

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ ANTONIO NARRO ”

DIVISIÓN DE AGRONOMIA



**EFFECTO DE LA CALIDAD DE PLANTA Y PREPARACIÓN DEL
SITIO EN LA SOBREVIVENCIA Y EL CRECIMIENTO EN UNA
PLANTACIÓN DE *Prosopis glandulosa* Torr**

Por:

GILBERTO LANDA CUEVAS

TESIS

**Presentada como requisito parcial para
obtener el título de**

INGENIERO FORESTAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Mayo del 2004

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMIA

**EFFECTO DE CALIDAD DE PLANTA Y PREPARACIÓN DEL SITIO
EN LA SOBREVIVENCIA Y EL CRECIMIENTO EN UNA
PLANTACIÓN DE *Prosopis glandulosa* Torr.**

Por:

GILBERTO LANDA CUEVAS

TESIS

Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador, como Requisito
Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO FORESTAL

Aprobada por el Comité de Tesis

Asesor Principal

M.C. José Armando Nájera Castro

Sinodal

Sinodal

M.C. Melchor García Valdez

Dr. Miguel Ángel Capó Arteaga

Coordinador de la División de Agronomía

M.C. Arnoldo Oyervidez García

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Mayo del 2004

DEDICATORIA

A DIOS

Este trabajo lo dedico a Dios por haberme permitido vivir y darme la oportunidad de realizar un sueño más en la vida.

A MIS PADRES

Sr. Gilberto Landa Mendoza

Sra. Catalina Cuevas Ceja

Por ser las personas a quienes más amo, admiro y respeto y quiero con toda el alma, por sus bendiciones, esfuerzos y por sus palabras de aliento, pues sin ustedes esta meta hoy no seria realidad.

Mil gracias por sus noches de desvelo, por sus preocupaciones y por sus sabios consejos; hoy esos sacrificios hechos para que yo saliera adelante no fueron en vano.

Gracias por darme la vida.... estoy orgulloso de ser su hijo.

A MIS HERMANOS

Merida

Armindá

Guadalupe

Teresa

Edgardo

Armando

Enrique

Dagoberto

Con amor y respeto por su ayuda incondicional y desinteresada, por sus grandes consejos, por haberse privado de muchas cosas que les correspondía por brindármelas a mi. Mil gracias.

A MI SOBRINOS

Por que este humilde trabajo les sirva de estímulo para superarse en la vida.

A MI ALMA MATER

Por darme la oportunidad de alcanzar una de mis principales metas, terminar una carrera profesional.

A MIS COMPAÑEROS

De la generación XCVI de la carrera de ingeniero forestal con quienes he compartido tristezas y alegrías que nos ha dado la vida y como respuesta a su confianza les dedico este trabajo y los invito a superarse cada día mas.

AGRADECIMIENTO

A DIOS

Por convertirse en el cómplice de mi formación profesional y por ser el artífice principal en todas y cada unas de las etapas del presente trabajo y de mi vida.

A MI FAMILIA

Por alentarme a seguir adelante en busca de mis propósitos y por ser ellos la fuerza que me mueve en mi camino.

A LA FAMILIA RAMÍREZ MARTINEZ

Por su gran amistad que me brindaron, durante mi estancia en Saltillo.

A MI ALMA MATER

Por darme refugio en su seno, gozando de todos sus bienes que nos proporciona para llegar a la culminación, que es para mi como todo un profesionista.

AL M.C. JOSÉ ARMANDO NÁJERA CASTRO

Por darme la oportunidad de desarrollar el presente trabajo bajo su asesoría, además por la disponibilidad de su tiempo para la revisión de este trabajo, por su confianza y su amistad.

AL M.C. MELCHOR GARCÍA VALDEZ

Por la disponibilidad de su tiempo por sus grandes aportaciones de observaciones y comentarios en este trabajo.

AI DR. MIGUEL ÁNGEL CAPÓ ARTEGA

Por su valiosa sugerencia para mejorar este trabajo. Gracias por la amistad y contribuciones a mi desarrollo profesional.

A DOS GRANDES PERSONAS

Sr. Cristóbal Rangel Hernández y el Ing. Eliseo Jarrillo Mendoza por su gran amistad y ayuda en la toma de datos de campo.

A MIS COMPAÑEROS DE LA GENERACIÓN XCVI INGENIERO FORESTAL

Rafael, Roberto S, Olga, Pedro, Eliseo, Abel, José Tomas, Marcos, Roberto M, Juan, Nayeli, Jorge Luis, Modesto, Valentín, Gilberto, Álvaro, Librado, Manuel, por la amistad que me brindaron, y por los grandes momentos que pasamos como estudiantes.

A MIS AMIGOS

Rafa, Abid, Iván, Roberto, Olga, Dominga, Loreli, Yadira, Lusvia, Tere, Ángel, Jesús, Daniel, Eliseo, Pedro, a todos ellos por ser personas que siempre me brindaron su amistad y apoyo incondicional.

