm de largo; nervaduras secundarias 4-8 en cada lado de la lámina de la hoja, pasando directamente hasta los dientes, rectas o ligeramente curvas; haz verde, glabro o con tricomas fasciculados estipitados cortos y tricomas glandulares dispersos o cerca de las nervaduras; envés casi glabro, amarillento, con tricomas fasciculados estipitados largos en las axilas de las nervaduras y sobre ellas y tricomas fasciculados estipitados cortos y tricomas glandulares de color ámbar o incoloros, dispersos, epidermis lisa.g

Distribución y ecología. Se le encuentra en la parte suroeste de Estados Unidos de América y México, en los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, habitando en bosque de encino, bosque de pino-encino, y matorral xerófilo, entre los 600 y 2100 m.s.n.m. Florece de marzo a abril y fructifica de julio a noviembre. (Romero,2006).

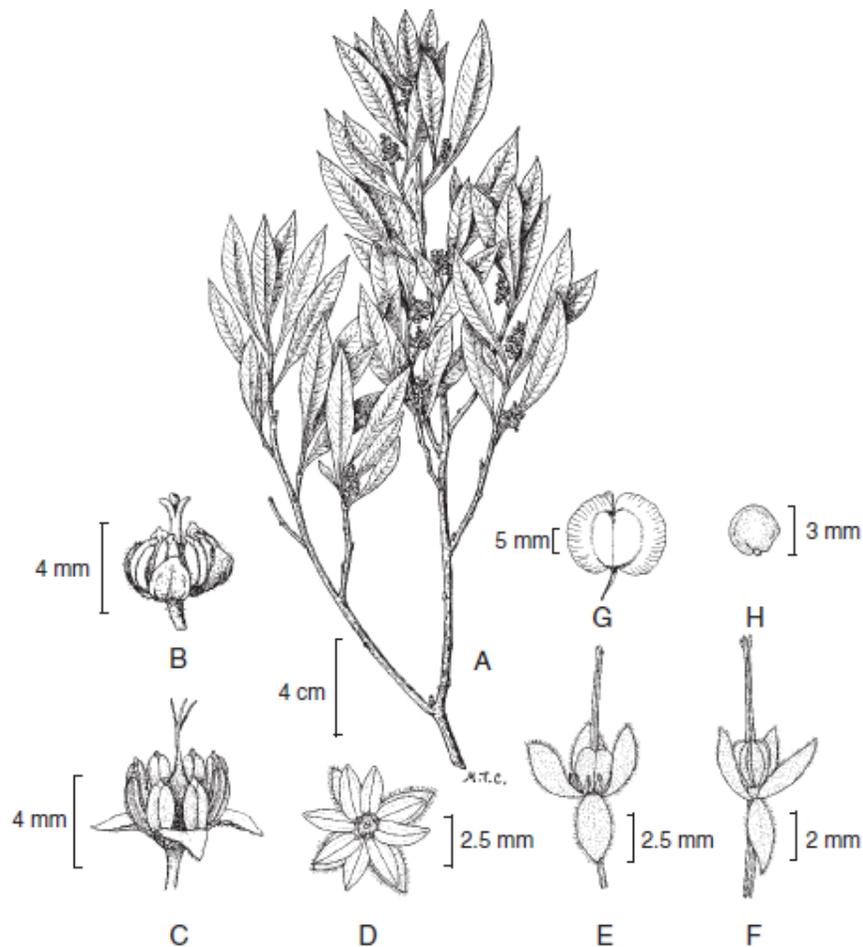


Figura 8 Ilustración gráfica de *Dodonaea viscosa* L.

Dodonea

Dodonaea viscosa (L.) Jacq., Enum. Syst. Pl., p. 19. 1760. *Ptelea viscosa* L., Sp. Pl., p. 118. 1753.

Nombres comunes registrados en la zona: bodero, cacho venado, chapulixtle, hierba del santo, matagusano, ocotillo, olivo, palo ocotillo, palo santo, pirimo (lengua purépecha), tomate de burro, granadina, jarilla, munditos, San Pedro, varal.

Arbusto o arbolito perennifolio, víscido-glanduloso, hasta de 5 m de alto; **tallo** a menudo tendiendo a rojizo, algo anguloso y fisurado, glabro o pubérulo hacia las porciones tiernas y provisto de pequeñas lenticelas; hojas simples, atenuadas hacia la parte inferior en una base pecioliforme de 0.2 a 2 cm de largo, **láminas** elípticas, lineares o linear-lanceoladas, oblanceoladas u oblongo-lanceoladas, de 4 a 15 cm de largo por (0.6)1 a 3(4) cm de ancho, ápice por lo común agudo, a veces acuminado o por el contrario obtuso a redondeado, base atenuada, margen entero, con frecuencia diminutamente revoluto, de textura subcartácea, algo discoloras, brillantes, glanduloso-resinosas y olorosas, generalmente glabras por ambas caras, con excepción del margen ciliado; **inflorescencias** axilares y terminales en los ápices de las ramillas, en forma de panículas cortas corimbiformes o racemiformes; **flores** hermafroditas y/o unisexuales, verdosas, amarillentas o algo blanquecinas, por lo común con 4 sépalos ovados a oblongos o algo lanceolados, a veces más o menos unidos en la base o divididos en el ápice, de 3 a 3.5 mm de largo, ciliados en el margen; flores **masculinas** semejantes a las hermafroditas pero carentes de disco y ovario o más frecuentemente con un pistilo diminuto central; flores **femeninas** provistas de ovario como en las hermafroditas, pero completamente carentes de estambres o éstos; **fruto** en forma de cápsula samaroide membranácea, de (2)3(4) lóculos, de contorno sub orbicular, amarillenta, verde o tendiendo al color café, rosado, rojizo o morado, hasta de 2.2 cm de largo y de (1)2 a 2.5 cm de ancho incluyendo las alas delgadas, algo venosas, glabra; **semilla** por lo general 1 en cada lóculo, lenticular sub globosa, de 2.5 a 3 mm de diámetro, café oscura a negra.

Se ha registrado **distribuida** en Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luís Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán (Villaseñor y Espinosa, 1998).

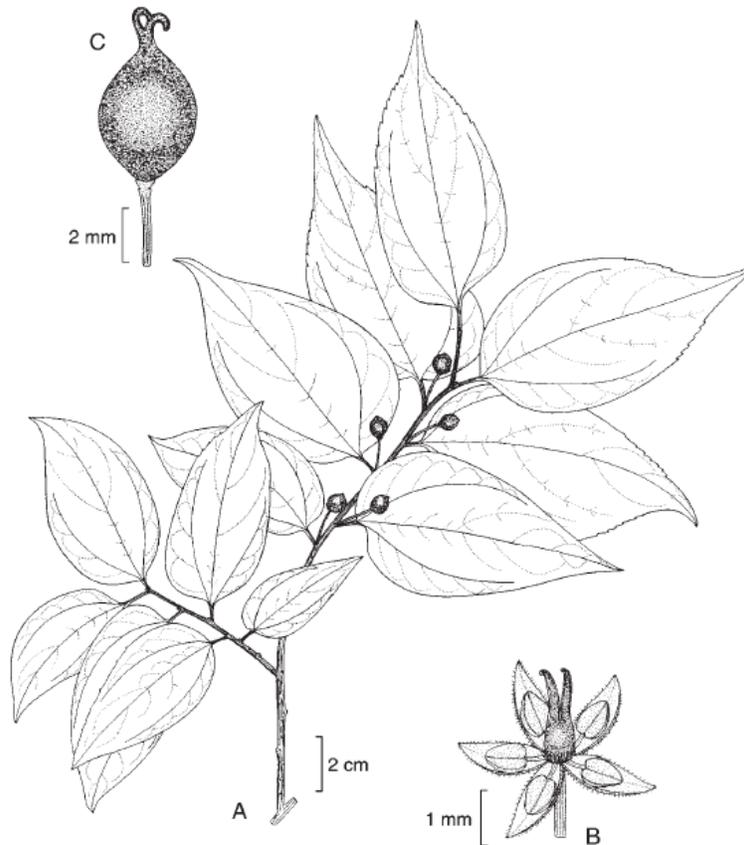


Figura 9 Ilustración gráfica de *Celtis laevigata* Willd.

Palo blanco

Celtis laevigata Willd. (Ulmaceae)

Árbol de hasta 15 metros de altura (en ciertas áreas) con ramas extendidas, frecuentemente pendulosas, de copa ancha; **corteza** gris claro, lisa o cubierta con verrugas de consistencia de corcho; ramas jóvenes pubescentes, glabras con la edad; **hojas** pecioladas 6-10 cm de largo, delgadas y membranosas o coriáceas, uniformemente verde pálido, en ambas superficies, venas conspicuas, lanceoladas a oblongo-lanceoladas o en ocasiones ovado-lanceoladas, enteras a serradas, ápice largo acuminado, comúnmente prolongado y curvado; hojas de las ramas; flores solitarias en las axilas de las hojas; **fruto** una drupa subsférica, 5.8 mm de diámetro anaranjada a café o roja, en pedicelos de 6-15mm de largo; **semillas** 4.5-7 mm de largo, 5-6 mm de ancho (Estrada *Et al.*, 2012). Árbol propio de algunos encinares húmedos y del bosque mesófilo de montaña del extremo noreste de Querétaro. Alt. 900-1400 m. Se encuentra con frutos de febrero a abril; el material en floración está pobremente representado en los herbarios.

