

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS



EVALUACIÓN DE SUSTRATOS EN LA NACENCIA DE MEZQUITE CHILENO

(Prosopis chilensis).

POR:

ISAÍ ANTONIO PÉREZ VERDUGO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

Torreón Coahuila, México.

Noviembre de 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

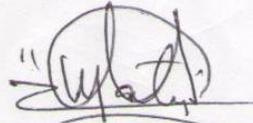
EVALUACIÓN DE SUSTRATOS EN LA NACENCIA DE MEZQUITE CHILENO
(*Prosopis chilensis*).

TESIS DEL C. ISAÍ ANTONIO PÉREZ VERDUGO
QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR, COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA.

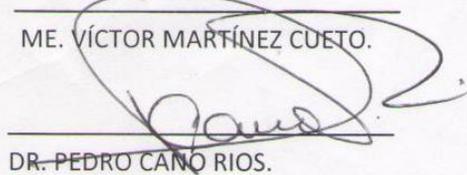
REVISADO POR EL COMITÉ ASESOR

ASESOR PRINCIPAL:



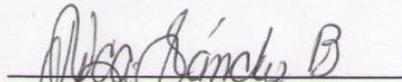
ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO.

ASESOR:



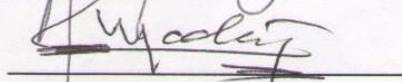
DR. PEDRO CAÑO RÍOS.

ASESOR:



MC FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL.

ASESOR:



DR. EDUARDO MADERO TAMARGO.



DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS.

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS.



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México.

Noviembre de 2012.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

EVALUACIÓN DE SUSTRATOS EN LA NACENCIA DE MEZQUITE CHILENO
(*Prosopis chilensis*).

TESIS DEL C. ISAÍ ANTONIO PÉREZ VERDUGO
QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR, COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

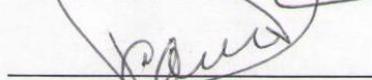
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA.

APROBADA POR

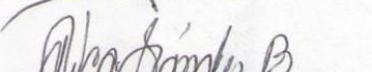
PRESIDENTE:


ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO.

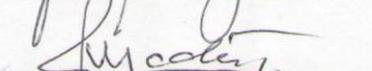
VOCAL:


DR. PEDRO CANO RÍOS.

VOCAL:


MC. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL.

VOCAL:


DR. EDUARDO MADERO TAMARGO.


DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS.
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS.



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México.

Noviembre de 2012

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a **DIOS** por darme la vida, porque sin él no hubiese terminado satisfactoriamente este trabajo, por darme la oportunidad de concluir mi carrera y le agradezco por darme las fuerzas de enfrentar mis problemas que se presentan día con día.

A mi **ALMA TERRA MATER** por darme sus servicios, por hacer de mí un profesionalista orgulloso durante los años que dure dentro de la UAAAN.

Al M.E. Víctor Martínez Cueto por su gran apoyo que me brindó en la realización de este trabajo, por la paciencia, tiempo y por ser un gran amigo y a quien le agradezco por darme las facilidades durante la realización de mi tesis, por apoyarme en la terminación de este trabajo.

Al Dr. Pedro Cano Ríos por el apoyo que me brindó en la revisión y corrección de la tesis.

A la MC. Francisca Sánchez Bernal por su valioso apoyo en la realización de este proyecto.

Al Dr. Eduardo Madero Tamargo por su tiempo que se llevó en la revisión y corrección de este trabajo.

A la Lic. Roció García por haber proporcionado la semilla de Mezquite chileno para la realización de este proyecto.

DEDICATORIAS

A mi madre

Roselia Verdugo Pérez

Principalmente por darme la vida, darme la oportunidad y apoyarme en mis estudios porque sin ella no hubiese la carrera de Ing. Agrónomo en Horticultura, por darme cariño y sobretodo su gran amor, por cuidarme y por enseñar el respeto que ay que tener hacia las demás personas, y así tener buenos valores. También a mi padre Sr. Iber Francisco Pérez Bartolón que medio la vida pero lamentablemente ya falleció pero siempre lo tengo en lo más profundo de mi corazón y sobre todo lo extraño.

A mis hermanos

Familia Pérez Verdugo: Ori, Yoni, Yovani y Eduardo.

Les doy gracias a todos ellos por apoyarme, y soportar mis malos genios porque ellos son mis fuerzas, mi vida y mi todo. Gracias por confiar en mí y yo sé que este fue un esfuerzo hecho por todos nosotros.

A mis tíos

Que me apoyaron siempre y les doy gracias a cada uno de ellos por el esfuerzo que hacen y aun así que me apoyaron en momentos difíciles.

INDICE

	PÁGINA
AGRADECIMIENTOS _____	i
DEDICATORIAS _____	ii
ÍNDICE DE CONTENIDOS _____	iii
ÍNDICE DE FIGURAS _____	xii
RESUMEN _____	xiii
I. INTRODUCCION _____	1
1.1 Objetivos _____	3
1.2 Hipótesis _____	3
II. REVISION DE LITERATURA _____	4
2.1 Origen e historia de mezquite chileno _____	4
2.2 Botánica de mezquite chileno _____	5
2.3 Importancia económica _____	6
2.4 Morfología de mezquite chileno _____	7
2.4.1 Tallo y raíz _____	7
2.4.2 Hojas _____	7
2.4.3 Inflorescencia _____	8
2.4.4 Vaina y semillas _____	8

2.5 Condiciones climáticas de mezquite chileno y factores que afectan su desarrollo	9
2.5.1 Temperatura	9
2.5.2 Factores del medio ambiente	9
2.5.3 Plagas	9
2.5.4 Enfermedades	10
2.5.5 Parásitos	11
2.5.6 Consumidores	11
2.6 Desarrollo de la semilla de mezquite	11
2.6.1 Causas de pérdida de semilla	12
2.6.2 Caracterización de los sitios	13
2.6.3 Características de los arboles seleccionados	13
2.6.4 Análisis de la semilla	14
2.6.4.1 Muestreo	14
2.6.4.2 Contenido de humedad	14
2.6.4.3 Pruebas de pureza	14
2.6.4.4 Semillas por unidad de peso	15
2.7 Características generales de la semilla	15
2.7.1 Semillas ortodoxas	16
2.7.2 Semillas recalcitrantes	16
2.7.3 Prueba de la semilla	18

2.7.4 Vigor de la semilla _____	18
2.7.5 Almacenamiento de las semillas _____	20
2.7.6 Agentes patógenos de las semillas y mejora _____	21
2.8 Proceso de la germinación _____	21
2.9 Factores que afectan la germinación _____	23
2.9.1 factores endógenos _____	23
2.9.1.1 Incapacidad para germinar _____	23
2.9.1.2 Semillas con inhibición tegumentaria _____	24
2.9.1.3 Semillas con latencia embrionaria _____	24
2.9.2 factores externos _____	24
2.9.2.1 Humedad _____	25
2.9.2.2 Temperatura _____	26
2.9.2.3 Aireación _____	26
2.9.2.4 Luz _____	27
2.10 Sustratos en general _____	27
2.10.1 Problemáticas de los sustratos _____	28
2.10.1.1 Problemas de concepto _____	28
2.10.1.2 Problemas de manejo _____	29
2.10.1.3 Problemas de precio _____	29

2.10.1.4 Problemas de reproductividad y disponibilidad	30
2.10.1.5 Problemas ambientales	30
2.10.1.6 Problemas de investigación	31
2.11 Vermicompost	32
2.12 Arena	35
2.13 Aserrín	36
2.14 Compost	37
III. MATERIALES Y MÉTODOS	38
3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera	38
3.2 Clima de la Comarca Lagunera	38
3.3 Localización del experimento	38
3.4 Diseño experimental utilizado	39
3.5 Las variables que se utilizaron	39
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1 Días transcurridos de la siembra a la nacencia	40
4.2 Por ciento de semillas emergidas	41
V. CONCLUSIONES	43
VI. BIBLIOGRAFÍA	44

ÍNDICE DE FIGURAS

PÁGINAS

Figura#1. Efecto del tipo de sustrato sobre el número de días transcurridos entre la siembra y la nacencia, en el mezquite chileno. UAAAN-UL. 2012 _____ 40

Figura #2. Efecto del tipo de sustrato sobre el porciento de nacencia de semillas de mezquite chileno. UAAAN-UL.2012 _____ 42

RESUMEN

La importancia del mezquite en la producción forestal se debe a que su madera es fuerte y durable, buena para la fabricación de muebles, pisos y artesanías, y excelente como leña, carbón y ornamentales; los mezquites son fuente de forraje y apoyo en las explotaciones apícolas; además, la planta excreta una goma de uso medicinal e industrial. Desde el punto de vista ecológico, los mezquiales son importantes en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas; son el hábitat para una buena cantidad de fauna silvestre y mejoran la estética del paisaje. Por la importancia económica en su explotación para la obtención de leña, carbón y como ornamental.

Prosopischilensis introducido como forraje no convencional en Sudán, ha mostrado una producción de frutos que varía dentro de un amplio rango, entre 1.061 kg y 20 kg/ha/año. La producción comienza en diciembre con un pico en marzo y decrece al mínimo en junio, en América del Sur. Con respecto al valor nutritivo, aparentemente podría ser usado como ración de mantenimiento en presencia de otras pasturas, cuando escasean los pastos en la estación seca prolongada. La disponibilidad de melazas y su bajo costo justifican el uso en adición a los frutos de *P. chilensis* para suplementar animales en engordo en la estación seca. Ellos pueden alcanzar un moderado aumento de peso a temprana edad con este tipo de alimento.

El objetivo de este trabajo fue evaluar los sustratos de diferentes tipos en la nacencia de mezquite chileno.

El presente trabajo se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila. En el tipo de mezquite chileno.

Se evaluó el efecto de diferentes tipos de sustratos. Utilizando un diseño experimental al azar, teniendo 5 tipos de sustratos diferentes cada uno con tres 3 repeticiones, y por cada repetición se sembraron 20 semillas teniendo así un total de 60 semillas por cada sustrato, se establecieron en charolas de tierra seca y se evaluó el tiempo de nacencia.

Los resultados obtenidos en días transcurridos de la siembra a la nacencia, hubo diferencia significativa en los sustratos Peatmoss T3, que fue el más rápido en emerger y el más tardado fue la tierra más hojarasca T5, al igualen porciento de emergencia se muestra diferencia significativa en los sustratos (Vermicompost T2 y Peatmoss T3) que obtuvieron mejores resultados.

El porciento de nacencia de semillas de mezquite chileno, se observaron que la Vermicompost T2 obtuvo el 73.3% y el Peatmoss T3 el 68.3%, que fueron los dos que se obtuvieron mejores resultados, en cambio la tierra máshojarasca T5, obtuvo el 48.3% que fue el más tardado.

Palabras claves: Mezquite chileno, nacencia, sustratos, días a nacencia, % de nacencia.

I. INTRODUCCIÓN

Los recursos naturales proporcionan una extensa variedad de bienes y servicios, tangibles e intangibles con creciente demanda de la sociedad que habitan en las zonas rurales y urbanas, como es la producción de madera, leña, frutos, etc. En los ecosistemas semidesérticos, son pocas las alternativas de producción que pueden derivarse de las especies que se desarrollan de manera natural en condiciones de baja disponibilidad de agua (Villanueva *et al*, 2004).

La mayoría de mezquite son originarias del continente americano, donde puede encontrarse amplia diversidad genética para diferentes especies del género *Prosopis* (Trenchard *et al.*, 2008). Las plantas de este género pertenecen a la familia de las leguminosas (Leguminosae = Fabaceae), las cuales son fácilmente distinguibles por la producción de vainas con semillas. El mezquite pertenece a la sub-familia Mimosoideae, las cuales tienen hojas pequeñas, pinnadas, compuestas y producen flores pequeñas agrupadas en inflorescencias. Se reconocen 44 especies del género *Prosopis* a nivel mundial (Rzedowski, 1988) y 40 de las especies conocidas de mezquite son predominantes del continente americano; sólo tres crecen y se desarrollan naturalmente y una está limitada en África (Beresford-Jones, 2004).

En el continente americano es posible encontrar poblaciones naturales de diferentes especies de mezquite desde el sur de Estados Unidos hasta Argentina y Chile, en Sudamérica (Folliot y Thames, 1983). Además, la utilidad de la diversidad, movilización de semilla y la recombinación genética del mezquite han permitido la generación de híbridos interespecíficos, con características intermedias entre especies. El mezquite en México, muestra plantas arbustivas y arbóreas, capaces de fijar nitrógeno atmosférico, parcial o completamente deducidas, resistentes a sequía, comúnmente observadas a lo largo de fuentes de agua y que forman parte importante de la vida natural de ecosistemas semi-desérticos (Valenzuela *et al*, 2011).

El mezquite constituye un recurso forestal maderable de gran importancia para los campesinos de zonas áridas y semiáridas de México (Silbert, 1988), sin embargo, la

forma de aprovechamiento ha conducido a la degradación acelerada de las comunidades de mezquite. En consecuencia, es necesario iniciar con las aplicaciones de técnicas silvícolas de manejo forestal que permitan su aprovechamiento racional y sostenible (Cervantes, 2003).