A MI NOVIA

Yanci Anilu Guzmán Roblero por su amor confianza y cariño y apoyo incondicional que siempre me brindó y por todos los momentos bonitos que hemos vivido.

RESUMEN

Debido a la problemática de técnicas de manejo y aprovechamiento del mezquite y a la necesidad de cuidar y proteger los recursos se evaluó la sobrevivencia y el crecimiento del mezquite *Prosopis glandulosa* Torr. bajo los tratamientos de preparación del sitio para cosecha de agua y tratamiento de tipo de planta; el experimento se estableció en el mes de septiembre del 2003 en el ejido El Mezquite; dicho predio se localiza a 88 km al Sur de la ciudad de Saltillo, estando el acceso por la carretera federal 54 que conduce a Zacatecas, hasta el entronque al poblado San Juan del Retiro (70 km) tomando una desviación de tercercía que te lleva a dicho ejido. El diseño experimental utilizado fue el completamente al azar con 11 tratamientos, 4 para preparación del sitio y 7 para tipo de planta y con tres repeticiones. A los 8 meses después de establecida la plantación se realizaron las evaluaciones de sobrevivencia y de los incrementos en altura y diámetro de la planta. Se realizaron análisis de varianza, con sus respectivas pruebas de comparación de medias comparación de medias de Tukey al alpha 0.05.

No se registro diferencia significativa en el parámetro de sobrevivencia respecto a los tratamientos de preparación del terreno y cosecha de agua, pero el que mayor porcentaje de sobrevivencia presentó fue el tratamiento 1 (plantación profunda) con 88.33%, y el de menor valor fue el tratamiento 3 (bordo y zanja corrida) con 70%. La sobrevivencia por tipo de planta mostró diferencias estadísticas significativas, y la prueba de comparación de medias de Tukey indicó que el mejor tratamiento fue el de altura de planta de 45 a 60 cm, con 96.49% de sobrevivencia y el peor tratamiento fue el 2 mostraron un comportamiento inconsistente, ya que aún cuando las plantas eran de un tamaño intermedio, fue el que arrojó el mayor porcentaje de plantas sepultadas, con un 36.5 %.

El parámetro crecimiento de brote de la planta mostró mayores resultados en el tratamiento 2 de preparación del sitio para cosecha de agua (zanjas individuales), con 7.1 cm, y de el peor tratamiento resultó ser el 1 (plantación profunda) con 3,5 cm. La longitud del brote en los tratamientos de tipo de planta no presentó diferencias estadísticas significativas,

El crecimiento en diámetro por tratamiento de tipo de planta mostró diferencias altamente significativas, resultando mayor en el tratamiento 6 (diámetro de 4mm) con 4.5 mm, seguido por el tratamiento 5 (longitud de raíz de 20 cm), con 3.5 mm. El peor tratamiento resultó el 7 (diámetro de 6 a 8 mm). Para preparación del sitio no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación, se recomienda realizar plantaciones de mezquite en áreas que presenten condiciones similares al área del estudio por medio de zanjas individuales o a cepa común con plantación profunda, utilizando plantas de mezquite con altura entre 45 y 60 cm y diámetro de tallo en el cuello, mínimo de 6 mm y producir planta en envases o contenedores que permitan obtener longitud de raíz mínima de 15 cm.

INDICE DE CONTENIDO

| | |
|--------------------------------------------------------------|------------|
| INDICE DE CUADROS | vi |
| INDICE DE FIGURAS | vii |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| Objetivos | 3 |
| Hipótesis | 3 |
| REVISION DE LITERATURA | 4 |
| Las plantaciones forestales | 4 |
| Importancia de las plantaciones. | 5 |
| Aspectos técnicos en el establecimiento de plantaciones..... | 5 |
| Preparación del terreno | 5 |
| Selección de la especie | 6 |
| Edad y tamaño de la planta | 7 |
| Época de plantación | 7 |
| Taxonomía del mezquite | 7 |
| Familia | 8 |
| Subfamilia | 8 |
| Género | 8 |
| Descripción de la especie | 9 |
| Nombres vulgares | 10 |
| Distribución geográfica | 10 |
| Relaciones Ecológicas | 11 |
| Relaciones climáticas | 11 |
| Temperatura | 11 |
| Precipitación | 12 |
| Características económicas | 12 |
| Valor como forraje | 12 |
| Importancia forestal | 14 |
| Valor industrial | 15 |