Distribución desde el sur de E.U.A. hasta el noreste de México, Coah., N.L., Tamps., Dgo., S.L.P., Qro. (Tipo: ejemplar no. 18983 del Herbario de Willdenow, de colector y localidad desconocidos (B-W)) (Pérez y carranza, 1999).

Cuadro 2. Especies utilizadas en el estudio, y su clave de identificación.

Especie			
Nombre Científico	Nombre común	Clave	Tratamiento de escarificación
<i>Havardía pallens</i>	Tenaza	Hapa (sp1)	E. mecánica (papel lija)
<i>Cercis canadensis</i>	Duraznillo	Ceca (sp2)	E. química (remojo en agua caliente 10 min y agua 11 horas)
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Acacia de tres espinas	Gltr (sp3)	E. mecánica (papel lija)
<i>Quercus canbyi</i>	Encino duraznillo	Quca (sp4)	E. química (remojo en agua 24 horas)
<i>Dodonaea viscosa</i>	Dodonea	Dovi (sp5)	E. química (en agua 24 horas)
<i>Celtis laevigata</i>	Palo blanco	Cela (sp6)	E. química (en agua 24 horas)

E: Escarificación.

3.10.3 Gabinete

Se realizó un análisis de calidad de planta, mediante el índice de Calidad de Dickson $ICD = PST / ((h/d) + (PSA/PSR))$, (Dickson, 1960).

Para lo cual se obtuvieron tres ejemplares de cada especie para evaluar diámetro, altura, posteriormente secar en una estufa de laboratorio a 75 ° centígrados, para obtener el peso seco aéreo y radicular, siguiendo con la obtención de las relaciones altura diámetro, y peso seco aéreo y peso seco radicular y finalmente calcular el índice de Dickson.

Supervivencia

Es una variable importante para evaluar el éxito de una plantación, su medición en campo consiste principalmente en el registro y conteo de individuos muertos a través del tiempo.

Se construyó una base de datos en Excel, dichos datos fueron sometidos a una prueba de normalidad, una característica muy importante de tomar en cuenta antes de realizar cualquier análisis estadístico, posteriormente se realizó el proceso de normalización mediante la fórmula $\text{LOG}(x+1)$, una vez normalizados los datos se procedió a realizar el análisis estadístico con la utilización del SAS, donde se efectuó un análisis de tipo GLM, cuando los resultados arrojaron diferencias significativas se procedió a realizar la prueba de comparación de medias, tanto de Tukey como Duncan; con el mismo paquete estadístico se realizó un análisis de correlación de Pearson entre las variables, sobrevivencia, diámetro, altura inicial, incremento relativo en diámetro y altura de cada especie.

Incremento en diámetro

El incremento en diámetro es una variable importante de evaluar para conocer el crecimiento real de una planta, el cual se obtiene al obtener la diferencia entre el diámetro inicial y el final, conservando las unidades de medida iniciales (mm).

Para este estudio, se calculó el incremento relativo, que es el resultado de la multiplicación del incremento total por cien, cambiando así las unidades de medida a porcentaje (%), dicho incremento relativo también fue sometido a un proceso de normalización de datos.

Para esta variable, se utilizaron los valores obtenidos en cinco meses de evaluación, y se identificará como **Irdiamf**.

Incremento en altura

Esta es una variable importante de evaluar para conocer el crecimiento real de una planta, el cual se obtiene al obtener la diferencia entre la altura inicial y la final, conservando las unidades de medida iniciales (cm).

Para este estudio, se calculó el incremento relativo, como resultado de la multiplicación del incremento total por cien, cambiando así las unidades de medida a porcentaje (%), posteriormente fueron sometidos a un proceso de normalización.

Para esta variable, se utilizaron los valores obtenidos de cinco meses de evaluación continua, la cual identificaremos como **Iraltf**.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para este estudio en particular, se realizó un censo de la plantación, para registrar el número de individuos vivos y así obtener el porcentaje de supervivencia resultante con respecto al 100 % al momento de plantar; a nuestra variable supervivencia la llamaremos Super y la cual corresponde a la última medición realizada después de 7 meses de evaluación, dicho valor esta expresado en porcentaje (%), el cuál fue sometido a un proceso de normalización.

4.1 Supervivencia

4.1.1 Supervivencia a nivel de tratamientos

En el siguiente cuadro se observa que para la variable supervivencia, existen diferencias altamente significativas a nivel general y entre tratamientos; por el contrario, entre especies y en la interacción entre tratamientos y especies las diferencias no fueron significativas, con un nivel de 95 % de confiabilidad.

Cuadro 3 Resumen general de los resultados del análisis GLM, para las variables supervivencia, incremento relativo en diámetro y altura.

Variable	Tratamientos	Especies	Interacción
Sobre	**	*	Ns
Irdiamf	**	**	Ns
Iraltf	*	**	Ns

A continuación observaremos la tabla de resultados del análisis GLM (ver cuadro 4), para la variable supervivencia, la prueba de Tukey (HSD) (ver cuadro 5), para tratamientos y la prueba Duncan especies, para analizar más detalladamente cada uno de los resultados obtenidos.

Cuadro 4 Análisis de varianza de la variable supervivencia a nivel de tratamientos y especies.

Variable dependiente: super 5

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	11	14429.25	1311.750	2.24	0.056
Error	20	11706.75	585.337		
Total correcto	31	26136.00			

R-cuadrado	Coef. Var	Raíz MSE	sobre5 Media
0.5520	32.151	24.194	75.250

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	1	3780.08	3780.08	6.46	0.0194
Esp	5	11227.42	2245.48	3.84	0.0134
Trat*Esp	5	3947.62	789.52	1.35	0.2849

El análisis estadístico mediante procedimiento GLM y la prueba de comparación de medias “Tukey” y “Duncan”, arrojó lo siguiente:

Hubo diferencias significativas para la variable supervivencia con un 99 % de confiabilidad a nivel de tratamiento.

En cuanto al factor especie si hubo diferencias significativas, en relación a esta variable (99%). Con respecto a la interacción tratamiento con especie no hubo diferencias estadísticas. Ver cuadro 5 (Ver tabla completa en el apéndice de cuadros y figuras).

Cuadro 5 Prueba de Tukey (HSD) para la variable Super

Agrupamiento Tukey	Media	N	Tratamiento
A	94.50	24	3 (SI)
A	80.75	24	1 (ST)
A	79.37	24	2 (SD)
B	25.75	24	4 (SP)

La prueba de comparación de medias de Tukey muestra la siguiente información: Los tratamientos 1, 2 y 3 (ST, SD, SI), resultaron ser estadísticamente iguales, y mostraron los mayores valores en cuanto al porcentaje de supervivencia. El tratamiento 4 (SP) fue estadísticamente diferente al resto de tratamientos antes mencionados, reflejando el menor porcentaje de supervivencia promedio, con un valor de 25.75.

En la siguiente gráfica se ilustra claramente, los resultados mencionados con anterioridad.

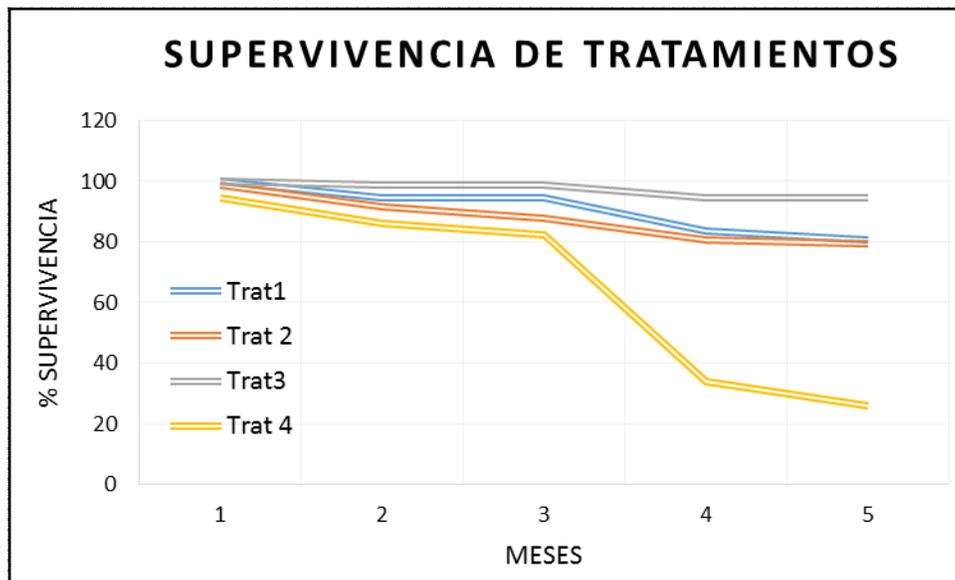


Figura 10 Porcentaje de supervivencia de plantas en cada uno de los tratamientos probados en el estudio.

De acuerdo a los resultados presentados, el tratamiento 4 (SP) fue el que mostró los menores porcentajes de supervivencia. Posiblemente esto fue debido a las condiciones dominantes del sitio antes y durante el momento que se presentó el evento de mayor mortalidad.