1.1 Objetivo

Determinar el comportamiento de la nacencia de semilla de mezquite chileno (*Prosopis chilensis*) en distintos sustratos.

1.2 Hipótesis

El sustrato tiene influencia en afectar la nacencia de plántulas de Mezquite Chileno.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen e historia de mezquite chileno

En Chile crece en las zonas áridas y semiáridas del norte y centro del país, comprendiendo las provincias de Copiapó, Elqui, Limarí, Choapa, San Felipe, Los Andes, y es especialmente abundante en el área norte de la cuenca de Santiago, donde crece junto a *Acacia caven* “espino” y otras especies del matorral espinoso, formando extensos algarrobales de baja densidad. Introducido en Chile a principios del siglo pasado, (Verga, 1999).

Esta especie es cultivada en muchos países del mundo. Es una de las especies del Género de mayor interés en cuanto a su madera; es de crecimiento rápido.

Es originario de Sudamérica, *Prosopis chilensis* se encuentra desde el sur del Perú, siendo muy abundante en el norte y centro de Chile. En Argentina, se distribuye en las provincias fitogeográficas del Monte Septentrional del Espinal, y penetra en la porción más seca del Chaco. Convive con *Prosopis flexuosa*, siendo éste mucho más abundante (Karlin, et al., 1997)

En Bolivia, crece en forma natural en la asociación edáfica húmeda del Bosque Seco Templado, en los valles áridos del interior andino, pie de monte y llanura chaqueña, en los departamentos de Santa Cruz, Cochabamba, Chuquisaca y Tarija. En Paraguay, se presenta asilvestrado, se postula que fue introducido en el Gran Chaco durante la ocupación boliviana antes de la guerra entre 1932–1935, (Medina y Cardemil, 1993)

En Chile, las principales ventajas que presenta la especie son su rápido crecimiento y la posibilidad de ocupar terrenos en las que otras especies tienen dificultades de establecimiento. Es muy adecuado para la forestación en zonas áridas y semiáridas con escasas precipitaciones y suelos fuertemente salinos. Resulta importante la capacidad de formar nódulos activos para la fijación de nitrógeno, lo que permite resistir y mejorar las condiciones de suelos muy pobres (Medina y Cardemil, 1993).

2.2 Botánica de mezquite chileno

Taxonomía (Valenzuela, et al., 2011)

Reino Plantae

Sub-reino Traqueobionta

Superdivisión Spermatophyta

División Magnoliophyta

Clase Magnoliopsida

Orden Fabales

Familia Fabaceae

Genero *Prosopis*

Especie *chilensis*

Prosopis chilensis tiene una gran plasticidad en su hábito de crecimiento, encontrándose en sus poblaciones naturales individuos arbustivos, subarbóreos y arbóreos muy grandes, y con gran variabilidad en la presencia y magnitud de las espinas, y en el tamaño y forma de los frutos.

Es un árbol de larga vida, de tronco entre 3 a 12 m de altura, con un diámetro a la altura del pecho de 0,6 a 2,5 m, copa redondeada, color verde oscuro, ramas flexuosas, heliófilas, mueren en la base de la copa y permanecen como un enrejado, nudosas, parcialmente espinosas, espinas axilares, geminadas, uninodales, duras, de hasta 6 cm de longitud, (Valenzuela, et al., 2011).

2.3 Importancia económica

La madera de mezquite es fuerte y durable, buena para la fabricación de muebles, puertas, ventanas, pisos, objetos decorativos, artesanías y excelente como leña y carbón; se considera como una de las maderas dimensionalmente más estables, con un coeficiente de contracción total de 4 a 5%, comparado con el 8 a 15% de otras maderas duras; su valor calorífico es de unas 5000 kcal kg⁻¹; la gravedad específica varía de 0.7 a 1.0, con valores en la densidad de la madera de 700 a 1200 kg m⁻³ (Ríos, et al., 2011).

La producción de leña y carbón en nuestro país, presentó un incremento de casi un 50% de 1990 al 2001 con 704 mil m³r en este año y se estima que en ese periodo unos 27.4 millones de personas utilizaron leña, 63.8% en el medio rural y el resto en zonas urbanas. Por otra parte, en los Estados Unidos de Norteamérica en 1995 se requirieron alrededor de 14 mil toneladas de mezquite procesado, con ventas de unos seis millones de dólares en la industria para la preparación de alimentos (barbecue) y con un gran potencial en la industria de comprimidos de carbón con una derrama económica de 400 millones de dólares (Villanueva, et al., 2004).

Otros beneficios de las poblaciones de mezquite es su aporte como fuente de forraje para el ganado doméstico y fauna silvestre; las flores son eventuales productoras de polen y néctar para la producción de miel y cera en las explotaciones apícolas; además, la planta excreta una goma de uso medicinal e industrial, la cual puede sustituir a la goma arábica obtenida del género *Acacia*. Desde el punto de vista ecológico, los mezquites son importantes en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, son el hábitat para una buena cantidad de fauna silvestre y mejoran la estética del paisaje (Valenzuela, et al., 2011).

2.4 Morfología de mezquite chileno

- Tallo y raíz
- Hojas
- Inflorescencia
- Vaina y semilla

2.4.1 Tallo y raíz

Especie semi-caducifolia, cuya planta es característicamente un árbol, grande con un solo tallo de 3 a 10 m de altura y con una copa bien desarrollada y de forma redonda. Las ramillas son colgantes y tiene forma de zigzag. El tronco es generalmente corto y las ramas son flexible, nudosas y parcialmente espinosas. La corteza es color pardo rojizo, fisurada y se desprende con facilidad. Las espinas son nodales, se encuentran apareadas en cada axila y algunas pueden alcanzar los 6 m de largo pero existen nudos que carecen de ellas (Ríos, et al., 2011).

2.4.2 Hojas

Las hojas son bi-pinnadas, con peciolo de 1.5 a 15 cm de longitud y raquis ocasionalmente ausente. En cada peciolo se insertan entre uno y 3 pares de pinnas, las cuales tienen entre 8 y 24.5 cm de largo y llevan 10 a 29 pares de foliolos. Los foliolos son verdes pálidos, con nervadura poco visible, de 10 a 63 mm de largo, lineares, glabros y con márgenes enteros, finamente filiaados. Los foliolos están distanciados sobre el raquis entre 3 y 12 mm, que puede ser igual o mayor a su anchura, la cual oscila entre 1.1 y 3 mm (Ríos, et al., 2011).

2.4.3 Inflorescencia

Tienen forma de racimos espiciformes, pueden presentarse en grupos de 2 a 4 y tienen de 7 a 12 cm de longitud. Los racimos son cilíndricos y se componen de alrededor de 250 flores. Las flores muestran pedicelos cortos, tienen cáliz acampanado de un 1 mm de longitud y corola de 5 pétalos libres. Los pétalos son lineares, tienen de 3 a 3.5 de longitud, muestran pilosidades en la parte interna del ápice y pueden variar en color entre verde-blancuzco y amarillo. Los estambres son exsertos (incluidos) y tienen de 5 a 6 mm de largo. El pistilo es simple y está compuesto por un ovario súpero y pubescente, estilo y estigma (Ríos, et al., 2011).

2.4.4 Vaina y semilla

La vaina es lineal (ligeramente arqueada), aplanada, muestra bordes paralelos y tiene de 9 a 18 cm de largo, 1 a 1.8 cm de ancho y 0.6 de grosor. Su morfología puede variar de casi recta o forma de hoz y contiene de 20 a 30 semillas. El pericarpio varía de coriáceo a subleñoso, es de color amarillo claro y cubre el mesocarpio azucarado. Los segmentos del endocarpio son regulares en la sección transversal y más anchos que largos. Las semillas son redondeadas elíptico-ovaladas, aplanadas y tienen entre 6 y 7.5 mm de longitud.

Esta especie se encuentra en el centro-sur del Perú y en el centro norte de Chile. Crece a baja altura y a lo largo de arroyos naturales; por lo general con asociación con *P.flexuosa*, así como a elevaciones de 2,900 m. Este árbol es una importante fuente de combustible, material de construcción y forraje. La población local usa también las vainas para su alimentación, especialmente en Argentina donde todavía en muchos almacenes se vende una pasta hecha de este fruto. En Durango (México) se introdujo para su uso en proyectos de reforestación, pero es necesario estudiar la posibilidad de variaciones genéticas intraespecíficas y la sección de fuentes adecuadas de semilla para seleccionar plantas adaptadas en México (Ríos, et al., 2011).

2.5 Condiciones climáticas de mezquite chileno y factores que afectan su desarrollo.

2.5.1 Temperatura

Se desarrolla con temperaturas:

Mínimas de 2–12°C

Máximas de 28–35 °C

Con un promedio anual de 16°C.

2.5.2 Factores del medio ambiente

Tanto en su distribución norte como en el límite sur, la humedad relativa es siempre inferior al 78%, siendo en general ambientes muy secos, de alta evapotranspiración potencial, de intensa radiación solar y gran luminosidad. Prefiere los suelos secundarios de origen volcánico, gruesos, de textura arenosa o francoarenosa, a menudos muy pedregosos, alcalinos. Extremadamente resistente a la salinidad, puede crecer en suelos con pH entre 7,6 y 8,9 y muy ricos en sodio. Requiere suelos de buen drenaje. Ocupa relieves con pendientes suaves a fuertes en las serranías interiores, creciendo generalmente entre los 500 y 1.500 msnm (Serra, 1997).

2.5.3 Plagas

Los insectos plagas pueden ocasionar daños en las plantas de mezquite, por lo que estas muestran un aspecto deplorable, su crecimiento se reduce drásticamente y puede llegar a la pérdida total de la población. El control de los insectos debe iniciar con el diagnóstico preciso del tipo de plaga y con base en ella se debe prescribir el tratamiento más apropiado (Flores, 2011).

Entre los insectos plaga que causan daño en las plantas de mezquite se pueden mencionar defoliaciones, como el caso de las hormigas (*Atta* spp) las cuales pueden ocasionar pérdidas considerables (Landis, 1990).

Otros insectos importantes son la chinche gigante de mezquite (*Thasusgigas*), *Mozena lunata*, *Savius jurgiosus* y *Pachylis hector*. En el centro de México se ha reportado la presencia del anillador *oncideres cingulata*, barrenador de los brotes (*Dinoderus* spp) y chapulines de los géneros *Melanopus*, *brachystola* y *Sphernarium* (Brailovsky, et al., 1995).

También existen insectos que afectan las vainas y semillas de mezquite como son *Algarobius prosopis*, *Mimosestes protactus*. Otros insectos que pueden ocasionar daños al mezquite son los barrenadores de las familias *Buprestidae* y *Ceramyciidae* (Johnson, 1983).

Los nematodos del suelo, de los géneros *Meloidogyne*, *Ditylenchus* y *Aphelenchoides*, representan otra de las plagas asociadas con mezquite. Estos organismos afectan al crecimiento de las plantas debido al daño que ocasionan en la raíz, lo cual expone a otras enfermedades y dificulta el transporte de agua y nutrientes. En sitios de alta infestación es necesario establecer un programa de control cuando se observa una cantidad considerable de nematodos en una muestra del suelo extraída en el área cercana a las raíces (Combe, 1989).

2.5.4 Enfermedades

Los hongos de diferentes géneros pueden provocar daños considerables en la raíz del mezquite. Entre los géneros relacionados con mezquite se puede mencionar la muerte descendente del mezquite, que es una enfermedad causada por el hongo *Hypoxylon diatrypeoides* y su amorfo clasificado como una especie del tipo *Nodulosporium*. Las condiciones con alta humedad relativa y temperatura incrementan las infecciones fungicidas severas y esto a su vez provoca pérdida de vigor y viabilidad en las plantas de mezquite. Este problema se controla con la aplicación de fungicidas apropiados

para cada tipo de hongo patógeno. La poda contribuye también el mejoramiento de la iluminación y aeración de las plantas de mezquite y con ello favorece el control natural de los hongos patógenos del mezquite (De la Torre, *et al.*, 2009).

2.5.5 Parásitos

El muérdago (*Phorodendron* spp.) es una planta parásita asociada al mezquite, del cual extrae agua, nutrientes y algunos carbohidratos (Solís y Gómez, 2011).

2.5.6 Consumidores

Los organismos consumidores más importantes en mezquite son los roedores y lagomorfos. Los ratones más abundantes en algunas áreas del norte-centro de México, donde crece el mezquite pertenece a las especies *Onychomys torridus*, *Perognathus flavus* y *Chaetodipus hispidus* (Pacheco, *et al.*, 2011).

Las liebres *Lepus californicus* y *Lepus callotis* representan otra limitante para el establecimiento de las plantas de mezquite. La protección contra los consumidores del mezquite puede lograrse con exclusiones realizadas con malla gallinera de 70-90 cm de altura; así como con repelentes naturales y de tipo comercial (Nájera, 2011).