| | |
|---------------------------------------------------------------|-----------|
| Calidad de planta | 15 |
| Altura | 16 |
| Diámetro | 16 |
| Proporción tallo- raíz | 16 |
| Capacidad de crecimiento de la raíz | 17 |
| Micorrización | 17 |
| Índice de calidad de planta..... | 18 |
| | |
| Sistemas de preparación del sitio | 18 |
| Cepa común | 18 |
| Sistema Gradoni | 19 |
| Sistema Español | 20 |
| Sistema con arado de subsuelo | 20 |
| Sistema de zanja ciega | 21 |
| Sistema de zanja trinchera | 21 |
| | |
| MATERIALES Y MÉTODOS | 23 |
| | |
| Área de estudio | 23 |
| Localización geográfica | 23 |
| | |
| Caracterización del área de estudio | 23 |
| Geología | 23 |
| Fisiografía | 25 |
| Suelo | 25 |
| Hidrología | 26 |
| Clima | 27 |
| Vegetación | 27 |
| Fauna | 29 |
| | |
| Descripción del experimento | 30 |
| | |
| Tratamientos de preparación del suelo y cosecha de agua | 31 |
| Cepa común sin cajete y con plantación profunda | 31 |
| Zanja individual | 32 |
| Zanja continúa con borde lateral | 33 |
| Cepa dobles con bordes lateral en tres bolillo | 34 |

| | |
|---------------------------------------------|-----------|
| Tratamientos de calidad de planta | 35 |
| Procedimiento experimental | 36 |
| Plantación | 37 |
| Tratamiento de datos | 37 |
| Diseño del experimento | 38 |
| Análisis estadístico | 38 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 39 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 49 |
| LITERATURA CITADA | 51 |
| APÉNDICE | 56 |

INDICE DE CUADROS

| | Página |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Cuadro 1. Especies presentes en el predio en el tipo de vegetación mezquital | 27 |
| Cuadro 2. Especies presentes en el tipo de vegetación, matorral desértico rosetófilo..... | 28 |
| Cuadro 3. Especies de fauna silvestre que se localizan en la región donde está el predio..... | 30 |
| Cuadro 4. Las medidas de cada tratamiento en calidad de planta | 36 |
| Cuadro 5. Prueba de comparación de medias para el tratamiento de preparación del terreno y cosecha de agua. | 39 |
| Cuadro 6. Prueba de comparación de medias para los tratamientos de tipo de planta para el parámetro de sobrevivencia | 43 |
| Cuadro 7. Prueba de comparación de medias para los tratamientos de preparación del sitio en la variable de longitud del brote..... | 44 |
| Cuadro 8. Prueba de comparación de medias para el tratamiento de tipo de planta en la variable de longitud del brote..... | 45 |
| Cuadro 9. Prueba de comparación de medias para el tratamiento de preparación del sitio de la variable de crecimiento en diámetro | 46 |
| Cuadro 10. Prueba de comparación de medias para el tratamiento de tipo de planta en la variable de crecimiento en diámetro..... | 47 |

INDICE DE FIGURAS

| | Página |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Figura 1. Cepa común sin cajete y con plantación profunda (Tratamiento 1)..... | 32 |
| Figura 2. Zanja individual (Tratamiento 2) | 33 |
| Figura 3. Zanja continua con bordo lateral (Tratamiento 3) | 34 |
| Figura 4. Cepas dobles con bordo lateral en tres bolillo (Tratamiento 4)..... | 35 |
| Figura 5 Aspecto de la captación de agua en las zanjas y bordos (Tratamiento 3) | 40 |
| Figura 6 Aspecto de la captación y el flujo del agua entre zanja y zanja (Tratamiento 2)..... | 41 |
| Figura 7 Sobrevivencia en los tratamientos de tipo de planta | 42 |
| Figura 8 Longitud del brote para los tratamientos de preparación del sitio y cosecha de agua | 44 |
| Figura 9 Crecimiento en diámetro para los tratamientos de tipo de planta | 47 |

INTRODUCCIÓN

Los bosques, como tantos otros bienes que la naturaleza ha esparcido sobre nuestro mundo, necesitan la atención del hombre para desarrollar su energía productiva. En ellos como en cualquier otro recurso dependiente del suelo, la tierra es fructífera sólo para aquel quien lo cultiva, todo el secreto reside en cuidarla al mismo tiempo que se le hace producir. Por lo tanto, es necesario que el arte de saber cultivar los bosques, se de a conocer tan ampliamente como sea posible (Tasay, 1872).

En nuestro país en ecosistemas áridos y semiáridos del norte, se encuentran los recursos forestales especies no maderables, entre estos el mezquite *Prosopis glandulosa* Torr. que es una especie que se distribuye ampliamente en regiones del centro y norte de México; En los últimos años, se ha incrementado el uso y aprovechamiento del mezquite por número considerable de habitantes de las zonas marginadas que dependen de esta especie, así como por animales domésticos y fauna silvestre.