Cada uno de los sitios estudiados en este trabajo, fueron descritos detalladamente en el capítulo de Materiales y Métodos; pero para fines de este análisis, cabe destacar algunas de las características distintivas de cada sitio, comenzando con el tratamiento 4 (SP), el cuál fue diferente al resto de los tratamientos evaluados.

El SP (4) fue afectado por un incendio en el año 1998, del que por alguna razón no pudo recuperarse hacia su condición original. Para el año 2011 cuando

se realizó la selección de sitios para este trabajo, precisamente este fue el que presentó la capa de suelo de menor grosor, además de la presencia de una gran cantidad de piedras de grandes dimensiones; éstas características fueron evaluadas mediante una simple percepción visual.

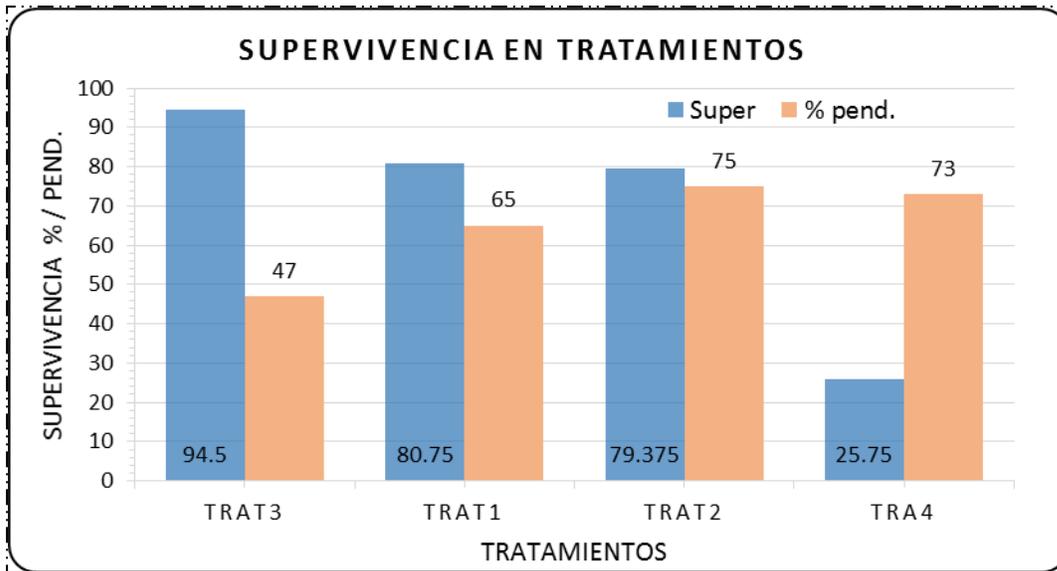


Figura 11 Porcentaje de supervivencia de tratamientos, comparado con el porcentaje de pendiente de cada uno de los sitios.

Dichas condiciones son muy poco apropiadas para el crecimiento y/o establecimiento de las plantas, aunado a esto, se debe hacer énfasis en cuanto al alto porcentaje de pendiente del terreno (ver figura 11), la vegetación natural existente en el sitio y demás factores que pudieron afectar directa o indirectamente en el establecimiento de las plantas.

Sumado a esto se puede pensar en otro tipo de factores diferentes del suelo o sus relacionados, como lo es la temperatura del ambiente y la precipitación ocurrida durante los meses en que se realizó el estudio, pues al parecer aumentaron o fueron más notorios los efectos negativos en el tercer mes de evaluación, donde se presentó una drástica mortandad de individuos, comparada con la tendencia que muestran los tratamientos en los otros meses de medición.

Cuadro 6 Resumen mensual de las condiciones climáticas registradas durante los meses que duro el estudio.

Estación Meteorológica	Bellota, San Pedro Garza García, Nuevo León, Elevación: 890msnm, Lat 25° 37' 05" N, Long 100° 21' 35" W.					
Condición	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Temp. Min. °C	0.8	3.7	6.5	14.3	14.9	16.4
Temp. Media °C	14	14.3	18.7	22.2	23.6	25.1
Temp. Máx. °C	30	30.8	34	34.2	39.1	36.4
Pp (mm)	9.2	53.2	4.6	9.0	68.6	37.4
Vel. Viento máx. (km/h)	33.8	53.1	43.5	48.3	49.9	48.3
Temp. Temperatura, Máx: Máxima, Min: Mínima, Pp: Precipitación, Vel.: velocidad						

La oscilación térmica mensual puede ser apreciada en el cuadro 4, y efectivamente las plantas estuvieron sometidas a fuertes cambios de temperatura tanto máximos como mínimos, si a esto se le agrega la acción del viento, la escasa precipitación que ocurrió, especialmente los meses de enero, marzo y abril, además de que las condiciones de los sitios también pueden agravar los efectos nocivos para las plantas, lo que resulta de analizar las características de los sitios y como afectan a las plantas.

Para poder ayudar a explicar la baja supervivencia en el tratamiento 4 (SP), se debe mencionar y analizar los efectos negativos de la pendiente del terreno, o cómo influye ésta con el resto de procesos que suceden en el suelo, iniciando con la infiltración de agua pues esta disminuye conforme aumenta la pendiente, con la profundidad del suelo en este caso también existe una relación inversa pues conforme aumenta una disminuye la otra, lo cual afecta en el almacenamiento de agua en el suelo, aumenta el potencial de erosión, reduce el desarrollo de perfil edáfico; al aumentar el contenido de piedras y rocas del suelo se hacen más extremosas las temperaturas máximas y mínimas, velocidad y dirección del viento, desarrollo de la cubierta vegetal y disminuye la capacidad de almacenamiento de humedad edáfica (Capó,2001).

Así mismo la profundidad del suelo tiene cierta influencia sobre otras condiciones del sitio como son: cantidad de nutrientes, de agua disponible para las plantas, temperatura del suelo, el espacio explorable por la raíz, la rigurosidad de la época de sequía, la forma y cantidad de crecimiento de la raíz (Capó, 2001).

Cuadro 7 Valores de porcentaje de cobertura vegetal de cada uno de los sitios, con su respectivo testigo, al momento de efectuar la plantación.

Sitio	Cobertura	Testigo
SD	15	>50
SI	15	50
SP	< 15	90

En cuanto a los efectos de la vegetación existente en cada sitio se puede decir que, la presencia de la vegetación influye directamente sobre la cantidad de luz, la temperatura, la humedad atmosférica a nivel del suelo y cerca de él, la humedad del suelo, nutrientes, movimiento masivo del suelo (avalanchas, deslizamientos, erosión), comportamiento e intensidad del fuego, etc. (Capó, 2001).

4.1.2 Supervivencia entre especies

Así mismo para la variable supervivencia se realizó la prueba de Tukey para analizar las diferencias entre especies, dicha prueba no arrojó diferencias significativas, pero entre los valores de las medias, se pudo observar dos valores desviados hacia los extremos, tanto superior como en el inferior.

Por lo que se decidió realizar la prueba de Duncan, que se puede observar a continuación: Ver cuadro 8 (NOTA: Ver tabla completa en el apéndice de cuadros y figuras).

Cuadro 8 Prueba del rango múltiple de Duncan para Super

Agrupamiento Duncan	Media	N	Especie
A	81.438	16	Sp. 3
B A	73.188	16	Sp. 5
B A	71.125	16	Sp. 2
B A	71.125	16	Sp. 4
B A	64.938	16	Sp. 6
B	58.750	16	Sp. 1

La prueba de rango múltiple de Duncan muestra que existen: Diferencias significativas entre las especies; se observa que la Sp.3, muestra el mayor porcentaje de supervivencia con un 81.44 %; en contraste con la Sp. 1 quien muestra el menor porcentaje de supervivencia con un 58.75 %.

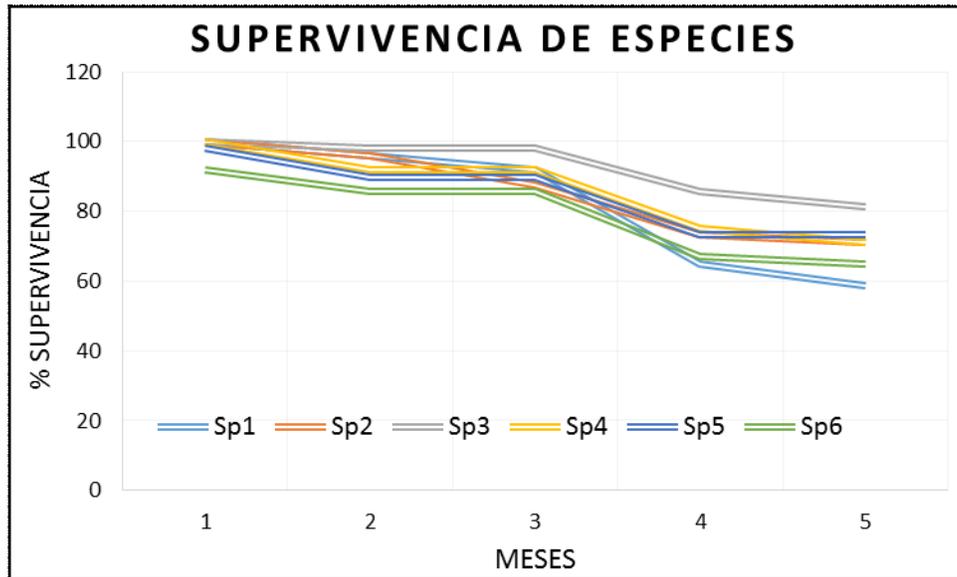


Figura 12 Porcentaje de supervivencia de cada una de las especies sometidas a prueba.