2.6 Desarrollo de la semilla de mezquite

Antes de iniciar la colecta de la semilla, es necesario conocer el desarrollo de la semilla de mezquite, para detectar los cambios de madurez de los frutos y establecer técnicas de colecta adecuadas para evitar el daño el arbolado y obtener la cosecha más abundante (Martínez, *et al.*, 1994).

En el mezquite para que realice la polinización es necesario que su flor sea visitada por insectos. Su diseminación depende de mamíferos y aves para que consuman la vaina (Burkart, 1952).

El tiempo que transcurre desde la formación de las flores hasta la caída de los frutos es de 110 días aproximadamente, presentando un periodo de floración en los meses de marzo y abril; el desarrollo de las vainas ocurre entre mayo y junio; finalmente, la

maduración de los frutos ocurre en el mes de julio presentándose el desprendimiento natural (Cantú, 1989).

La característica principal del desarrollo de los frutos es su tamaño y la coloración que presentan, ya que cuando las vainas toman un color violeta, amarillento con tinte violáceo o color paja y al moverlos se escucha el sonido del movimiento de sus semillas, estos pueden ser cosechados (Meza, 2009).

Se han observado árboles, en Chacabuco, con frutos en plena maduración en el mes de mayo. La cantidad de frutos oscila entre 10 hasta 150 a 200 kg de frutos por árbol. Para obtener un desarrollo y productividad adecuada en plantaciones, resulta imprescindible efectuar mejoramiento genético y evaluación de procedencia de individuos y poblaciones naturales. En plantaciones de 11 años de edad, en situación de suelos marginales y condiciones de aridez, en la provincia de Copiapó en el norte de Chile (zona perárida), se evaluó una altura promedio de 2,35 m y un diámetro de cuello de 7,83 cm. Así mismo, en plantaciones de 21 años, con un promedio de 65,3 árboles por ha, en el extremo norte (zona desértica), se estimó un volumen medio de 13,62 m³ por ha, con alturas promedios entre 2–15 m y diámetros entre 10 y 60 cm (Serra, 1997).

2.6.1 Causas de pérdida de semilla

En el mezquite las fases de floración y fructificación son afectadas por factores climáticos y daños ocasionados por insectos, aves, mamíferos, hongos y bacterias, provocando que la calidad como la cantidad de semilla producida disminuya significativamente.

Algunos factores específicos que influyen en la producción de semilla son:

1. Polinización deficiente. La eficiencia de polinización es afectado si no existe una coordinación entre los periodos de la descarga del polen y el periodo de recepción, además, de la presencia de agentes polinizadores en el momento de antesis (FAO, 2000).

2. Daños por insectos. La pérdida más grave de semilla de mezquite, se debe a las especies de los géneros *algarobius*, *neltumius* y *mimosestes* son los principales brúcidos (gorgojo) que actúan como depredadores al alimentarse de los frutos. El grado de afectación provocada por insectos depende del daño que sufren el embrión y los cotiledones al utilizar las partes externas del fruto para depositar los huevos antes y durante la maduración de las vainas (Or y Ward, 2003).

Antes de iniciar las labores de recolección de los frutos y semillas, es necesario realizar recorridos a campo, para garantizar que la superficie seleccionada satisface las necesidades mínimas de colecta. Es necesario elegir terrenos accesibles para facilitar la labor de manejo y colecta de las vainas.

2.6.2 Caracterización de los sitios

Para identificar la procedencia de la semilla, se debe registrar el sitio de colecta, fecha y nombre del colector; además, es indispensable conocer las características principales que prevalecen en el sitio seleccionado, con la finalidad de tener referencia de las condiciones en las que se pueda establecer el mezquite en otros sitios, como son (Ríos, et al., 2011):

- Ubicación geográfica
- Topografía y altitud del terreno
- Tipo de área
- Características meteorológicas (Temperatura media anual, precipitación)
- Suelo
- Vegetación asociada

2.6.3 Características de los árboles seleccionados

Para determinar las características del área seleccionada se recomienda hacer un muestreo que puede ser aleatorio. Se recomienda utilizar el método de muestreo de vegetación de parcelas o el cuadrante central. A través del muestreo es posible determinar (Meza, 2009):

- Número de árboles por hectárea
- Diámetro
- Altura
- Cobertura de copa
- Área basal
- Volumen de la madera

2.6.4 Análisis de la semilla

2.6.5 2.6.4.1 Muestreo

El primer paso del análisis de semillas consiste en obtener una muestra representativa del lote. En lotes de semillas completamente homogéneos, la muestra puede obtenerse con facilidad, sin embargo, este tipo de lotes no existen. Su tamaño depende del número y tipo de prueba deseada (Bonner, 1993).

2.6.4.2 Contenido de humedad

El contenido de humedad se determina según las normas del ISTA (Asociación internacional de análisis de semilla), por la pérdida de peso de una muestra colocada en un recipiente cilíndrico plano y desecada en estufa a 105°C (Besnier, 1989).

2.6.4.3 Pruebas de pureza

El análisis de pureza se determina la composición en peso de la muestra. Esta prueba consiste en separar la muestra en tres componentes: semillas puras, otras semillas y semillas inertes (FAO, 1991).

También se puede determinar la identidad de las diversas especies de semillas presentes en la muestra incluso la de una clase particular de materia inerte (Besnier, 1989).

El análisis de pureza es deseable para para todos los lotes de semilla, pero especialmente en relación a operaciones comerciales basadas en el peso (Bonner, 1993).

2.6.4.4 Semillas por unidad de peso

El peso de la semilla permite calcular la cantidad que va utilizar en la siembra. Este valor es afectado por el tamaño de la semilla, contenido de humedad y por la proporción de la semilla llena, vana y dañada por insecto en el lote. Este valor se determina por el conteo de las semillas y por su pesaje (Ríos, et al., 2011).

2.7 Características generales de la semilla

Las semillas de las angiospermas consisten de un embrión y de un endosperma, resultado de la doble fertilización de la célula huevo y de los dos núcleos polares, respectivamente y que se encuentran englobadas por una cubierta de origen materno, derivada de uno o de ambos integumentos del ovulo. Estos tres componentes (embrión, endosperma, cubierta seminal) forman, en conjunto, lo que se conoce como semilla. En algunas especies, como los cítricos, se observa otro componente adicional que es la nucela, formada por restos del tejido ovular y de la cual se origina el perisperma como tejido de reserva. (Herrera y Alizaga, et al., 2006)

En muchas especies el endosperma (tejido triploide) es donde se almacenan las reservas nutritivas y energéticas que servirán para la germinación. En el caso de los cereales, el endosperma constituye el tejido de mayor tamaño de la semilla y se encuentra rodeado por una única cubierta de células vivas, conocida como la capa de aleurona. En estas semillas el embrión consta del eje embrionario, de un único cotiledón que contiene las primeras hojas verdaderas y del escutelo. En otras especies, como la mayoría de las leguminosas, el endosperma es un tejido efímero, que almacena reservas en forma temporal hasta la formación del embrión, que las absorbe. En este tipo de semillas los tejidos de almacenamiento son los cotiledones. El uso de mutantes ha demostrado que el crecimiento de la cubierta de la semilla es

independiente del crecimiento del embrión. Está cubierta tiene una gran importancia en el desarrollo del embrión, ya que modula la concentración y la composición de los azúcares que se almacenan en la vacuola endospermica, por lo que tiene implicaciones importantes en la regulación del tamaño de la semilla (Herrera y Alizaga, et al., 2006).

2.7.1 Semillas ortodoxas

Las semillas ortodoxas son aquellas que adquieren la tolerancia a la desecación durante su desarrollo y pueden llegar a alcanzar contenidos de agua inferiores al 15 por ciento y aun así retener su viabilidad por periodos predecibles de tiempo. Semillas de especies como el café y la papaya, pueden llegar a tolerar potenciales hídricos entre -50 y -70 MPa (Herrera y Alizaga, et al., 2006).

Conforme el contenido de agua de las semillas disminuye, la interacción entre el agua y los solutos se torna cada vez más fuerte, presentando las características de una solución concentrada. En este momento todavía es posible la síntesis de proteínas y ácidos nucleicos así como una baja tasa de respiración, pero no el crecimiento celular y la germinación. Con una disminución mayor del contenido de agua, la solución presente esta tan concentrada que adquiere una consistencia viscosa y las propiedades de una sustancia vidriosa. Bajo estas condiciones solo pueden ocurrir eventos catabólicos muy lentamente. Finalmente, en aquellas semillas con contenido de agua muy bajo, el agua remanente está estrechamente unido a las superficies macromoleculares, con una movilidad muy reducida. Estas semillas se caracterizan por presentar, en el estado seco, una actividad metabólica extremadamente reducida, evitando daños causados por moléculas tóxicas, en particular especies reactivas de oxígeno (Herrera y Alizaga, et al., 2006).

2.7.2 Semillas recalcitrantes

El termino recalcitrante fue, para definir aquellas semillas incapaces de sobrevivir luego de una deshidratación completa; a diferencia de aquellas que si podían lograrlo (semillas ortodoxas). Originalmente, el término recalcitrante se refería a semillas de vida

media muy corta, la cual no se incrementaba con la deshidratación. Muchas de las semillas de las regiones tropicales y subtropicales, como el cacao (*Theobroma cacao L.*); el aguacate (*Persea americana Mill.*); los cítricos (*Citrus spp.*) y el mango (*Mangifera indica L.*) pertenecen a este grupo. Las semillas recalcitrantes son más comunes en las regiones tropicales húmedas, debido a que muchas han evolucionado en ambientes donde no existe una estacionalidad marcada, que justifique la presencia de un mecanismo de sobrevivencia (Herrera y Alizaga, et al., 2006).

Cuando las semillas recalcitrantes se desprenden de la planta madre, presentan un contenido de agua que varía entre 0,4 y 4,0 g de agua/g peso seco y están altamente vacuoladas. Durante las etapas iniciales del desarrollo, muchas de estas semillas no toleran disminuciones en el potencial hídrico por debajo de -2 MPa y una deshidratación conlleva a daños mecánicos. Al final de la base de maduración, los embriones de estas semillas presentan un límite máximo de tolerancia a la desecación de -12 MPa. Un caso particular lo constituye *Avicennia*, cuyo embrión no soporta potenciales hídricos por debajo de -5 MPa. Este alto contenido de agua tiene por consecuencia que estas semillas tengan un metabolismo activo, con reservas compuestas principalmente por azúcares solubles y una tasa respiratoria alta. Esta última genera peróxido de hidrógeno (H_2O_2), una sustancia altamente tóxica, que de permanecer en la semilla, destruiría las membranas y células del embrión. Debido a ello, las semillas recalcitrantes presentan altos contenidos de antioxidantes. Se ha observado una alta actividad de dos enzimas detoxificantes: la ascorbato reductasa (AFR) y la ascorbato peroxidasa (ASC) que, junto con las catalasas, eliminan el H_2O_2 formado. La presencia de estas enzimas no se observa en las semillas ortodoxas, ya que por su bajo contenido de agua, su metabolismo está notablemente reducido (Herrera y Alizaga, et al., 2006).

Se ha sugerido que la pérdida de viabilidad de las semillas recalcitrantes está asociada con una disminución en la actividad de los agentes antioxidantes. Bajo el término de recalcitrante se agrupan aquellas semillas que presentan una alta variabilidad entre especies, e inclusive dentro de una misma especie, y que, al momento de desprenderse

de la planta madre, tienen contenidos variables de agua. También muestran un amplio espectro de comportamiento, que va desde semillas mínimamente recalcitrantes con una larga vida y bastante tolerantes a la desecación, a semillas muy susceptibles a la deshidratación. La velocidad de deshidratación tiene un efecto importante sobre la viabilidad posterior de las semillas recalcitrantes. Consideran que para estas semillas una lenta deshidratación afectaría las membranas y otras estructuras, ya que la presencia de contenidos intermedios de agua favorecería la formación de sustancias tóxicas, como los radicales de oxígeno, y el establecimiento del proceso de deterioro. Por el contrario, una rápida deshidratación permite tener un contenido interno de agua más bajo, preservando las membranas y el núcleo (Herrera y Alizaga, et al., 2006).

2.7.3 Prueba de la semilla.

La mayoría de los laboratorios de reclinación de la semilla probarán la semilla para la pureza, el contenido de humedad, y el por ciento de germinación. Desafortunadamente, los laboratorios de la semilla no pueden dar una idea exacta de cómo las semillas se desempeñarán bajo condiciones de campo diversas. Divulgan solamente que las semillas germinarán bien bajo condiciones ideales. Los laboratorios de prueba utilizan generalmente las pruebas de la toalla de papel, que proveen continuamente a la semilla condiciones de humedad óptimas. (Copeland y McDonald, 1997).

Las semillas entonces se colocan en un compartimiento de temperatura controlada para la germinación en grado óptimo de la especie en particular. Así, los resultados de la prueba de germinación pueden ser muy engañosos para un productor de trasplante cuando las plántulas se hacen crecer bajo condiciones ambientales extremas.