En la figura 12, se puede observar que la supervivencia de la Sp. 3 muestra una significativa diferencia con respecto a las demás especies.

En esta gráfica también se puede percibir, que durante el 3er. mes de evaluación, se presentó la menor supervivencia a nivel general, posiblemente esta mortalidad fue el resultado del estrés al que estuvieron sometidas las plantas, pues anteriormente ya observamos y analizamos las condiciones climáticas (ver cuadro 4) que afectaron a las plantas, pues se puede ver que afectó a todas las especies en general, pero hubo mayor número de muertes en las Sp. 1 y Sp. 6 quienes fueron las más susceptibles al efecto de dichas condiciones ambientales.

Es importante remarcar que la especie con mayor supervivencia fue Sp. 3, esta especie no nativa del sitio, pues solo se han identificado relictos de poblaciones en la Sierra de San Carlos, Tamaulipas y Lampazos, Nuevo León, su área de distribución natural es muy restringida y severamente fragmentada, hasta el grado de estar en categoría de amenazada según los criterios de la IUCN (Estrada *et al.*, 2005).

Cabe mencionar que en los reportes que se han hecho acerca de dicha especie en cuanto a condiciones de clima, suelo y fisiografía donde habita, destacan suelos arcillosos y pendientes pedregosas, tolerancia a suelos ácidos, creciendo en altitudes que van desde los 610-1500 msnm, así mismo como tolerante a la sequía e intolerante a la sombra.

Al analizar la diferencia entre especies en la variable sobrevivencia, se tomará en cuenta lo siguiente:

1. Diámetro al cuello de la raíz (DCR).
2. La altura (h).
3. El tamaño del envase (1.1 lt.) fue el mismo para todas las especies.

Para esto, se realizó una categorización del DCR (ver cuadros 6 y 7), donde se tomó en cuenta el valor máximo y mínimo observado, para cada especie, y se dividieron en tres rangos, a los cuáles llamamos Delgada (D), Mediana (M) y Gruesa (G), para la altura se realizó el mismo procedimiento solo que la categoría más pequeña se llama Chica (Ch), Mediana (M) y Gruesa (G).

Para obtener el porcentaje de muertes por categoría;

$$\%PM = ((PM\ Spi * 100) / NTPSpi)$$

%PM= Porcentaje de plantas muertas.

PM Spi: Número de plantas muertas por especie.

NTP Spi= Número total de plantas establecidas, por especie (48 plantas).

Cuadro 9 Porcentajes de supervivencia por especie y diámetro de las plantas al momento de plantar, así como, porcentaje de mortandad por categoría por especie.

	Sobre (%)	Diámetro Inicial (mm)	% de muertes	Rango (mm)/Categoría
sp3	81.44	4.11	14.58(D), 4.17(M)	2.15-3.55 (D), 3.56-4.95 (M), 4.96-6.36 (G)
sp5	73.19	1.67	22.92(D),4.17(M)	2.72-5.05 (D), 5.06-7.38 (M), 7.39-9.74 (G)
sp2	71.12	1.86	20.83(D), 6.25(M)	1.6-3.11 (D), 3.12-4.62 (M), 4.63-6.19 (G)
sp4	71.12	2.92	18.75(D),10.42(M)	2.45-4.36 (D), 4.37-6.27 (M), 6.28-8.17 (G)
sp6	64.94	1.3	29.17(D)	1.26-2.76 (D), 2.77-4.26 (M), 4.27-5.75 (G)
sp1	58.75	1.75	20.83(D),14.58(M), 6.25(G)	1.43-1.91 (D), 1.92-2.40 (M), 2.41-2.85 (G)

D= Delgada M= Mediana, G= Grande

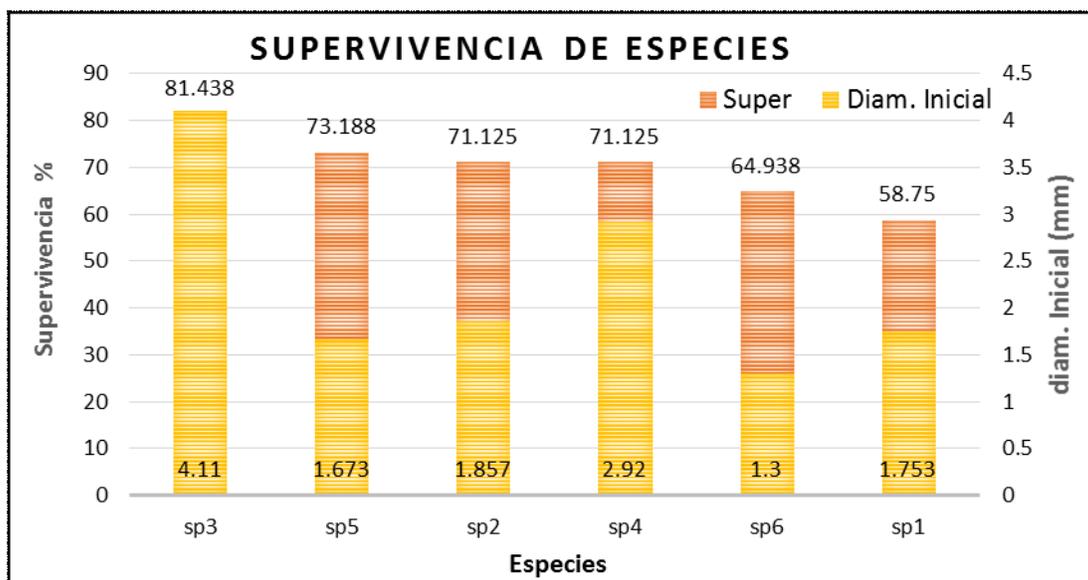


Figura 13 Supervivencia de las especies comparadas con su diámetro inicial.

En la gráfica anterior se observa el porcentaje de supervivencia de cada una de las especies, y a la vez también se puede ver el diámetro inicial que tenían las plantas, al momento de ser plantadas.

La Sp. 3 que obtuvo el mayor promedio de supervivencia, también tenía el mayor diámetro inicial, caso contrario la Sp. 6 y Sp. 1 quienes tenían el menor diámetro inicial, y también reflejaron el menor porcentaje de supervivencia, por lo que se podría decir, que mientras las plantas tengan mayor diámetro inicial mayor será su supervivencia en el terreno.

Cuadro 10 Porcentajes de supervivencia por especie y altura de las plantas al momento de plantar.

Especie	Sobre (%)	Altura inicial (cm)	% de muertes	Rango (cm)/Categoría
sp3	81.43	18.87	16.67(CH), 2.08(M)	14.3-23.86 (Ch), 23.87-33.42 (M), 33.43-43.0 (G)
sp5	73.18	11.67	25(CH)	15.8-38.86 (Ch), 38.87-61.92 (M), 61.93-85.0 (G)
sp2	71.12	10.5	25(CH), 4.17(M)	8.4-16.76 (Ch), 16.77-25.12 (M), 25.13-33.5 (G)
sp4	71.12	12.83	25(CH),2.08(M), 2.08(G)	9.5-21.76 (Ch), 21.77-34.02 (M), 34.03-46.3 (G)
sp6	64.93	12.67	27.08(CH)	7.5-26.33 (Ch), 26.34-45.16 (M), 45.17 (G)
sp1	58.75	7.68	20.8(CH),16.67(M), 2.08(G)	4.7-8.16 (Ch), 8.17-11.62(M), 11.63-15.1 (G)

CH= Chica, M= Mediana, G= Grande

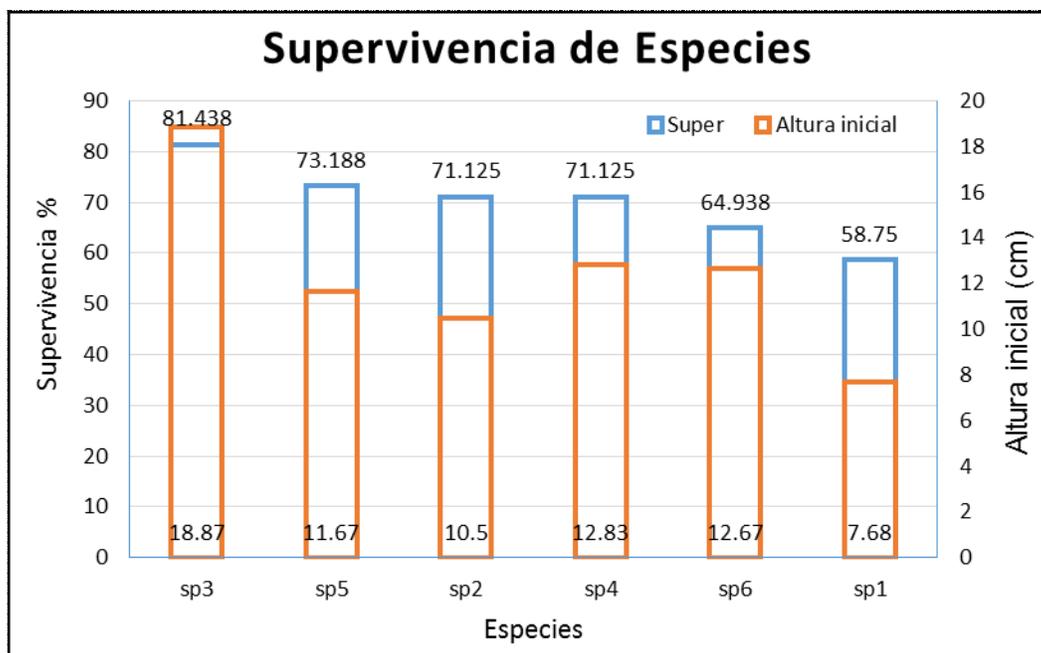


Figura 14 Supervivencia de las especies comparadas con su altura inicial.

En la figura 14 se observa el porcentaje de supervivencia de cada una de las especies, de igual forma se puede observar la altura inicial que tenían las plantas al momento de ser plantadas; de igual forma como ocurrió con el diámetro, a mayor altura de las plantas, mayor porcentaje de sobrevivencia, como ejemplo esta la Sp. 3, y caso contrario esta la Sp. 1 con menor promedio de supervivencia.

Cabe mencionar que por diversos motivos, no se pudo producir planta de la misma edad, puesto que en la etapa de vivero ocurrió un porcentaje de mortalidad, plantas que se repusieron días o semana después, dicho desfase en la edad influyo en el tamaño inicial de las plantas utilizadas, otro factor que también influyó es la fenología propia de cada especie, pues algunas especies tienen una tasa de crecimiento más acelerada, que otras, como por ejemplo, la Sp.1 , fue la especie más pequeña al momento de realizar la plantación.

Cuadro 11 Correlación entre supervivencia y diámetro, altura e incrementos en diámetro y altura de Sp. 1

Coeficientes de correlación Pearson, N = 3 Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0

	Diámetro	Super	Id	Catdia	Altura	Super	la	Catalt
Diámetro	1.0000	0.9912	-0.3551	0.9987	0.9865	0.9349	0.5211	0.9987
		0.0845	0.7688	0.0322	0.1049	0.2309	0.6510	0.0322
Super	0.9912	1.0000	-0.4758	0.9966	0.9995	0.9737	0.4036	0.9966
	0.0845		0.6843	0.0523	0.0203	0.1463	0.7355	0.0523
Id	-0.3551	-0.4758	1.0000	-0.4020	-0.5037	-0.6637	0.6127	0.4020
	0.7688	0.6843		0.7366	0.6640	0.5380	0.5802	0.7366
Catdia	0.9987	0.9966	-0.4020	1.0000	0.9935	0.9517	0.4773	1.0000
	0.0322	0.0523	0.7366		0.0726	0.1987	<.0001	0.6832
Altura	0.9865	0.9995	-0.5036	0.9935	1.0000	0.9805	0.3742	0.9935
	0.1049	0.0203	0.6640	0.0726		0.1260	0.7559	0.0726
Super	0.9350	0.9737	-0.6637	0.9517	0.9805	1.0000	0.1845	0.9517
	0.2309	0.1463	0.5380	0.1987	0.1260		0.8819	0.1987
la	0.5211	0.4036	0.6127	0.4773	0.3742	0.1845	1.0000	0.4773
	0.6510	0.7355	0.5802	0.6832	0.7559	0.8819		0.6832
Catalt	0.9987	0.9966	-0.4020	1.0000	0.9935	0.9517	0.4773	1.0000
	0.0322	0.0523	0.7366	<.0001	0.0726	0.1987	0.6832	

Se puede observar en el cuadro 11 un análisis de correspondencia entre variables para la Sp.1, comenzando con el diámetro y la supervivencia, que refleja un valor muy cercano a uno, es decir, una alta correlación positiva, de igual forma existe correlación positiva con la altura; en cuanto a la variable supervivencia, se observa la misma similitud con la altura, de tal modo que a medida que aumenta una, aumenta la otra; por último se la variable altura está altamente relacionada tanto con el diámetro como con la supervivencia, con todo lo analizado y mencionado podemos apoyar lo dicho en las figuras 13, 14, y en los cuadros 9 y 10.

Cuadro 12 Correlación entre supervivencia y diámetro, altura e incrementos en diámetro y altura de Sp. 2

Coeficientes de correlación Pearson, N = 3 Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0

	Diámetro	Super	Id	Catdia	Altura	Super	Ia	Catalt
Diámetro	1.0000	0.9186	0.9936	0.9840	0.9862	0.8543	0.9992	0.9840
		0.2586	0.0720	0.1141	0.1058	0.3479	0.0250	0.1141
Super	0.9186	1.0000	0.8682	0.9744	0.9714	0.9902	0.9334	0.9744
			0.3306	0.1445	0.1527	0.0894	0.2336	0.1445
Id	0.9936	0.8682	1.0000	0.9576	0.9612	0.7902	0.9884	0.9576
				0.1861	0.1779	0.4200	0.0970	0.1861
Catdia	0.9840	0.9744	0.9576	1.0000	0.9999	0.9333	0.9902	1.0000
					0.0083	0.2338	0.0891	<.0001
Altura	0.9862	0.9714	0.9612	0.9999	1.0000	0.9286	0.9919	0.9999
						0.2421	0.0809	0.0083
Super	0.8543	0.9902	0.7902	0.9333	0.9286	1.0000	0.8741	0.9333
							0.3229	0.2338
Ia	0.9992	0.9334	0.9884	0.9902	0.9919	0.8741	1.0000	0.9902
								0.0891
Catalt	0.9840	0.9744	0.9576	1.0000	0.9999	0.9333	0.9902	1.0000
								0.0891

Se observa en el cuadro 12 un análisis de correspondencia entre variables para la Sp. 2, comenzando con la supervivencia y el diámetro una correlación positiva de 91%, de igual forma existe correlación positiva con la variable altura, en un porcentaje de 97%; es decir a medida que aumenta la variable independiente, aumenta la variable dependiente en el mismo porcentaje; por último la variable altura está altamente relacionada tanto con el diámetro como con la supervivencia, con todo lo analizado y mencionado podemos apoyar la información presentada en las figuras 12,13, y en los cuadros 9 y 10.

Cuadro 13 Correlación entre supervivencia y diámetro, altura e incrementos en diámetro y altura de Sp. 3

Coeficientes de correlación Pearson, N = 3 Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0

	Diámetro	Super	Id	Catdia	Altura	Super	la	Catalt
Diámetro	1.0000	0.9402	0.9895	0.9944	0.9976	0.8706	0.9844	0.9944
		0.2213	0.0924	0.0671	0.0439	0.3274	0.1126	0.0671
Super	0.9402	1.0000	0.9796	0.9708	0.9614	0.9861	0.9854	0.9708
	0.2213		0.1289	0.1542	0.1774	0.1061	0.1087	0.1542
Id	0.9895	0.9796	1.0000	0.9992	0.9971	0.9326	0.9995	0.9992
	0.0924	0.1289		0.0253	0.0484	0.2350	0.0202	0.0253
Catdia	0.9944	0.9708	0.9992	1.0000	0.9993	0.9176	0.9974	1.0000
	0.0671	0.1542	0.0253		0.0232	0.2603	0.0455	<.0001
Altura	0.9976	0.9614	0.9971	0.9993	1.0000	0.9025	0.9942	0.9993
	0.0439	0.1774	0.0484	0.0232		0.2835	0.0687	0.0232
Super	0.8706	0.9861	0.9326	0.9176	0.9025	1.0000	0.9436	0.9176
	0.3274	0.1061	0.2350	0.2603	0.2835		0.2148	0.2603
la	0.9844	0.9854	0.9995	0.9974	0.9942	0.9436	1.0000	0.9974
	0.1126	0.1087	0.0202	0.0455	0.0687	0.2148		0.0455
Catalt	0.9944	0.9708	0.9992	1.0000	0.9993	0.9176	0.9974	1.0000
	0.0671	0.1542	0.0253	<.0001	0.0232	0.2603	0.0455	

Se observa en el cuadro 13 un análisis de correspondencia entre variables para la Sp. 3, donde la supervivencia está más correlacionada con la variable altura y con el diámetro, tal como se muestra en la figura 13. También existe una alta correlación entre la supervivencia con los incrementos, tanto en diámetro como en altura.