2.7.4 Vigor de la semilla

El vigor se puede definir como la capacidad de una semilla de germinar rápidamente y de producir una planta de semillero normal bajo una amplia gama de condiciones. El vigor de la semilla es algo que no se puede considerar germinación. (Basra, 1995).

Una prueba del vigor puede medir solamente una fase de crecimiento temprano de la planta de semillero. Los productores de plántulas deben probar, ya que el expediente de germinación condiciona una porción para determinar la uniformidad de la semilla y la aparición total bajo esas condiciones diversas. Esto, en la mayoría de los casos, da una buena indicación del vigor potencial solo de esa porción de la semilla.

Existen varias pruebas que son utilizadas por las empresas de semillas para medir el vigor en el lote de semillas. Varios ejemplos de las pruebas de detección de semillas buscan incluir el vigor, ya sea fresco y/o caliente la germinación, pruebas de estrés, la homogeneidad y la tasa de protrusión de la radícula, la medición de la protrusión de la radícula, la medición de crecimiento de la radícula durante un cierto período de tiempo, la conductividad de los lixiviados de semillas, el envejecimiento acelerado, varios del crecimiento de plántulas, tales como pruebas de longitud de raíz y altura de plántulas, y más recientemente, una técnica desarrollada por la empresa de semillas de bolas utilizando análisis de imágenes de expansión del cotiledón. (Copeland y McDonald, 1997).

El vigor de las pruebas es a menudo utilizado por la empresa de semillas para determinar los lotes de semillas que son más fuertes y en algunos casos, predecir el tiempo que un lote de semillas se almacenará.

El uso de la más alta calidad de las semillas (la más alta energía) ayudará a asegurar un rápido, uniforme y óptima de la cosecha que está siendo cultivado. Esto se traduce en mayores beneficios para los productores de transplante. Semillas de alta energía pueden mejorar la tasa de germinación y uniformidad, la uniformidad de germinación, y la tasa de crecimiento de plántulas, especialmente en lo que se traduce en el crecimiento de las plantas bajo condiciones menos que óptimas.

Con frecuencia, la viabilidad de las semillas (capacidad para germinar) y el vigor de las semillas están directamente relacionados. Tanto la viabilidad y vigor disminuyen con el tiempo. Generalmente, comienza a disminuir el vigor antes de que el productor observe una disminución de la viabilidad. (Basra, 1995).

Esto significa que un lote de semillas que germina de manera uniforme en un 90% pueden verse adversamente afectados por las condiciones ambientales cada vez más estresantes. Si un productor utilizara este lote de semillas más tarde en las plantaciones el vigor puede haber disminuido. En este caso, el lote de semillas pueden germinar bien (90%) en condiciones de garantizar, pero el lote de semillas no puede ser muy uniforme en su patrón de germinación.

2.7.5 Almacenamiento de las semillas

El proceso de envejecimiento natural se produce durante el almacenamiento, pero puede ser artificialmente acelerado por altas temperaturas y alta humedad relativa durante el almacenamiento. (McDonald y Stanwood, 1989).

El óptimo de humedad de semillas durante el almacenamiento para muchas especies de cultivo se encuentra en un rango de 5% a 8%. Si el contenido de humedad cae por debajo del 5%, sobre todo, la vitalidad se puede disminuir junto con el vigor. Este proceso es irreversible. Cuando la humedad de las semillas supera el 12%, varios insectos y hongos pueden crecer y reproducirse en y sobre la semilla.

En este nivel de humedad el envejecimiento se acelera debido a los procesos de la fase dos comenzará la imbibición pero la división y elongación celular no puede ocurrir. Así, las condiciones de almacenamiento son de importancia primordial para mantener la viabilidad de las semillas y el vigor, procesos que pueden entonces relacionarse con la longevidad de las semillas. Buenas condiciones térmicas de almacenamiento es de entre 5 y 10°C, a = 40% al 50% de humedad relativa para la mayoría de las semillas. Si la humedad relativa puede ser controlada al 30%, la longevidad de las semillas se puede mejorar aún más.

En resumen, se recomienda que el contenedor de almacenamiento de la semilla se encuentre en una habitación con aire acondicionado o en una zona con baja humedad relativa y luego, cuando sea necesario, mover las semillas en el área de trasplante.

La germinación debe ser verificada rutinariamente para las semillas que se almacenan por períodos de 6 meses o más. (Agarwal y Sinclair, 1997).

2.7.6 Agentes patógenos de semillas y mejora

Se recomienda que se utilicen semillas que han sido tratadas con fungicidas diversos etiquetados para esas semillas. Además, la película de revestimiento de aglomerados garantizará condiciones de seguridad para el operador de trasplante mediante la reducción química de polvo en la atmósfera. (Copeland y McDonald, 1997).

La optimización de la germinación de la semilla es el paso más importante para ayudar a asegurar los ingresos económicos en la operación de trasplante. La germinación es importante y exige que al final esté también la uniformidad de emergencia que garantizará una alta calidad de cultivo. El uso de semillas de alta calidad ayudará a optimizar estos procesos. (Styer y Koranski, 1997).

2.8 Proceso de la germinación

La germinación, en un amplio sentido, es la reactivación del crecimiento activo del embrión, generalmente después de un estado de reposo. (Bewley y Black, 1994). Esto da lugar a la fractura de la cubierta de la semilla y a la aparición de una plántula. El fisiólogo de la semilla puede medir la aparición de la radícula. El tecnólogo de la semilla mide la germinación solamente después que se observa una planta normal, es decir raíz y el lanzamiento que sean normales en aspecto.

La germinación de las semillas sigue una secuencia de eventos específicos que incluye: imbibición del agua, la activación de la enzima, la iniciación del crecimiento del embrión, la ruptura de la capa de la semilla, y la aparición de la plántula en el semillero. (Kigel y Galili, 1995).

La imbibición, o movimiento del agua en la semilla, primero ocurre como movimiento físico en las aberturas naturales de la cubierta de la semilla. El agua generalmente se

mueve en todas las semillas y tejidos, y se denomina la fase pasiva. (Bewley y Black, 1994).

El índice y el volumen total de movimiento del agua dependen de la cubierta de la semilla, composición de la semilla, y el grado de temperatura. Las semillas tales como la soya, que contienen proteína como el principal componente de almacenaje, alcanzarán un volumen final más grande que las semillas que contienen una gran cantidad de almidón, como en el maíz. Después del movimiento inicial del agua en la semilla, sigue una fase de retraso, donde la respiración comienza y la tasa de imbibición se reduce. (Taylorson, 1989).

Esta fase es regulada por las características físicas de la semilla y los procesos metabólicos que se activan en la semilla. Esto se relaciona más con una fase activa de absorción de agua porque representa crecimiento activo de la planta de semillero. El agua hace que las células en la semilla lleguen a ser túrgidas, la semilla entera agranda en volumen, y la cubierta de la semilla llega a ser más permeable a los gases tales como el oxígeno y dióxido de carbono. (Kigel y Galili, 1995).

Mientras que la semilla se hincha, la cubierta de la semilla se rompe, facilitando el movimiento del agua y del gas. Generalmente, el contenido de humedad en la semilla seca es del 5% al 8%. El contenido de agua imbibida por la semilla se elevará rápidamente sobre el 60% al 80%. El eje embrionario tendrá que lograr un mayor contenido de agua; el 90% para el desarrollo de la radícula, mientras que, otras porciones de la semilla pueden todavía estar a menos del 50% de humedad después de 12 horas de imbibición. Esto es especialmente cierto en semillas almidonosas. Según lo mencionado previamente, hay tres etapas o fases de absorción de agua. La fase uno puede ser la más rápida, durando generalmente de 1 a 8 horas. (Bewley y Black, 1994).

La imbibición en la fase uno es similar en semillas muertas y vivas así como en las semillas activas e inactivas. Esta es la razón por la cual se llama pasiva. La fase dos o la fase de retraso pueden durar de varias horas a varios días; y más tiempo, si las semillas son inactivas. La fase dos concluye generalmente cuando la radícula resalta a

través de la cubierta de la semilla. Es durante la fase dos que ocurren los acontecimientos metabólicos principales que conducen a la terminación de la germinación. Las semillas inactivas permanecen en la fase dos en que los acontecimientos metabólicos incluyen la reorganización de la membrana, la activación de la enzima, la síntesis de proteína, el desglose del almacenaje, la síntesis del ARN, y el metabolismo del azúcar para la derivación de la energía (respiración). Muchas semillas inactivas, habrán elevado los niveles de la actividad respiratoria durante la fase dos, así como ciertos tipos de procesos sintéticos que ocurren. Sin embargo, dependiendo del tipo de inactividad, estas semillas no comienzan generalmente la división celular. La mayoría de las semillas obtenidas no entran a una fase de inactividad, aunque algunas procedentes de la semilla de flor, que poseen una cubierta de semilla dura pueden restringir la absorción de agua. La fase final, fase tres, es también un período de absorción de agua rápida. Esto se relaciona generalmente con la división celular y expansión de la célula, saliente de la radícula, y eventual alargamiento y saliente del hipocotilo de la cubierta de la semilla. Esto marca el final de la germinación y el principio del crecimiento de la plántula de semillero.

2.9 Factores que afectan a la germinación

2.9.1 Factores endógenos

2.9.1.1 Incapacidad para germinar

Cuando se colocan semillas bajo condiciones favorables para la germinación y estas no lo hacen, se dice que presentan una condición de latencia.

En general, bajo este término se agrupan dos grandes categorías de semillas: la primera la conforman aquellas en donde los tegumentos impiden que el embrión pueda germinar. La extracción del embrión permite su crecimiento inmediato. Esta categoría se conoce como inhibición tegumentaria de la germinación. La segunda integra aquellas semillas en donde el embrión el que presenta la inhibición; a un que este órgano se separe de las estructuras de la semilla no podrá realizar el proceso de germinación. Se habla entonces de latencia embrionaria (Herrera y Alizaga, et al., 2006).

2.9.1.2 Semillas con inhibición tegumentaria

La germinación de semilla con este tipo de inhibición germinativa está determinada por la reacción entre el crecimiento potencial del embrión y las restricciones impuestas por la cubierta de la semilla o, en el caso de muchos cereales, por el endosperma. Las semillas no endospermicas, como muchas dicotiledóneas, solo, presentan una delgada capa de endosperma, por lo que es la testa la responsable de la inhibición tegumentaria. Se ha observado mutantes que presentan alteraciones específicamente en la testa pero sin afectar la viabilidad del embrión, tardan menos en germinar (Herrera y Alizaga, et al., 2006).

2.9.1.3 Semillas con latencia embrionaria

La incapacidad del embrión para germinar no es un estado cualitativo, sino una característica cuantitativa de las semillas, de tal forma que en el lote de semillas que presentan latencia, estas podrían germinar inicialmente, aun en la condición de latencia, pero en un ámbito estrecho de condiciones ambientales. Una vez eliminado la latencia, dichas semillas serán capaces de germinar en un espectro mucho más amplio de condiciones. La latencia se establece durante la maduración de la semilla (Herrera y Alizaga, et al., 2006)

2.9.2 Factores externos

El tiempo para la germinación y sus varias fases dependen de muchos factores, como la disponibilidad de humedad, la composición de los medios (sustratos), la aireación, la temperatura, y a veces la luz cuando sea necesario. Bajo condiciones de alta o baja temperatura, los procesos de la fase dos serían muy retrasados. Así, las semillas que se han plantado en medios húmedos se deben mantener cerca de su temperatura óptima de la germinación. Esta temperatura proporcionará más rápido y generalmente la mayoría de la aparición uniforme de plantas de semillero. Los cultivadores del trasplante deben también entender que las varias semillas responden diferentemente a las condiciones ambientales antes dichas, y que la calidad y el vigor de la semilla en sí

mismo predispondrán la planta de semillero a su tasa de crecimiento óptima. (McDonald y Nelson, 1986).

Las cosas tales como el tamaño de la semilla, la composición de la semilla, del tamaño del embrión, y de la permeabilidad de la cubierta de la semilla (para intercambio de agua y gas) todas influyen el índice de imbibición en la fase uno y la cantidad de tiempo en que la semilla permanece en la fase dos. Generalmente, la fase uno es afectada más por la disponibilidad de agua y características heredadas de la semilla que el ambiente que le rodea.

2.9.2.1 Humedad

Para los productores de plantas de trasplante, es generalmente más fácil mantener niveles adecuados de humedad en la bandeja del trasplante o en el campo del trasplante, que controlar la temperatura. Los productores de plántulas mojan sus semillas inmediatamente después del establecimiento. Esto compensa problemas de mantener las semillas en bandejas o en condiciones de campo en donde las condiciones de humedad del suelo son variables, y así, iniciando la germinación en la población de la semilla en diversas horas. Si las semillas no se mojan inmediatamente después del establecimiento, ciertas semillas en una población se pueden predisponer a los niveles de la humedad que iniciarán las primeras etapas de la germinación. Así, cuando mojan a toda la población, pueden llevar al establecimiento variable del soporte. (Styer y Koranski, 1997).

La mayoría de las semillas de hortalizas germinan mejor en la capacidad de campo. Algunas semillas germinan mejor bajo condiciones secas. Estas condiciones significan realmente humedad alta, pero la humedad no excesiva. La humedad excesiva puede llevar a las condiciones anaerobias, especialmente cuando los medios y los tipos del suelo son absolutamente densos. Las condiciones de demasiada humedad pueden reducir la germinación y hacer las semillas más sensibles a las temperaturas altas. Así, humedad, temperatura, e intercambio del gas se correlacionan íntimamente uno con el otro.

2.9.2.2 Temperatura

La temperatura es extremadamente difícil de controlar, especialmente en plantaciones en campo abierto. En cultivo de plántulas de invernadero, la germinación puede ser controlada mejor colocando las bandejas de trasplante en un cuarto controlado para poder mantener la temperatura óptima. El periodo de tiempo en el cuarto de germinación debe durar no más que a la iniciación de la radícula.

Un paso limitante en la germinación puede ocurrir en cualquier momento si las temperaturas están abajo o sobre el grado óptimo para la germinación de cualquier semilla en particular. (Copeland y McDonald, 1997).

Esta inhibición de la germinación dura solo mientras las semillas estén excesivamente en la alta temperatura para la germinación. Así, cuando la temperatura se reduce hacia el grado óptimo, las semillas inician generalmente la germinación. Muchas veces, las temperaturas reducidas de la noche no son suficientemente largas en una temperatura adecuada para permitir que la germinación ocurra. Desafortunadamente, debido a varios factores incluyendo la calidad de la semilla (vigor), la disponibilidad de la humedad, y la variabilidad en temperatura dentro de una bandeja, el productor del trasplante puede encontrar de nuevo que las porciones de la semilla pueden variar grandemente en su capacidad de aparición. (Styer y Koranski, 1997).

2.9.2.3 Aireación

La aireación adecuada es otro factor que se debe considerar para asegurar un grado óptimo y germinación uniforme. Los productores que trasplantan utilizan cuartos de germinación con control de temperatura; sin considerar a menudo este factor al intentar establecer la aparición uniforme y los procedimientos del amontonamiento o apilado que permiten la aireación en el nivel de la semilla en cada uno de las bandejas. Los materiales tales como la vermiculita gruesa, arena, perlita, granos de la espuma de poliestireno o arcilla calcinada se podrían utilizar para cubrir la semilla. Semillas más pequeñas no se deben plantar y cubrir tan profundamente como la semilla grande.

2.9.2.4 Luz.

Muchas de nuestras especies cultivadas no requieren la luz para la germinación. Sin embargo, para algunas especies (vinca, cyclamen, phlox, y lechuga), la luz es un requisito para la germinación. (Bradbeer, 1988).

En otras especies (lechuga, apio, impatiens y petunia), la luz puede inhibir realmente la extensión y el crecimiento de la radícula, produciendo crecimiento no uniforme de la planta de semillero.

2.10 Sustratos en general.

El término *sustrato* se aplica en horticultura a todo material sólido, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, distinto del suelo *in situ*, que colocado, en un contenedor en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para las plantas (Abad, 1991).

El sustrato puede intervenir (material químicamente activo) o no (material inerte) en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta. Los sustratos se usan en los sistemas de cultivo sin suelo, entendiendo como tales a aquellos sistemas en los que la planta desarrolla su sistema radical en un medio sólido y el cual está confinado en un espacio limitado y aislado del suelo. Los cultivos sin suelo se pueden clasificar en cultivos hidropónicos puros (en solución nutritiva con un sistema de oxigenación) y cultivos en sustratos (Urrestarazu, 2000).

Para el estudio de los sustratos es indispensable concebir a los sustratos en contenedor como un sistema formado por tres fases: a) Una fase sólida la cual asegura el anclaje del sistema radical y la estabilidad de la planta, b) Una fase líquida que asegure el suministro de agua y elementos nutritivos a la planta, y c) Una fase gaseosa que asegure el intercambio de oxígeno y bióxido de carbono entre las raíces y el medio externo (Sánchez, *et al.*, 2004).

Cualquier material orgánico, mineral o artificial puede ser empleado como sustrato, con la condición de que desempeñe las funciones expuestas anteriormente. El problema fundamental en los sustratos es asegurar la producción de biomasa de las partes aéreas con la ayuda de un volumen limitado de sistema radicular (Sánchez, *et al.*, 2004).

Durante los últimos años, la actividad agrícola se ha caracterizado por un marcado dinamismo científico y tecnológico, impulsado por la necesidad de mejorar los rendimientos y utilizar eficientemente los recursos disponibles. Unido a estos cambios tecnológicos, se ha producido una importante sustitución del cultivo tradicional en pleno suelo por el cultivo en sustratos. Las principales razones de esta sustitución han sido:

- La necesidad de transportar las plantas de un lugar a otro.
- La presencia cada vez mayor de factores limitantes para la continuidad de los cultivos intensivos en suelo natural, particularmente salinidad, enfermedades y agotamiento del recurso (Abad, 1993).

Adicionalmente, el desarrollo de la industria viverista y el auge de los cultivos sin suelo han generado una creciente necesidad de investigación en sustratos agrícolas que buscan satisfacer la demanda por plantas más precoces y productivas.

En la actualidad existen una gran cantidad de materiales que pueden ser utilizados para la elaboración de sustratos, y su elección dependerá de la especie vegetal a propagar, tipo de propágulo, época, sistema de propagación, precio, disponibilidad y características propias del sustrato (Hartmann y Kester, 1998).

2.10.1 Problemáticas de los sustratos.

2.10.1.1 Problemas de Concepto.

Uno de los problemas más importantes del cultivo de plantas en sustrato, es la existencia de un error conceptual en la mayor parte de los establecimientos comerciales, donde se prioriza el costo económico y la simplicidad de la mezcla (un único sustrato de crecimiento para un número excesivamente grande de especies), en lugar de intentar satisfacer los requerimientos de cada especie cultivada. Las razones

para que ello ocurra se encuentran en un desconocimiento de la respuesta a diferentes combinaciones de la mayor parte de las especies. (Di Benedetto, 2000).

En este sentido, se debe entender que las características de los sustratos deben ser diferentes en función de su finalidad. Distintas características deberían tener los sustratos destinados al enraizamiento de estacas o al crecimiento y desarrollo de diferentes especies vegetales. No obstante, se debe ir más allá, ya que se tiene constancia de que las propiedades de los sustratos inducen características diferenciales de las plantas que crecen en ellos. De esta forma, se pueden obtener Plantas, cuyo destino sea trasplantarlas a un terreno definitivo (como es el caso de plantas arbustivas), que sean más competitivas que otras plantas cultivadas en distintas condiciones (Pastor, 1999).

2.10.1.2 Problemas de Manejo

La propia experiencia dentro de los viveros que utilizan los sustratos como medio de cultivo, demuestran que el propio manejo del sustrato es una de las claves del éxito de la explotación. Es el correcto uso del sustrato, sobre todo respecto de la gestión del agua y el oxígeno, la que abre la puerta de una producción adecuada. Un buen sustrato puede comportarse de manera muy deficiente si no se maneja adecuadamente. Esto obliga a que el viverista deba conocer minuciosamente las características de los sustratos si se quiere optimizar su utilización (Pastor, 1999).

2.10.1.3 Problemas de Precio

El productor que ha decidido utilizar como medio de cultivo un sustrato agrícola debe decidir si lo compra listo para ser usado o si adquiere los materiales en forma separada para, posteriormente, preparar la mezcla más adecuada a sus necesidades. Muchas veces el desconocimiento de los pasos y materiales involucrados en la preparación de las mezclas de sustratos conducen al agricultor a tomar decisiones equivocadas (Nelson, 1998).

En consecuencia, el precio del sustrato ha de ser accesible y lo más económico posible. Como es lógico, el precio acostumbra ser elevado para aquellos materiales cuyos

centros de consumo se encuentran alejados de los puntos de extracción o fabricación (es el caso de las turberas). Esto ha abierto nuevas expectativas de materiales que hasta hace poco tiempo no eran considerados (Pastor, 1999).

2.10.1.4 Problemas de Reproductividad y Disponibilidad.

Actualmente, el suministro y homogeneidad de los sustratos es uno de los problemas más importantes desde el punto de vista práctico. Turbas, lanas de roca, perlita, vermiculita, fibra de coco, etc., presentan importantes diferencias, al nivel de suministro y calidad de los materiales, en cada uno de los diferentes centros de producción o fabricación (Abad, 1993).

En este sentido, el sustrato ha de estar disponible al viverista en cualquier época del año y ha de mantenerse una homogeneidad en la calidad del material a lo largo del tiempo. Es decir, no deben producirse variaciones significativas de las características del sustrato, ya que esto obligaría al viverista a modificar su manejo cada vez que recibe una nueva partida, lo que desde el punto de vista práctico y económico resulta poco operativo (Burés, 1997).

2.10.1.5 Problemas ambientales.

La mayor sensibilización social hacia el agotamiento de los recursos no renovables y la protección medio ambiental está afectando las mezclas de materiales que pueden formar parte de un sustrato agrícola (Lemaire, 1997).

Consecuentemente, cada día un mayor número de países está implementando fuertes restricciones a la extracción indiscriminada de materiales autóctonos como una forma de proteger sus ecosistemas (Carlite, 1999).

Junto a ello, gran parte de la investigación adicional en sustratos se dedica a estudiar el impacto ambiental asociado a su producción, como una forma de reducir el uso de pesticidas, sustancias nutritivas y surfactantes en las mezclas (Rivière y Caron, 2001).

En ese sentido, han ido apareciendo en el mercado materiales “ecológicamente correctos”, como los procedentes del reciclaje de subproductos que son a la vez biodegradables o reciclables (Burés, 1997).

Los nuevos tiempos están haciendo que todos estos materiales alternativos estén siendo cada vez más atractivos para poder ser incluidos en la dinámica productiva de las explotaciones, tanto solos (si sus características lo permiten), como mezclados con materiales tradicionales. Es aquí donde la investigación juega un papel importante a la hora de estudiar y ensayar las mezclas adecuadas, establecer la necesidad de biotransformar los distintos materiales, y evaluar el impacto social y ambiental que la producción de estos materiales trae consigo (Pastor, 1999).

La utilización de este tipo de materiales ofrece dos ventajas fundamentales:

- Las materias primas o los materiales utilizados en la fabricación de los sustratos tienen un costo alternativo menor que algunos materiales tradicionales. Esto ocurre como consecuencia de la naturaleza de los componentes, puesto que en una gran mayoría se constituyen por materiales de origen autóctonos, de gran disponibilidad y bajo costo (Rainbow y Wilson, 1998).
- Desde el punto de vista ecológico y económico, la biotransformación resulta ser uno de los métodos más favorables para el tratamiento de una gran cantidad de residuos orgánicos.

Esto debido a que integra y da una finalidad productiva a materiales secundarios de otros procesos productivos (incluso industriales) que de otra manera hubiese acabado acumulándose en pilas gigantescas sin ninguna otra utilización (Pastor, 1999).

2.10.1.6 Problemas de Investigación.

Actualmente, el conocimiento base de los sustratos provenientes de antiguos trabajos de sustratos y ciencias del suelo, resulta en algunos casos insatisfactorio.

Adicionalmente, las nuevas metodologías propuestas para su reemplazo aún no han sido completamente probadas o estandarizadas, motivo por el cual no se han considerado como un conocimiento de referencia. Por este motivo, parte de la investigación debe dirigirse a incrementar la consistencia de los resultados analíticos y elaborar protocolos que faciliten su interpretación (Riviére y Caron, 2001).

2.11 Vermicompost

Para atender la creciente demanda de alimentos, se ha establecido como alternativa el manejo de sistemas de producción sustentables, que, además de promover prácticas que preservan los recursos naturales y la biodiversidad, permitan hacer un uso eficiente y adecuado de los residuos que se derivan directa o indirectamente del sector agropecuario, así como de los desechos que se originan de diversas actividades realizadas por el hombre (Humpert, 2000).

En el mismo sentido, la gran cantidad de residuos que se generan a nivel mundial, y ante la demanda de un mundo sano, debido a los altos índices de contaminación que se reflejan sobre diversas regiones, existe la necesidad de buscar alternativas que beneficien directamente a los sistemas de producción a partir de los materiales biodegradables (Atiyeh *etal.*, 2000).

En la actualidad, muchos productores, grandes y pequeños, quienes tradicionalmente han utilizado la aplicación de fertilizantes sintéticos para promover el desarrollo de sus cultivos, están modificando esta práctica por diversas razones, entre las cuales se incluyen la restricción en el uso de pesticidas, la demanda de alimentos de alta calidad, la creciente preocupación por la degradación del recurso suelo, las presiones del público sobre los aspectos ambientales, el ahorro y el incremento de las ganancias. Por otra parte, y debido a que las reglamentaciones para la aplicación, y disposición del estiércol se han vuelto cada vez más rigurosas, en los últimos años ha crecido el interés por utilizar las lombrices de tierra como un sistema ecológicamente seguro para manejar el estiércol, ya que diversos estudios han demostrado la capacidad de algunas lombrices para utilizar una amplia gama de residuos orgánicos, estiércol, residuos de cultivos, desechos industriales, aguas negras, etc. (Humpert, 2000)..