Cuadro 14 Correlación entre supervivencia y diámetro, altura e incrementos en diámetro y altura de Sp. 4

Coeficientes de correlación Pearson, N = 3 Prob > r suponiendo H0: Rho=0								
	Diámetro	Super	Id	Catdia	Altura	Super	la	Catalt
Diámetro	1.0000	0.9997	0.9497	0.9993	0.9838	0.8462	-0.3507	0.9993
		0.0165	0.2028	0.0244	0.1146	0.3577	0.7719	0.0244
Super	0.9997	1.0000	0.9575	0.9979	0.9881	0.8321	-0.3749	0.9979
	0.0165		0.1863	0.0409	0.0981	0.3742	0.7554	0.0409
Id	0.9497	0.9575	1.0000	0.9370	0.9904	0.6367	-0.6264	0.9370
	0.2028	0.1863		0.2272	0.0882	0.5606	0.5691	0.2272
Catdia	0.9993	0.9979	0.9370	1.0000	0.9762	0.8660	-0.3145	1.0000
	0.0244	0.0409	0.2272		0.1390	0.3333	0.7963	<.0001
Altura	0.9838	0.9881	0.9904	0.9762	1.0000	0.7371	-0.5127	0.9762
	0.1146	0.0981	0.0882	0.1390		0.4724	0.6573	0.1390
Super	0.8462	0.8321	0.6367	0.8660	0.7371	1.0000	0.2022	0.8660
	0.3577	0.3742	0.5606	0.3333	0.4724		0.8704	0.3333
la	-0.3507	-0.3749	-0.6264	-0.3145	-0.5127	0.2022	1.0000	-0.3145
	0.7719	0.7554	0.5691	0.7963	0.6573	0.8704		0.7963
Catalt	0.9993	0.9979	0.9370	1.0000	0.9762	0.8660	-0.3145	1.0000
	0.0244	0.0409	0.2272	<.0001	0.1390	0.3333	0.7963	

Se observa en el cuadro 14 un análisis de correspondencia entre variables para la Sp. 4, donde la supervivencia está altamente correlacionada con la variable diámetro con un 99% con la altura un 98%, como se muestra en la gráfica 13, donde mientras mayor es el diámetro, mayor es la supervivencia; al comparar la altura con el diámetro y la supervivencia, se obtuvo una correlación del 98% para ambas variables, lo cual respalda la información que muestra la figura 14.

Cuadro 15 Correlación entre supervivencia y diámetro, altura e incrementos en diámetro y altura de Sp. 5.

Coeficientes de correlación Pearson, N = 3 Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0

	Diámetro	Super	Id	Catdia	Altura	Super	la	Catalt
Diámetro	1.0000	0.9174	0.9912	0.9984	0.9979	0.8360	0.9997	0.9984
		0.2606	0.0843	0.0365	0.0410	0.3698	0.0150	0.0365
Super	0.9174	1.0000	0.8568	0.9387	0.9411	0.9853	0.9265	0.9387
	0.2606		0.3448	0.2241	0.2195	0.1093	0.2456	0.2241
Id	0.9912	0.8568	1.0000	0.9821	0.9807	0.7562	0.9879	0.9821
	0.0843	0.3448		0.1208	0.1253	0.4541	0.0993	0.1208
Catdia	0.9984	0.9387	0.9821	1.0000	0.9999	0.8660	0.9994	1.0000
	0.0365	0.2241	0.1208		0.0045	0.3333	0.0215	<.0001
Altura	0.9979	0.9411	0.9807	0.9999	1.0000	0.8696	0.9992	0.9999
	0.0410	0.2195	0.1253	0.0045		0.3288	0.0260	0.0045
Super	0.8360	0.9853	0.7562	0.8660	0.8696	1.0000	0.8486	0.8660
	0.3698	0.1093	0.4541	0.3333	0.3288		0.3548	0.3333
la	0.9997	0.9265	0.9879	0.9994	0.9992	0.8486	1.0000	0.9994
	0.0150	0.2456	0.0993	0.0215	0.0260	0.3548		0.0215
Catalt	0.9984	0.9387	0.9821	1.0000	0.9999	0.8660	0.9994	1.0000
	0.0365	0.2241	0.1208	<.0001	0.0045	0.3333	0.0215	

Se observa en el cuadro 15 un análisis de correspondencia entre variables para la Sp. 5, donde la supervivencia más correlacionada con la variable altura con un 94% que con el diámetro, esto reafirma la información del cuadro 10, donde se observa que el porcentaje de mortandad registrado fueron plantas de poca altura; en cuanto a la variable altura, ésta tiene una alta correlación positiva con el diámetro 99%.

Cuadro 16 Correlación entre supervivencia y diámetro, altura e incrementos en diámetro y altura de Sp 6.

Coeficientes de correlación Pearson, N = 3 Prob > r suponiendo H0: Rho=0								
	Diámetro	Super	Id	Catdia	Altura	Super	la	Catalt
Diámetro	1.0000	0.7155	0.9928	0.9689	0.9981	0.7155	0.9881	0.9689
		0.4924	0.0764	0.1590	0.0388	0.4924	0.0981	0.1590
Super	0.7155	1.0000	0.6267	0.8660	0.7567	1.0000	0.5998	0.8660
	0.4924		0.5688	0.3333	0.4536	<.0001	0.5905	0.3333
Id	0.9928	0.6267	1.0000	0.9324	0.9837	0.6267	0.9994	0.9324
	0.0764	0.5688		0.2355	0.1152	0.5688	0.0217	0.2355
Catdia	0.9689	0.8660	0.9324	1.0000	0.9822	0.8660	0.9195	1.0000
	0.1590	0.3333	0.2355		0.1203	0.3333	0.2572	<.0001
Altura	0.9981	0.7567	0.9837	0.9822	1.0000	0.7567	0.9770	0.9822
	0.0388	0.4536	0.1152	0.1203		0.4536	0.1369	0.1203
Super	0.7155	1.0000	0.6267	0.8660	0.7567	1.0000	0.5998	0.8660
	0.4924	<.0001	0.5688	0.3333	0.4536		0.5905	0.3333
la	0.9881	0.5998	0.9994	0.9195	0.9770	0.5998	1.0000	0.9195
	0.0981	0.5905	0.0217	0.2572	0.1369	0.5905		0.2572
Catalt	0.9689	0.8660	0.9324	1.0000	0.9822	0.8660	0.9195	1.0000
	0.1590	0.3333	0.2355	<.0001	0.1203	0.3333	0.2570	

Se observa en el cuadro 16 un análisis de correspondencia entre variables para la Sp. 6, para esta especie en específico, el análisis muestra valores bajos de correlación entre las variables; pues la supervivencia está influenciada por el diámetro y altura en porcentajes muy similares, 71 y 75 % respectivamente; lo antes mencionado se ilustra en las figuras 13 y 14.

4.1.3 Análisis de calidad de planta

Cuadro 17 Valores de cada una de las variables utilizadas para calcular el Índice de calidad de Dickson.

Especie	DCR	Altura (h)	P. Seco raíz (PSR)	P. Seco aéreo (PSA)	h/DCR	PSA/PSR	PST	ICD
1	1.82	6.5	—	—	3.571428	—	—	—
1	2.04	10	—	—	4.90196	—	—	—
1	1.4	6.5	—	—	4.64286	—	—	—
2	1.99	13	0.115	0.36	6.53266	0.05511	0.475	0.07210
2	1.6	6.5	0.028	0.097	4.06250	0.02388	0.125	0.03059
2	1.98	12	0.046	0.215	6.06061	0.03548	0.261	0.04281
3	4.85	17	1.217	1.113	3.50515	0.31753	2.33	0.60952
3	3.38	16.5	0.573	0.687	4.88166	0.14073	1.26	0.25088
3	4.1	23.1	0.724	0.904	5.63415	0.16045	1.628	0.28095
4	2.73	9	0.427	0.35	3.29670	0.10617	0.777	0.22834
4	3.33	17	0.576	0.817	5.10511	0.16004	1.393	0.26457
4	2.7	12.5	0.331	0.262	4.62963	0.05659	0.593	0.12654
5	1.93	14	0.045	0.286	7.25389	0.03943	0.331	0.04538
5	1.68	12	0.055	0.266	7.14286	0.03724	0.321	0.04471
5	1.41	9	0.038	0.144	6.38298	0.02256	0.182	0.02841
6	1.3	16	0.101	0.189	12.30769	0.01536	0.29	0.02353
6	1.38	12	0.288	0.172	8.69565	0.01978	0.46	0.05278
6	1.22	10	0.019	0.048	8.19672	0.00586	0.067	0.00817

Para la especie 1, no se midió el peso seco, pues se tenían pocas plantas, y debido a que es mediante un método destructivo, no se completaría el experimento para establecer en el terreno.

En el cuadro 17, en la última columna se observan los valores promedios de calidad de planta, según el índice de calidad de Dickson, el cual establece que mientras más cercano a 1 sea dicho índice, mayor será la calidad de la planta; para este estudio, la Sp. 3 es la que muestra los valores más cercanos a 1 (0.60, 0.25 y 0.28), seguida por la Sp. 4, (0.22, 0.26 y 0.12), esto sustenta su comportamiento en cuanto a supervivencia, ilustrados en las figuras 12, 13 y 14.

Cabe destacar que la Sp. 5, a pesar de mostrar un índice de calidad bajo, reflejó el segundo lugar en cuanto a supervivencia; muy similar fue el caso de la Sp. 2, esto se puede corroborar con la información de la figura 12.

4.2 Crecimiento (diámetro y altura)

4.2.1 Incremento en diámetro

Cuadro 18 Análisis de varianza de la variable Incremento relativo en diámetro a nivel de tratamientos y especies.

Variable: Irdiam					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	23	65738.539	2858.19734	4.84	<.0001
Error	58	34253.959	590.58550		
Total correcto	81	99992.498			

R-cuadrado	Coef. Var	Raíz MSE	Irdiam Media
0.657	54.367	24.302	44.700

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	3	27293.32	9097.77	15.40	<.0001 **
Esp	5	20445.73	4089.14	6.92	<.0001 **
Trat*Esp	15	10992.55	732.84	1.24	0.2696

El análisis estadístico mediante procedimiento GLM y la prueba de comparación de medias “Tukey”, arrojó lo siguiente:

Hubo diferencias significativas a nivel de tratamientos como en especies, en la variable incremento relativo en diámetro, con un 99 % de confiabilidad.