Durante el proceso de alimentación, las lombrices consumen los residuos, aceleran la descomposición de la materia orgánica, modifican las propiedades físicas y químicas de los residuos consumidos, produciendo el compostaje, a través del cual la materia orgánica inestable es oxidada y estabilizada (Atiyeh *etal.*, 2000).

La acción de las lombrices en el proceso de compostaje es de tipo físico/mecánico y bioquímico. Los procesos físicos o mecánicos incluyen: aireación, mezclado, y la molienda del sustrato. El proceso bioquímico es realizado por la descomposición microbiana del sustrato en el intestino de las lombrices. El vermicomposteo provoca la bioconversión de los desechos en dos productos de utilidad: la biomasa de la lombriz y el vermicompost (Ndegwa y Thompson, 2000).

Los residuos orgánicos procesados por la lombriz de tierra, frecuentemente denominados vermicompost, son de tamaño fino, como los materiales tipo "peatmoss", con alta porosidad y por ende aireación y drenaje y, a su vez, una alta capacidad de retención de agua. El vermicompost, comparado con la materia prima que lo genera, tiene reducidas cantidades de sales solubles, mayor capacidad de intercambio catiónico, y un elevado contenido de ácidos húmicos totales. Debido a estas características, los residuos orgánicos procesados con lombrices tienen un potencial comercial muy grande en la industria hortícola como medio de crecimiento para los almácigos y las plantas (Ndegwa y Thompson, 2000).

El vermicompost, por sus características físicas, químicas y biológicas, se ha utilizado como fertilizante orgánico con efectos favorables sobre el desarrollo de los cultivos hortícolas y las plantas ornamentales en invernaderos.

En apoyo a los sistemas de producción sustentables, resulta de vital importancia aprovechar la capacidad de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida* Sav.) para adaptarse y reproducirse fuera de su hábitat natural, así como para descomponer diversos residuos orgánicos y convertirlos en vermicompost, el cual posee un alto contenido de elementos nutritivos fácilmente asimilables por las plantas, tales como N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, etc., además contiene sustancias biológicamente activas tales como reguladores de crecimiento vegetal. Los elementos nutritivos que contiene el vermicompost provienen del proceso de fragmentación y descomposición de la materia orgánica por lombrices, bacterias y hongos microscópicos. Estos organismos digieren

los complejos orgánicos reduciéndolos a formas simples, de tal manera que pueden ser asimilados por las plantas (García, 1996).

En estudios realizados sobre vermicompost originado a partir de pulpa de café (*Coffea arabica* L.), se determinó un incremento en la concentración de minerales (N, Ca, Mg, Na, K, y P) y una disminución en el contenido de materia orgánica, lo que favorece la transformación de N orgánico a N mineral facilitando así su asimilación por las plantas. Por otra parte, se ha señalado que el vermicompost afecta favorablemente la germinación de las semillas y el desarrollo de las plantas. Además, aumenta notablemente la altura de las especies vegetales en comparación con otros ejemplares de la misma edad. Así mismo, durante el trasplante previene enfermedades y lesiones por cambios bruscos de temperatura y humedad; este material se puede usar sin inconvenientes en estado puro y se encuentra libre de nematodos. Su pH neutro lo hace sumamente confiable para ser aplicado a especies sensibles (Atiyeh *et al*, 2000).

A partir del año 2000, en la Universidad Estatal de Ohio, EE.UU., se implementó un programa de investigación sobre vermicompost, en el cual se han desarrollado experimentos para evaluar el efecto de diferentes tipos de vermicompost sobre la germinación, crecimiento, floración y fructificación de varias especies hortícolas y ornamentales (pepino (*Cucumis sativus* L.), tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), petunias (*Petunia grandiflora* L.), maravillas (*Calendula officinalis* L.), crisantemos (*Chrysanthemum sinense* L.)) concluyéndose que las mejores respuestas de estas especies se presentan cuando se sustituye del 10 al 20% del volumen total del medio de crecimiento comercial con los diferentes tipos de vermicompost. Los antecedentes establecidos permiten suponer que la producción de diversas especies vegetales, bajo condiciones de invernadero, tradicionalmente supeditada al uso de fertilizantes sintéticos aplicados a través de soluciones nutritivas, se puede llevar a cabo con la aplicación de sustratos de origen orgánico, como el vermicompost, pudiéndose reducir el uso de los fertilizantes sintéticos (Atiyeh *et al*, 2000).

2.12 Arena.

En edafología se conoce como arena la fracción granulométrica de tamaño situado entre 0,02 y 2 mm, diferenciado entre arena fina (0,02-0,2 mm) y arena gruesa (0,2-2). Las arenas suelen provenir de canteras o bien de ríos. Las canteras son más homogéneas y están formados por granos angulosos de aristas vivas, mientras que las de río suelen tener los granos más redondeados. Las arenas, si se utilizan como tales, deben estar exentas de arcilla. La composición de la arena depende del material original, tratándose generalmente de materiales silíceos con un contenido en SiO_2 superior al 50% en peso (Asorena, 1994).

Las propiedades físicas de la arena, por ser un material granular sin porosidad interna, dependen básicamente de la granulometría. A menos que los tamaños de partículas sean iguales (materiales de una misma fracción granulométrica), la arena tiende a empacarse, es decir, que las partículas finas llenan los espacios entre las partículas gruesas, compactando el material y reduciendo la aireación. Su densidad aparente es elevada, del orden de 1350 a 1500 kg de materia seca por m^3 . Su porosidad es inferior al 50%, tratándose exclusivamente de porosidad interparticular. Al contrario de lo que se suele creer, cuando se mezcla la arena en bajas proporciones no mejora la aireación de los sustratos que tienen elevada retención de agua, al contrario, si se mezcla arena fina en un sustrato aumenta la capacidad de retención de agua puesto que reduce el tamaño de los poros interparticulares y aumenta la mojabilidad del sustrato. (Asorena, 1994).

Las arenas retienen agua a distintas tenciones en función del tamaño de los poros, que depende a su vez del tamaño de partículas. Las arenas gruesas no son más porosas que las arenas finas, al contrario de lo que muchas veces se piensa: la porosidad depende sólo de cómo están empaquetadas las partículas (es decir, de la distribución relativa de tamaños) y no del tamaño de las mismas. Pueden tener un contenido variable de arcillas y limos, dificultando la infiltración del agua y haciendo necesario el

lavado previo a su uso. También pueden contener carbonatos lo que hace que su pH sea elevado (Asorena, 1994).

El peso presenta la principal limitación para su transporte: su elevada densidad aparente hace que no resulte económico el transporte por carretera a largas distancias. Las arenas se consideran parcialmente inertes desde el punto de vista químico, siendo su capacidad de intercambio catiónico muy baja.

Siempre que se especifiquen mezclas con arenas, debe especificarse la granulometría, puesto que por ser materiales finos, sus propiedades de retención de agua pueden variar considerablemente con el tamaño de las partículas (Asorena, 1994).

2.13 Aserrín.

Se recomienda usar aserrín de abeto, pino mezclado con suelo en lugar de turba de musgo. Dado que el proceso de descomposición del aserrín es más lento, los autores sugieren añadir oxígeno en cantidades suficiente para favorecer su descomposición, además es necesario para la nutrición de las plantas (Hartmann y Kester, 1988).

La calidad de las plantas que se producen en vivero depende, entre otros factores, de la adecuada selección de los sustratos para la preparación de medios de crecimiento. Una mezcla adecuada debe tener propiedades físicas y químicas que permitan la disponibilidad oportuna de los nutrimentos y el agua (Burés, 1997).

El medio de crecimiento es uno de los factores que influye directamente en la calidad y costo de producción de las plantas en vivero, por ello se deben buscar opciones que reduzcan esos costos y garanticen la calidad de la planta (Burés, 1998).

Los jitomates pueden crecer exitosamente en un medio compuesto de aserrín, si se enriquece de manera adecuada con los nutrimentos esenciales. Actualmente en México se usa como sustrato principal, en la producción en contenedores rígidos, una mezcla de turba, agrolita y vermiculita (principalmente en proporciones de 60:30:10). Estos materiales son importados a altos costos, a pesar de que existen otros materiales que pueden ser útiles como sustratos y entre los que se encuentran el aserrín y la corteza de pino. El aserrín y la corteza son residuos del proceso de aserrío y pueden llegar a

ser un problema en la industria de la madera, debido a que ocupan mucho espacio en la línea de producción después del aserrío (Burés, 1997).

Estos materiales son más baratos (hasta 70% menos) que la turba, vermiculita y agrolita, y también tienen características apropiadas para reducir la actividad de hongos fitopatógenos y mejorar la porosidad. La corteza aumenta su capacidad de intercambio catiónico cuando está composteada. El aserrín de pino puede presentar algunos problemas de fitotoxicidad cuando se usa crudo, pero el problema se corrige con el lavado del mismo o con el proceso de descomposición. Cada mezcla utilizada en la producción de planta forestal tiene propiedades de densidad, porosidad, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico y pH que le proporcionan características distintas de desarrollo y crecimiento a la planta (Burés, 1997).

2.14 Compost

El compost es el producto de un proceso de descomposición de materiales orgánicos con los que se elabora una mezcla de residuos de cosecha, estiércoles y una proporción de suelo fértil la cual aporta la población de microorganismos, que trabajan en un ambiente aeróbico, bajo cierta temperatura (50-56°C) y humedad. (Muñoz, 2003).

En la producción orgánica, los compost son aceptados dentro del proceso de producción, únicamente deben cumplir ciertos requisitos como, mantener la temperatura entre 55 y 77°C por tres días y que la relación C:N sea entre 25:1 y 40:1 (NOP, 2004).

Debido a la actual escasez de estiércol en algunas zonas ha promovido la utilización de otros compuestos orgánicos. Entre ellos, los más conocidos son: los residuos de las cosechas, rastrojos, cañas de maíz, residuos de patata, partes vegetales de la remolacha, entre otros (Quintero, 2000).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera se encuentra ubicada al suroeste del estado de Coahuila y al noroeste del estado de Durango, localizándose entre los meridianos 101° 40´ y 104° 45´ longitud oeste del meridiano de Greenwich y los paralelos 24° 10´ y 26° 45´ de latitud norte, teniendo además una altura promedio de 1,100 metros sobre el nivel del mar (Santibáñez, 1992).

3.2 Clima de la Comarca Lagunera.

La CNA (2002) define el clima de la Comarca Lagunera de tipo desértico con escasa humedad atmosférica, precipitación promedio entre 200 y 300 mm anuales en la mayor parte de la región, y de 400 a 500 mm en las zonas montañosas al oeste, con una evaporación anual promedio de 2600 mm. Una temperatura anual de 20° C, en los meses de Noviembre a Marzo la temperatura media mensual varía de 13.6° y 9.4° C. La humedad relativa varía en el año, en primavera tiene un valor promedio de 30.1 %, en otoño de 49.3% finalmente en Invierno un 43.1%.

3.3 Localización del experimento

El presente trabajo se llevó a cabo en el invernadero No. 3 del departamento de Horticultura de la (UAAAN-UL), ubicada en Ejido San Antonio de los Bravos, periférico y carretera a Santa Fe Torreón, Coahuila, México. La colecta de semilla fue en mayo del 2011, es procedente de árboles de mezquite chileno con edad de 9 años, los cuales se localizan en la Colonia de Torreón jardín del municipio Torreón Coahuila. Y son propiedad de la Lic. Rocío García quien donó amablemente la semilla.

3.4 Diseño experimental utilizado

El diseño utilizado fue completamente al azar con cinco tratamientos y cada uno con tres repeticiones, se estableció el 15 de Noviembre del 2011. Los tratamientos son los siguientes:

- 1) T1= Aserrín
- 2) T2= Vermicompost
- 3) T3= Peatmoss
- 4) T4= Arena
- 5) T5= Tierra más hojarasca

En cada repeticiónse utilizaron 20 semillas, las cuales fueron colocadas de unicel con 200 cavidades en cuyo interior se encontraba cada material utilizado como sustrato.

La utilización o evaluación de diferentes sustratos, fue con el fin de obtener nacencia en el menor tiempo posible así como un buen porcentaje de nacencia de plantulitas.

3.5 Las variables que se evaluaron son:

Días transcurridos a la nacencia después de la siembra del mezquite. Después de ser establecidas las semillas se obtuvo contando día con día para así ver cuál de los tratamientos emergía en menos días y cuál era el más tardado en emerger.

Por ciento de semillas emergidas por cada sustrato. Esta variable se obtuvo contando las semillas emergidas por cada repetición y así tener un porcentaje de semillas emergidas por tratamiento.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Días transcurridos de la siembra a la nacencia

Se puede observar en la (figura #1), existe diferencia significativa entre los sustratos. Se puede observar que el mejor sustrato fue el Peatmoss T3, con un total de 6 días a emerger en base a los otros sustratos y Tierra más hojarasca T5, fue el más tardado en días a emerger con un total de 8.7, que se observa según se describe en la figura. (Muños, 2003) la tierra más hojarasca para que tenga un buen resultado, en la emergencia es necesario que pase por un buen proceso de descomposición, ya que sin ello no se obtienen buenos resultados.

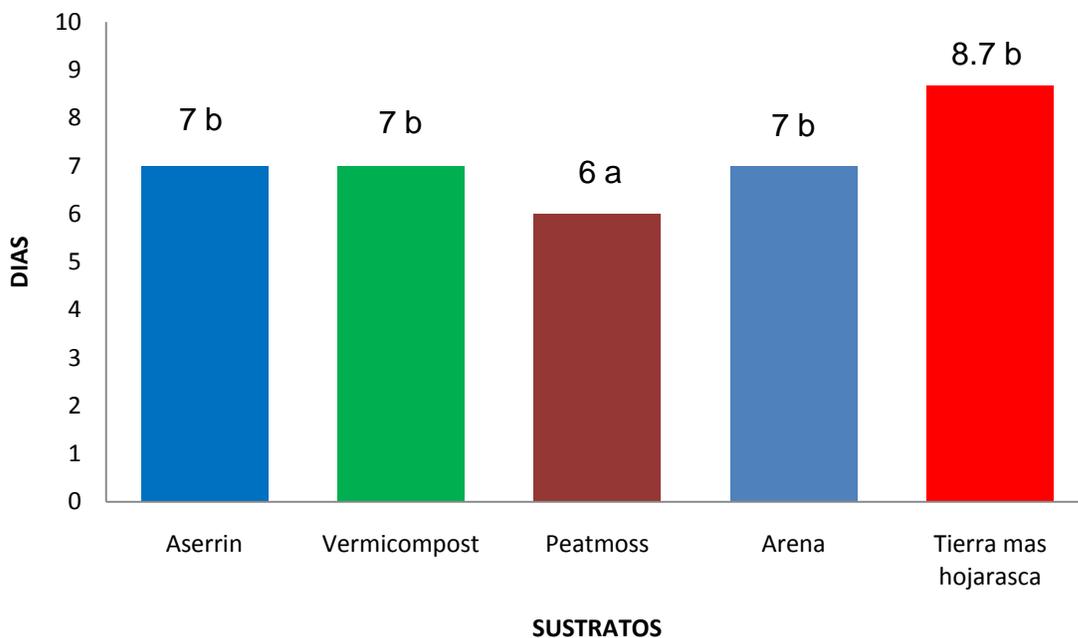


Figura #1. Efecto del tipo de sustrato sobre el número de días transcurridos entre la siembra y la nacencia, en el mezquite chileno. UAAAN-UL.2012.

4.2 Porciento de semillas emergidas.

De acuerdo al análisis de varianza con respecto al porciento de semillas emergidas por tratamiento, (figura # 2), existe diferencia significativa, en donde los tratamientos que son la Vermicompost (T2) y Peatmoss (T3), son iguales entre sí, a su vez los tratamientos Peatmoss (T3) y Aserrín (T1) son iguales entre si y los tratamientos Aserrín(T1), Arena (T4) y Tierra más hojarasca (T5) son iguales, sobresalen la Vermicompost y el Peatmoss por tener los porcentajes de nacencia másaltos, en base a los demás sustratos.

Se puede observar en la figura # 2, el sustrato de Vermicompost (T2), es el que obtuvo mejor número de semillas emergidas que es 73.3% lo que equivale a 44 semillas emergidas.

Respectivamente resultadomenor número de semillas emergidas, el sustrato de tierra más hojarasca (T5) con un 48.3% lo que equivale a 29 semillas. Las semillas de mezquite chileno se desarrollan favorablemente en el sustrato de vermicompost.

(Atiyeh *etal.*, 2000).Vermicompost afecta favorablemente la germinación de las semillas y el desarrollo de las plantas. Además, aumenta notablemente la altura de las especies vegetales en comparación con otros ejemplares de la misma edad. Así mismo, durante el trasplante previene enfermedades y lesiones por cambios bruscos de temperatura y humedad; este material se puede usar sin inconvenientes en estado puro y se encuentra libre de nematodos. Su pH neutro lo hace sumamente confiable para ser aplicado a especies sensibles.

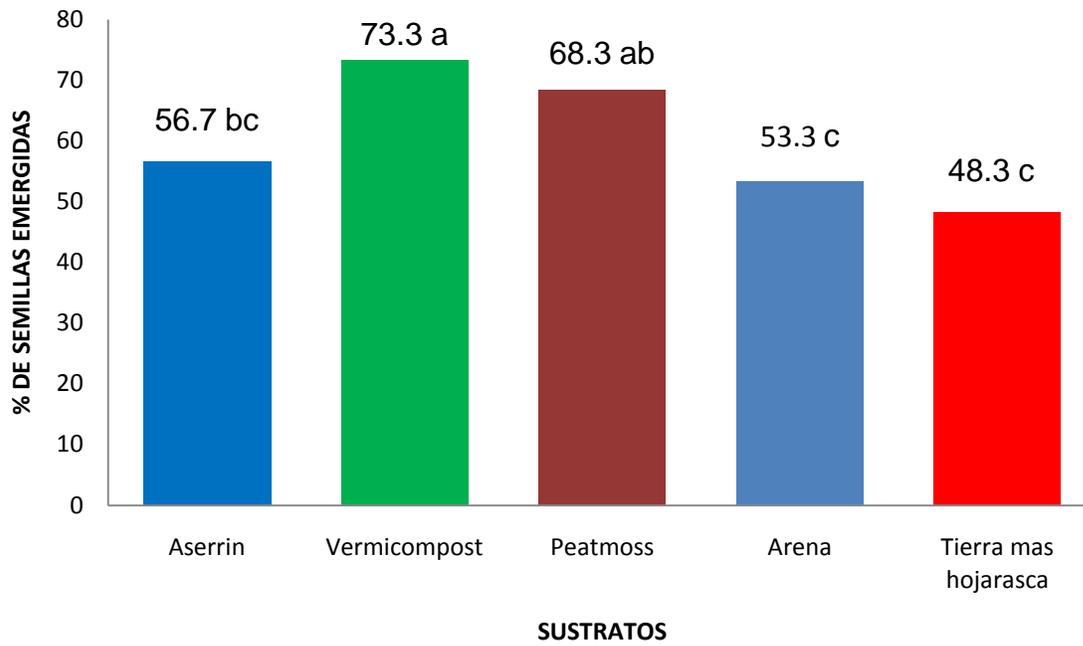


Figura #2. Efecto del tipo de sustrato sobre el porcentaje de naciencia de semillas de mezquite chileno. UAAAN-UL.2012.

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados se puede concluir que:

Precocidad en días

El mejor tratamiento en esta variable fue el Peatmoss (T3) con un total de 6 días transcurridos de la siembra a la nacencia en base a los otros sustratos y el más tardado fue el de Tierra más hojarasca (T5) con un total de 8.7 días.

Porcentaje de nacencia

Para esta variable el mejor tratamiento fue el de Vermicompost (T2) con 7 días y 73.3% de nacencia de mezquite chileno juntamente con el de Peatmoss (T3), con 6 días y 68.3%, en adquirir un mayor porcentaje de nacencia en menos días en base a los otros sustratos.

VI. BIBLIOGRAFIA

Abad M, 1991. Los sustratos hortícolas y las técnicas de cultivo sin suelo. *In*: L. Rallo y F. Nuez (Eds.). La Horticultura Española en la CE pp. 270-280. Ediciones de Horticultura S.L., Reus (Tarragona).

Adab, M., Martínez H, M.D., Martínez G, P.F. y Martínez C, J. (1992). Evaluación agronómica de los sustratos de cultivo. I jornada de los sustratos. Actas de horticultura, II, 141-54. SECH.

Abad, M. 1993. Sustratos. Características y propiedades. pp. 47-62. *In*: Cultivo sin suelo. F. Canovas y J. Díaz. (ed). Instituto de Estudios Almerienses. FIAPA.

Abad, M. y Noguera, P. 1998. Sustratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación. *In*: Fertirrigación. Cultivos Hortícolas y Ornamentales. C. Cadahia (Coord.). Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, pp. 287-342.

Agarwal, V. K. and J. B. Sinclair. 1997. Principles of seed pathology. 2nd. ed. CRC Press, Boca Raton, Fla.

Alvarez, J., A. Del Campo, and F. Sancho. 2001. Research and technologic development of composting processes and its application in the agriculture and forestry sectors. *Bioprocessing of Solid Waste&Sludge* 1:1-7. Available at.

Asorena M., J. 1994 .Sustratos Propiedades y caracterización, mundi-prensa, Madrid, ISBN84-7114-481-6. 172 pp.

Ansorena, J., Gojenola, A. (1994) calidad de los sustratos comerciales. Horticultura.

Atiyeh, R.M., N. Arancon, C.A. Edwards, and J.D. Metzger. 2000. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes *Bioresour. Technol.* 75:175-180.

Atiyeh, R.M., S. Subler, C.A. Edwards, G. Bachman, J.D. Metzger, and W. Shuster. 2000. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiologia* 44:579-590.

Atiyeh, R.M., C.A. Edwards, S. Subler, and J.D. Metzger. 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. *Bioresour. Technol.* 78:11-20.

Bansal, S., and K.K. Kapoor. 2000. Vermicomposting of crop residues and cattle dung with *Eiseniafoetida*. *Bioresour. Technol.* 73:95-98.

Basra, A. S. 1995. Seed quality: Basic mechanisms and agricultural implications. Food Products Press, New York.

Blanc D., 1987. Les Cultures Hors Sol. 2éme éd. Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Paris, 409 pp.

Bonner F, T. 1993. Análisis de semillas forestales. Traducido por Dante Arturo Rodriguez Trejo. Serie de Apoyo Académico No. 47. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. México.

Beresford-jones, D. G. 2004. Pre-Hispanic Prosopis-Human relationships on the south coast of Peru: Riparian Forest in the context of environmental and cultural trajectories of the lower Ica Valley.

Besnier R., 1989. Semillas, biología y tecnología. Mundi-Presa. España.

Bewley, J. and M. Black. 1994. Seeds: Physiology of development and germination. 2nd ed. Plenum Press, New York.

Burés, S., 1997. Sustratos. Ediciones Agrotécnicas, Madrid, España 342 pp.

Burés, S. 1998. Introducción a los sustratos. Aspectos Generales. En: Tecnología de sustratos. Aplicación a la producción viverística, ornamental, hortícola y forestal. Narciso Pastor Sáez. Coordinador. Ediciones de la Universidad de Lleida. p19.

Bures, S. 1999. Sustratos. Ediciones Agrotécnicas S.L. Madrid. 220 p.

Burkart, A. 1952. Las leguminosas, Argentinas, silvestres y cultivadas. 2ed. Ed. ACME. Buenos Aires, Argentina.

Bradbeer, J. W. 1988. Seed dormancy and germination. Chapman and Hall, New York.

Brailovsky, H. C. Mayorga, G. Ortega L. y E. Barrera. 1995. Estados ninfales de los coreidos del valle de Tehuacán, Puebla, México (Hemiptera-Heteroptera). II. Especies asociadas a huizaches (*acacia* spp.) y mezquiteras (*Prosopis* spp.): *Mozenalunata*, *Pachylishector*, *Saviusjurgiosusjurgiosus* y *Thasus gigas*. Anales Inst. biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser.

Cantú A, C. 1989. Datos sobre la entomofauna espermatófaga de *Prosopis leavigata* (Humb. y Bonpl. ex Willd.) Jonst. y *Prosopis glandulosa* Var. *torreyana* (L. Benson) M. C. Jonst. En nuevo león, con especial referencia en su impacto en la producción de semillas. Simposio agroforestal en México: sistemas y métodos de uso múltiple del suelo, linares, N. L.

Carlite, W. 1999. The effects of the environment lobby on the selection and use of growing media. *Acta Horticulturae*. 481. 587-596.

Cervantes, R. M., 2003. Plantas de Importancia Económica en zonas Áridas y Semiáridas de México. Temas selectos de Geografía de México. I. Textos Monográficos. 5 Economía. Instituto de Geografía, UNAM. 153 p.

Comisión Nacional del Agua (CNA). 2002. Gerencia regional. Cuencas Centrales del Norte, Subgerencia Regional Técnica y Administrativa del Agua. Torreón, Coahuila, 67 pp.

Combe, J. 1989. Curso de técnicas de vivero y plantaciones. Centro Agronómico tropical y enseñanza. Área de producción forestal Agroforestal para América Tropical. INFORAT. No. acceso 10994.

Copeland, L. and M. B. McDonald. 1997. Principles of seed science and technology. 3rd ed. Chapman and Hall, New York.