Cuadro 19 Prueba de Tukey (HSD) para la variable Irdiam

Agrupamiento Tukey	Media	N	Tratamiento
A	71.906	24	3 (SI)
B	39.870	23	1 (ST)
B	32.348	24	2 (SD)
B	22.390	11	4 (SP)

NOTA: Ver tabla completa en el apéndice de cuadros y figuras.

La prueba de comparación de medias de Tukey muestra la siguiente información: El tratamiento SI, resultó ser estadísticamente diferente y de mayor valor en la media de incremento en diámetro; comparado con los tratamientos ST, SD y SP, quienes resultaron ser estadísticamente iguales, además mostraron valores medios menores.

Cuadro 20 Prueba de Tukey (HSD) para la variable Irdiam

Tukey Agrupamiento	Media	N	Especies
A	70.597	13	Sp. 2
B A	60.488	15	Sp. 5
B A C	51.260	13	Sp. 6
B D C	38.408	13	Sp. 4
D C	32.664	15	Sp. 3
D	14.207	13	Sp. 1

La prueba de comparación de medias de Tukey muestra la siguiente información: El mayor valor promedio de incremento relativo en diámetro fue de la Sp.2, y significativamente diferente de la Sp.1, la cual reflejo el Irdiam promedio menor. El resto de las Sp. 5, 6, 4 y 3 presentan diferencias entre ellas, pero a la vez comparten algo en común.

Cabe mencionar que la Sp.3, quien mostro una excelente supervivencia ver figura 12, en esta ocasión solo reflejo el 32.6 % de incremento relativo.

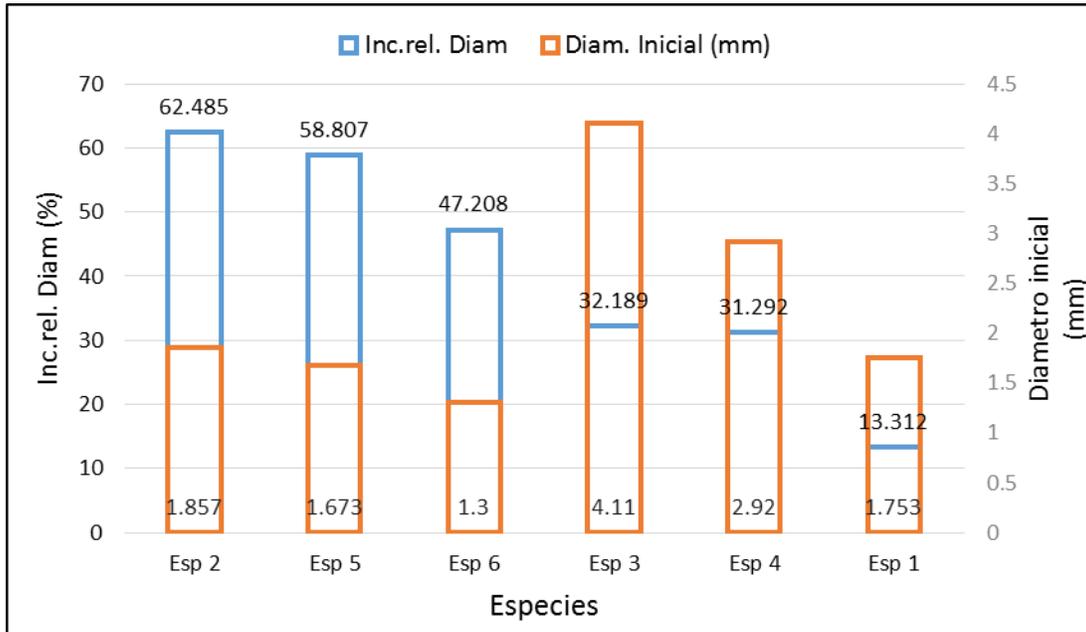


Figura 15 Incremento relativo en diámetro, en relación con su diámetro inicial.

En la figura 15, se puede observar el incremento relativo promedio del diámetro expresado en porcentaje (eje vertical izquierdo), de cada una de las especies, también se ilustra el diámetro inicial (eje vertical derecho) de cada una de las especies, cuando se establecieron en el terreno. Es importante resaltar que diámetro inicial, no es garantía, de un buen incremento en diámetro, como se observa con la Sp.3 y Sp.4, pues a pesar de tener el mayor diámetro inicial, eso no asegura un mayor incremento en diámetro, confirmando esto con la Sp.2, Sp.5 y Sp.6, quienes a pesar de haber sido establecidas en el terreno más delgadas, fueron las de mayor incremento relativo en diámetro.

4.2.2 Incrementos en altura

Cuadro 21 Análisis de varianza de variable incremento relativo en altura a nivel de tratamientos y especies.

Variable: Iralt					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	23	99148.006	4310.783	2.77	0.0009 *
Error	58	90307.537	1557.026		
Total correcto	81	189455.544			

R-cuadrado	Coef. Var	Raíz MSE	Iralt media
0.523	63.987	39.459	61.667

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	3	30714.579	10238.193	6.58	0.0007 **
Esp	5	34468.094	6893.619	4.43	0.0018 **
Trat*Esp	15	20738.614	1382.574	0.89	0.5806

El análisis estadístico mediante procedimiento GLM y la prueba de comparación de medias “Tukey”, arrojó lo siguiente:

Hubo diferencias significativas a nivel de tratamientos y especies, en cuanto incremento relativo en altura, con un 99 % de confiabilidad.

Cuadro 22 Prueba de Tukey (HSD) para la variable Iralt

Agrupamiento Tukey	Media	N	Tratamientos
A	90.40	24	3 SI
B A	57.64	23	1 ST
B	44.66	11	4 SP
B	44.58	24	2 SD

NOTA: Ver tabla completa en el apéndice de cuadros y figura.

La prueba de comparación de medias de Tukey muestra la siguiente información:

El tratamiento SI, resultó ser de mayor valor en la media de incremento en altura y estadísticamente diferente con los tratamientos SP y SD; con el ST, comparte algo en común y también existen diferencias entre ellas, especialmente en el valor de la media con un 32 % de diferencia.

Cuadro 23 Prueba de Tukey (HSD) para la variable Iralt

Agrupamiento Tukey	Media	N	Especie
A	101.33	13	Sp. 2
B A	72.77	15	Sp. 5
B A	66.75	15	Sp. 3
B C	55.49	13	Sp. 6
B C	51.91	13	Sp. 4
C	19.25	13	Sp. 1

El mayor valor promedio de incremento relativo en diámetro fue de la Sp.2, y altamente significativa diferente de la Sp.1, la cual refleja el Iralt promedio menor.

Entre el resto de las especies, diferencias entre ellas, pero a la vez comparten algo en común, por ejemplo la Sp.5 y 3, comparten algo con la Sp.2, del mismo modo con la Sp. 6 y 4.

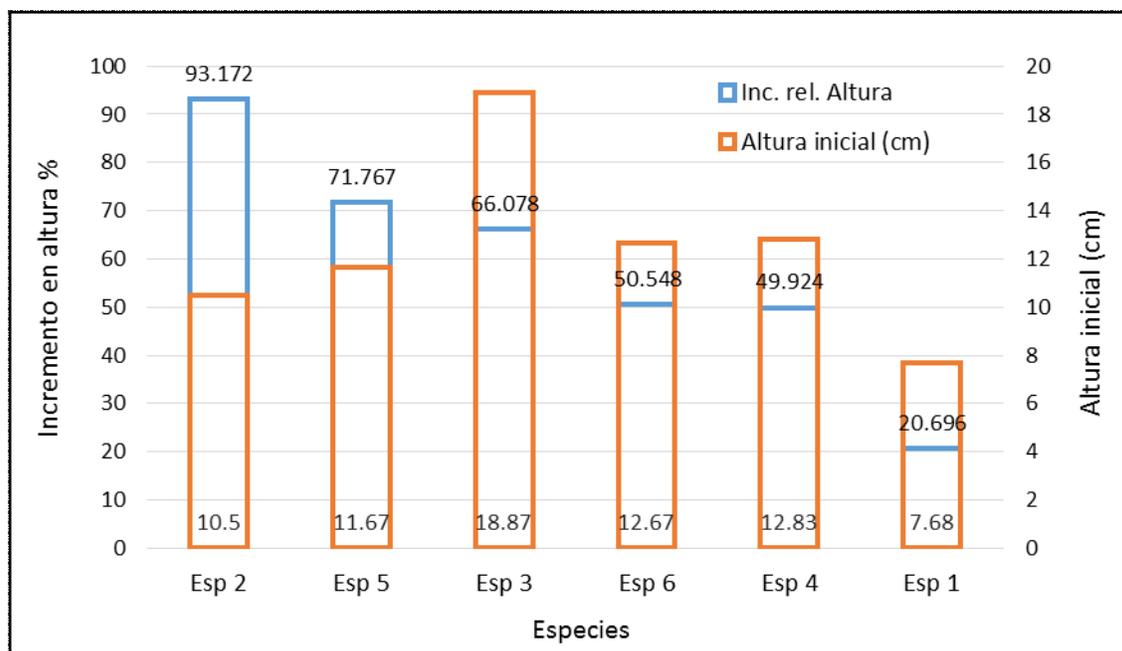


Figura 16 Incremento relativo en altura, en relación con su altura inicial.