De Ataide S., M. 1988. Taxonomi and distribution of the genus *Prosopis* L. In: M. A. Habit (ed.). The current state of knowledge on *Prosopis juliflora*.

De la Torre, A., R., F. M. Cota. T., J. L. García R., J. E. Campos y F. San Martín. 2009. Etiología de la muerte descendente del mezquite (*Prosopis laevigata*.) en la reserva de la biosfera del valle de Zapotitlán, México. *Agrociencia* 43:197-208.

Díaz, M. 1954. El género *Prosopis* "Algarrobos" En América Latina y El Caribe. Distribución biológica, usos y manejo. CONCYTEC-FAO.

Di Benedetto, A., Molinari, J., Boschi, R., Klaasman, R. y Benedicto, D. 2000. Adaptación de cuatro especies florales anuales a diferentes substratos de crecimiento. *Agrosur*, 28(2): 69-76.

El-Sherbiny, A. A. 2011. Phytoparasitic nematodes associated with ornamental shrubs, trees and palms in Saudi Arabia, including new host records. *Pak. J. Nematol.* 29: 147-164.

Felker W.H. 1977. Medical botany. John Wiley y sons, New York.

Felker, P. 1979. Mesquite. An all-purpose leguminous arid land tree. In: G.A Ritchie (ed.). *New agricultural crops*. AAAS. Selected Symposium No. 38. p. 89-132.

Felker, P. 1996. Commercializing mesquite, leucaena and cactus in Texas. In: J. Janick (ed.). *Progress in new crops. Proceedings of the Third National Symposium New Crops: New Opportunities, New Technologies*. ASHS Press, Alexandria, VA. p: 133-137.

Flores M., J.C. y S.A. Ortega R. 2000. Manejo de poblaciones, proceso de carbonización y plantaciones de mezquite. En: Memoria Digital. Reunión de avances y resultados del proyecto nacional de mezquite del INIFAP. Documento de circulación interna. INIFAP. México.

Flores F., J. L y R. I. Yeaton H. 2000. La importancia de la competencia en la organización de las comunidades vegetales en el Altiplano Mexicano: pp. 365-371.

Flores F., J. D. 2011. Diagnostico fitosanitario de las poblaciones de mezquite en los municipios de Cuatrociénegas y San Pedro de las Colonias, Coahuila.

Ffolliott P. F. y J. L. Thames. 1983. Manual sobre taxonomía de *Prosopis* en México, Perú y Chile. FAO. Roma. 41 P.

García, P. R. E.; 1996. La lombricultura y el vermicompost en México. En: Agricultura orgánica: Una opción sustentable para el agro mexicano. Editor Ruíz F. J.F. Universidad Autónoma de Chapingo.

George R. A. T. 1989. Producción de semillas hortícolas. Primera edición, mundi prensa, Madrid, España.

Gómez L., F., J. Signoret P. y M. del C. Abuin M. 1970. Mezquites y huizaches: algunos aspectos de la economía y taxonomía de los géneros *Prosopis* y *Acacia* en México. Instituto mexicano de recursos naturales renovables. México, D. F. 192 p.

Hartmann, H. y D. Kester. 1988. Propagación de Plantas. México D. F. Compañía editorial continental, S. A. de C. V. 760 p.

Hartmann T., H. y Kester, D.E. 1998. propagación de plantas. principios y prácticas. cecsa. 2 da edición. México.

Hartmann, H. y Kester, D. 2002. Plantpropagation. Principles and practices. Prentice Hall. New Jersey. 880 p.

Herrera J. Alizaga R. Guevara E. y Giménez V. 2006. Germinación y crecimiento de la planta. Edición aprobada por la comisión editorial de la universidad de Costa Rica.

Humpert P., C. 2000. New trends in sustainable farming build compost use. BioCycle. 41:30-35.

Johnson, C. D. 1983. Handbook on seed insects of *Prosopis* species.

Karlin U, R. Coirini, L. Catalan, C. Zapata., 1997. "*Prosopischilensis*". ARGENTINA FAO RLC AGROFORESTERIA ARBOLES EN ZONAS ARIDAS.

Kigel, J. and G. Galili. 1995. Seed development and germination. Marcel Dekker, New York.

Landis. T. D. 1990. Containers: Types and functions. In: T.D. Ladis; R. W. Tinus; S. E. MacDonald; J. P. Barnett, J. P. (eds). The container tree nursery manual Volume 2. Agric. Handbook. 647. Washington, DC: U. S. Department of Agriculture.

Lemaire, F. 1997. The problem of biostability in organic substrates. *Acta Horticulturae*, 450: 63-69.

Martínez B., A. E., A. B. Villa S., C. Nieto de Pascual P. y C. E. González V. 1994. Semillas forestales. Publicación especial No. 2. Centro de investigación disciplinaria en conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales, INIFAP. Coyoacán, D. F., México.

Medina, C. And L. Cardemil. 1993. "*Prosopischilensis* is a plant highly tolerant to heat Shock". *Pl. Cell Environm*, 16:305–310

Meza S., R. 2009. Guía para la colecta y beneficio para la semilla de mezquite. Folleto para productores No. 2. Centro de investigación Regional Noroeste. Campo experimental todos los santos INIFAP. La Paz, Baja California Sur. 32 p.

Muñoz V., J. A., H. Macías R. y M. A. Velásquez V. 2009. Fertilización orgánica de hortalizas: uso de compost para la fertilización orgánica del chile (*capsicum annum* L.). En Reyes J., I. (Ed). Tecnología de producción de chile para deshidratar. Memoria. Cuarto día demostrativo. Nazas, Durango. pp 26-28.

Muñoz, J. J. 2003. El cultivo del tomate en invernadero. P. 226-262. En: J.J. Muñoz Ramos y J. Z. Castellanos (eds.) Manual de producción hortícola en invernadero. INCAPA. México.

McDonald, Jr., M. and C. J. Nelson. 1986. Physiology of seed deterioration. Crop Sci. Soc. Amer. Publ. 11.

McDonald, M. and P. Stanwood. 1989. Seed moisture. Crop Sci. Soc. Amer. Publ. 14.

Nájera C., A. 2011. Protección de Plántulas forestales contra ataque de lagoformos y roedores. SEMARNAT-CONAFOR-CONACYT.

Nelson, P. 1998. Greenhouse operation and management. Prentice Hall, New Jersey. 637 p.

NOP, 2004. The national organic program. USDA-USA.

Ndegwa, P.M., and S.A. Thompson. 2000. Effects of C-to-N ratio on vermicomposting of biosolids. Bioresour. Technol. 75:7-12.

Organización de las naciones unidas para la alimentación y agricultura (FAO). 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales. Estudio 20/2. FAO/MONTES, DANIDA. Copilado por Willan R. L. Roma, Italia.

Organización de las naciones unidas para la alimentación y agricultura (FAO). 2000. Las especies del genero Prosopis (algarrobos) de América latina con especial énfasis en aquellas de interés económico. Copilado por Galera F. M. Córdoba, Argentina.

Or, K. y D Ward. 2003. Three-way interactions between Acacia. Large mammalian and bruchidbeetles-a review. African Journal of Ecology 41: 257-265.

Pacheco, O. P, E. Pérez G. y V. M. Morales S. 2011. Monografía y plan de manejo forestal del mezquite. Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas.

Pastor, J. 1999. Utilización de sustratos en viveros. *Terra*, 17(3):231-235.

Peretti A. 1994. En "Influencia de fungicidas sobre la calidad de la semilla de *Prosopischilensis* (Mol.)St. y su eficiencia en el control de los hongos asociados a la Misma". Actas del 2° Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Misiones. Argentina. Por. Conles et al 1997.

Pérez G., F. y Martínez-Laborde, J.B. (1994). "Introducción a la Fisiología Vegeta" Ediciones Mundi-Prensa.

Quintero S. R. 2000. El cultivo del aguacate orgánico en México. Curso internacional para inspectores orgánicos IFOAM/BIOAGRICOOOP. Volumen I. Ex Hacienda Caracha, Uruapan, Michoacán, México. Abril del 2000. Instituto Politécnico Nacional, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Centro de Investigación y Desarrollo en Agricultura Orgánica de Michoacán, CIECAS, Fundación Produce Michoacán y SAGAR

Rainbow, A and Wilson, N. 1998. The transformation of composted organic residues into effective growing media. *Acta Horticulturae*, 469: 79-95.

Ríos C, J. C. Trucíos, R. Valenzuela N, L. M. Sosa P, G. Rosales S, R. 2011. Importancia de las poblaciones de mezquite en el norte-centro de México. Folleto Técnico No. 08. INIFAP CENID-RASPA. Gómez Palacio, Durango.

Riviere, L. and Caron, J. 2001. Research in substrates: state of the art and need for the coming 10 years. *Acta Horticulturae*, 548: 29-37.

Rubio A., R. Narváez F. J. Jiménez C. 2001. Comparación de ocho tratamientos para la elaboración de composta a base de aserrín y estiércol. *In: Memorias del V Congreso Mexicano de Recursos Forestales*. Universidad de Guadalajara, CUCBA. SOMEREF. Guadalajara, Jalisco. Pp.395-396. y algunas propiedades físicas en la corteza de pino (*P.insignis*). I reunión científica sobre aprovechamiento agrícola y forestal de residuos industriales de carácter orgánico.

Rzedowski, J. 1988. Analisis de la distribución espacial del complejo *Prosopis* (Leguminosae, mimosoidae) en Norteamérica. Acta botánica mexicana. Septiembre. Numero 003 Instituto de ecología A.C. Pátzcuaro, México.

Salvo B. 1986. "Estudio de la floración y desarrollo de los frutos de algarrobo (*P. chilensis*)". Tesis U. De Chile. Chile 78p.

Salvo B.; C.Botti;M. Pinto. 1988. "Flower Induction and Diferentiation in *Prosopischilensis* (Mol) Stuntz and their relationship with alternate fruit bearing". The Current State of Knowledge on *Prosopisjuliflora*; FAO (pag 269–276).

Sánchez, H., L. Cardemil, M.Pinto. 1989. "Respuesta Fisiologica y Genética a estrés Por altas temperaturas en ecotipos de *Prosopischilensis*, Algarrobo". Facultad de Cs. Biológicas. Universidad de Chile.

Sánchez R., F.J., A. Moreno R., J.L. Puente M. y J. Araiza Ch. 2004. "Selección de sustratos para la producción de hortalizas en invernadero". En: IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción (2004; Torreón, Coah.) Memorias. México: UG, pp. 44-53.

Santibáñez, E., 1992. La Comarca Lagunera, ensayo monográfico. Primera edición. Tipográfica Reza. S. A. Torreón, Coahuila, México. P. 14.

Serra M. T. 1997. "*Prosopischilensis*" CHILE. FAO ricagroforesteria árboles en zonas áridas.

Silbert, M. S. 1988. Mezquite pod utilization for livestock feed: An economic development alternative in central México. M. S. Thesis. School of Renewable Natural Resources.The University of Arizona.Tucson, Arizona.

Solis G,. V y M. Gómez S. 2011. Inventario de las especies de muerdagos en la zona sur del estado de Querétaro.

Sherman-Huntoon, R. 1997. Earthworm castings as plant growth media. p. 1-3. *In* Clive Edwards and Edward Neusher (eds.). Earthworms in waste and environmental management. Available at.

Styer, R. C. and D. S. Koranski. 1997. Plug and transplant production. Ball Publishing, Batavia, 111.

Taylorson, R. 1989. Recent advances in the development and germination of seeds. Plenum Press, New York.

Trenchard, L. J., P. J. C. Harris, S. J. Smith and N. M. Pasiecznik. 2008. A review of the genus *Prosopis* (Leguminosae). Botanical of the linnean society.

Urrestarazu G. M. 2000. Bases y sistemas de los cultivos sin suelo. En: Manual de Cultivo sin Suelo. M. Urrestarazu (Ed.). Manuales Universidad de Almería, servicio de publicaciones. 51-94 pp.

Valenzuela N, L. M. Ríos S, J. C. Trucíos C, R. Flores H, A. López H, J. A. 2011. Lineamiento técnicos para el aprovechamiento del mezquite. Folleto Técnico No. 22. INFAP CENID RASPA. Gómez Palacio, Durango.

Verga, A. 1999. "*Prosopischilensis* del Chaco Arido: ¿Un origen en extinción?" Segundas jornadas Iberoamericanas sobre Diversidad Biológica- San Luis.

Verga, A., D. López L., C. López, M. Navall, J. Joseau, C. Gómes, O. Royo, W. Degano y M. Marcó. 2009. Caracterización morfológica de los algarrobos (*Prosopisspp.*) en las regiones fitogeográficas Chaqueña y Espinal norte de Argentina. Quebracho 17: pp. 31-40.

Villanueva, D. J., Jasso I, R., Gonzáles C., G., Sánchez, C., I., Potisek, T., C. 2004. El mezquite en la comarca Lagunera. Alternativa de producción integral para ecosistemas desérticos. Folleto científico No.14. INIFAP CENECID RASPA. Gómez Palacio, Durango.