En la figura 16, se puede observar el incremento relativo promedio de la altura expresado en porcentaje (eje vertical izquierdo), de cada una de las especies, también se ilustra la altura inicial (eje vertical derecho) de cada una de las especies, cuando se establecieron en el terreno. Al igual que el diámetro es importante resaltar que un alto valor de altura inicial, no refleja un incremento mayor en altura, como se observa con la Sp.3, Sp.6 y Sp.4, pues a pesar de tener el mayor valor de altura inicial, por el contrario la Sp.2 y Sp.5, quienes a pesar de haber sido más pequeñas de altura al momento de establecer en el terreno, fueron las de mayor incremento relativo en altura.

Para entender un poco más el comportamiento del crecimiento tanto en diámetro y altura, realizamos un análisis muy sintetizado de los resultados arrojados por el presente estudio; en cuanto a supervivencia nivel de tratamientos el de mayor media fue el sitio 3 (SI), y el de menor valor fue el sitio 4 (SP), lo mismo ocurrió al analizar el crecimiento tanto en diámetro como en altura. A nivel de especies, la mayor supervivencia la mostró la Sp. 3, y la menor supervivencia la Sp. 1. Para respaldar los datos obtenidos se realizó un análisis de correlación de la supervivencia con diámetro y altura, aquí resaltamos que las especies 4 y 1,

están ampliamente influenciada por el diámetro y la altura la especie 1, que mostró muy baja supervivencia, la y como se observa en las figuras 13 y 15, esta especie fue una de las más pequeñas y delgadas al momento de plantar; el resto de las especies, 2,3,5 su supervivencia en el terreno esta mayormente influenciada por la altura, y por último la especie 6 quién resulto estar un poco influenciada por la altura (75%).

Ahora con respecto a los análisis de crecimiento iniciaremos con el diámetro, de igual forma el sitio 3 (SI) mostró la mayor media de incremento relativo en diámetro, y el de menor valor fue el sitio 4 (SP), en cuanto al nivel de especie, la especie de mayor valor fue la especie 2, seguida por la 5, 6, 4, 3 y al igual que en supervivencia, la especie 1 fue la de menor valor.

Con respecto al incremento en altura, el sitio con mayor valor fue el sitio 3 (SI), y el de menor valor ahora fue el sitio 2 (SD); en cuanto al nivel de especie, el mayor valor de incremento en altura fue la especie 2, seguido del 5, 3,6, 4 y por último la especie 1.

Ahora, era lógico que el sitio con mayor supervivencia, reflejará también los mayores incrementos tanto en diámetro como en altura; otra comportamiento lógico es, las especies que mostraron bajo o nulo incremento en altura, fueran los de menor supervivencia, pues en la naturaleza, primero se detiene el crecimiento por alto estrés hasta culminar en la muerte de la planta, como sucedió con las especies Sp. 1y Sp. 4.

V. CONCLUSIONES

Sí existen diferencias significativas estadísticamente para la variable supervivencia, y crecimiento (incrementos relativos en diámetro e incrementos relativos en altura), a nivel de tratamientos y a nivel de especies.

Para la variable supervivencia es importante el tamaño inicial de las plantas al momento de establecerse en el terreno, así como es importante la cantidad de suelo y cobertura vegetal.

El incremento relativo en diámetro y altura, es más influenciado por las características del sitio, que por el tamaño inicial de las plantas.

Existen diferencias estadísticas significativas en cuanto a las variables incremento relativo en diámetro, así como en incremento relativo en altura, a nivel de tratamientos; el tratamiento con mayor valor fue el SI, y a nivel de especie, la de mayor valor fue la Sp.2 y la de menor valor fue la Sp.1, dicho comportamiento fue similar para ambas variables.

I. RECOMENDACIONES

En cualquier trabajo de reforestación, se recomienda utilizar material y /o especies nativas del área.

Durante el transporte, asegurarse de tratar con cuidado a los ejemplares o material de plantación.

Las plantas que se utilicen, mientras mayor tamaño tengan, mayor supervivencia demostrarán.

Para sitios perturbados como los mencionados en este estudio, se recomienda utilizar la Sp.2 Duraznillo (*Cercis canadensis*).

Para sitios pedregosos además se recomienda Dodonea (*Dodonaea viscosa*) y Palo blanco (*Celtis laevigata*).

Y como última recomendación, se debe probar especies nativas para cada sitio a restaurar.

VII. REFERENCIAS

- Alanís Flores G. J., Guzmán Lucio M. A., González Álvarez M., Cano Cano G., Rovalo Merino M. 1995. Flora representativa de Chipinque, Árboles y arbustos 1era. Parte. Consejo consultivo estatal para la preservación y fomento de flora y fauna de Nuevo León, U.A.N.L., Patronato del Parque Ecológico Chipinque, A.C.
- Alanís, E., E. Meléndez, P.C. García. 2007. Reporte Climatológico del Parque Ecológico Chipinque de 1999 al 2007. Departamento de Investigación y Manejo de Recursos Naturales, Parque Ecológico Chipinque, A.C., San Pedro Garza García, N.L.
- Alanís Flores G. J., 2008, Listado de especies de plantas actualizado del Parque Ecológico Chipinque, A.C. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.
- Alanís R, E., Aguirre C, O., Jiménez P,J., Pando M, M., Treviño G, E. J., Aranda R, R. y Canizales V, P A. (2010) Efecto de la severidad del fuego sobre la regeneración asexual de especie leñosas de un ecosistema mixto (Pinus-Quercus) en el parque ecológico Chipinque, México. *Interciencia* 35 (9) 690-695.
- Bifani P. 2007. *Medio ambiente y desarrollo*.
<http://books.google.com.mx/books?id=U3zvu7mNOL4C&printsec=frontcover&dq=editions:FdehEQiST64C&hl=es-419&sa=X&ei=ZeSEUv7iBea-2AXo9oCwDQ&ved=0CC0Q6AEwAA#v=onepage&q&f=false>
- Birchler, T., Rose, R.W., Royo, A., y Pardos, M. (1998) La planta ideal: Revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. *Invest. Agr.: Recur. For.* 7 (1 y 2) 7-13.
- Capó, M. A (2001). Establecimiento de plantaciones forestales: Los ingredientes del éxito. (1ed.) Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Cotler, H., Sotelo,E., Dominguez, J., Zorrilla, M., Cortina, S y Quiñones, L. (2007). La conservación de suelos: Un asunto de interés público. *Gaceta ecológica* (083) 5,6,7,10 y 64.
- Cuevas, P.G.1999. Monitoreo de Calidad del Agua. Departamento de Vida Silvestre, Parque Ecológico Chipinque, A.C., San Pedro Garza García, N.L.
- Estrada C, E., Villareal Q, J. A. y Jurado, E. (2005). Leguminosas del norte de Nuevo León, México. *Acta Botánica Mexicana*. (73) 7-18.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. INEGI. 1986. Síntesis Geográfica de Nuevo León. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D.F. 170 p.

Marroquín F, R A., Jiménez P, J., Garza O, F., Aguirre C, O., Estrada C, E y Bourguet D, R. (2006). Pruebas de regeneración artificial de *Pinus pseudostrobus* en localidades degradadas por incendios. *Ciencia UANL*. IX (003) 298-304.

Meli, P. (2006). Restauración en países en desarrollo. *Ciencias* (083) 55.

Nájera R. 1997. Caracterización ecológica del Parque Ecológico Chipinque ubicado en los municipios de San Pedro Garza García y Monterrey en el estado de Nuevo León, México. Parque Ecológico Chipinque, A.C.

Pagiola, S., Bishop, J. y Landell-Mills, N. (2006). La venta de servicios ambientales forestales: Mecanismos basados en el mercado para la conservación y el desarrollo. (2 ed.) SEMARNAT-INE.

Pérez-Calix, E y Carranza G, E. (1999) Ulmaceae. *Flora del bajío y regiones adyacentes*. (75) 13.

PNUMA (Programa de las naciones unidas para el medio ambiente): *Geo América latina y el caribe Perspectivas del medio ambiente 2003*. <http://books.google.com.mx/books?id=ppYUWpsGxUYC&pg=PA143&lpg=PA143&dq=Un+desastre+es+un+evento+o+una+serie+de+eventos+que+interrumpen+el+funcionamiento+normal+de+los+ecosistemas&source=bl&ots=d17fVVVGT&sig=Ngwm9q4MsTRY7xbeuJ-t1Ajjhk&hl=es-419&sa=X&ei=uOWEUpLIMdOE2qW9yoBg&ved=0CCkQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false>

Romero, R.s. (2006). Revisión taxonómica del complejo acutifoliae de *Quercus* (Fagaceae) con énfasis en su representación en México. *Acta botánica mexicana* (76) 1-45.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de Mexico. Mexico, Limusa.

Sánchez, O., Peters, E., Márquez-Huitzil, R., Vega, E., Portales, G., Valdez, M., y Azuara D. 2005. Temas sobre restauración ecológica. (1ed.) México: INE-SEMARNAT.

Villaseñor R., J. L. y F. J. Espinosa G., 1998. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.