El hombre desde tiempos muy remotos ha extraído del árbol de mezquite la madera para construir sus viviendas, para uso como combustible y los frutos para alimentación. Las zonas arboladas fueron taladas para convertirlas en áreas de cultivo, alterando y modificando el suelo, hasta llegar a influir en la pérdida del factor biótico natural y acelerando el proceso que hoy conocemos como "desertificación" (Maldonado, 1978).

El aprovechamiento tradicional del mezquite (*Prosopis glandulosa*) ha carecido de tecnologías apropiadas y sustentables; la renovación del recurso es fundamental para lograr el aprovechamiento sostenible, así como el mantener las poblaciones de la especie en niveles de densidad óptimos. La incorporación de áreas

improductivas o deterioradas por malas prácticas de manejo permitirá aumentar las oportunidades de producción.

Unas de las alternativas más viables, para revertir el proceso de deterioro de la poblaciones naturales ha sido el establecimiento de plantaciones forestales con especies de calidad y de interés económico, las cuales debidamente manejada pueden a llegar a suministrar de manera sostenida productos diversos con altos rendimientos para satisfacer en gran medida la demanda nacional (Niembro, 1980).

Lo anterior hace necesario conocer el manejo ecológico de la vegetación tanto en conjunto como individualmente para poder determinar las prácticas de manejo más adecuadas para elevar la producción en estas áreas por lo que con el presente trabajo se pretende proporcionar la información técnica producto de la investigación sobre las técnicas de preparación de terreno, para favorecer el establecimiento de plantaciones y rápido desarrollo de plantas de mezquite la cual esta relacionada con las características morfológicas de la planta, lo que facilitará las plantaciones futuras.

OBJETIVOS

- Evaluar la sobrevivencia y crecimiento del Mezquite *Prosopis glandulosa* como respuesta a diversos tratamientos de preparación del suelo y a diferentes estructuras de captación de agua, en plantaciones.
- Evaluar la sobrevivencia con relación a diversas características de la planta, considerando altura, diámetro de tallo, y longitud de raíz

Hipótesis

Para la presente investigación se plantearon las siguientes hipótesis nulas.

Ho1: No existe diferencia en la sobrevivencia y el crecimiento del mezquite en plantaciones con diferentes tratamientos de preparación del suelo y captación de agua.

Ho2: No existen diferencias en la sobrevivencia en plantaciones de mezquite utilizando diferente tipos de planta.

REVISION DE LITERATURA

Las plantaciones forestales

Se puede definir a la plantación forestal como el cultivo forestal establecido artificialmente, ya sea por plantación de arbolitos o por siembra directa (Patiño y Vela, 1981).

Los incentivos que motivan las reforestaciones o forestaciones son por lo general de tipo económico y social; los económicos surgen directamente de las alteraciones existentes entre la oferta y la demanda. A medida que los recursos maderables disminuyen, el manejo técnico del bosque crea un incentivo, debido a que puede sostener una oferta continua de madera de bajo costo, mediante la regeneración rápida de los bosques que fueron talados (Blackeman, 1978).

El establecimiento de plantaciones requiere atención para la preparación del terreno, la selección de especies y plantas, el método de plantación y la época para plantar; la preparación del terreno tiene como fin acelerar el crecimiento inicial de las plantas y asegurar la sobrevivencia (SEP, 1982).

Las plantaciones forestales deben establecerse de acuerdo a las necesidades y objetivos planteados y como protección a nuestros recursos, ya que las demandas y consumos cada vez son mayores a nivel mundial; en algunas partes, por ejemplo en la India, el establecimiento de plantaciones forestales extensivas para la producción de leña y combustible es urgentemente necesaria (SEP, 1982).

En estudios realizados sobre el crecimiento de la población y el uso de energía (petróleo, gas, electricidad y leña) en comunidades urbanas y rurales, se

concluye que el déficit de leña para la producción de energía, está incrementándose y además está creando problemas de deforestación ilegal (Trivedi, 1986).

De las plantaciones industriales que se han establecido en México, poco se tiene para experiencia ya que las que se iniciaron con éxito, extraordinario por cierto, tuvieron que ser suspendidas por razones políticas. La referencia es concretamente a las plantaciones que la empresa FIBRACEL inició en el estado de San Luis Potosí en 1954, y la paraestatal fábrica de papel Tuxtepec en el estado de Oaxaca, en 1968 (Escárpita, 1989).

Importancia de las plantaciones

La creciente importancia de las plantaciones forestales, como medida para recuperación de ecosistemas, así como para la obtención de materias primas, de uso industrial y doméstico, los beneficios diversos que se generan con su creación, pone de manifiesto la relevancia ecológica, económica, social y política de su establecimiento y cuya implementación debe ser considerada como una acción de tipo prioritario, dentro de la actividad forestal (Rosas, 1989).

Aspectos técnicos en el establecimiento de plantaciones

Preparación del terreno

El planteamiento para la selección del tratamiento de preparación del terreno más adecuado requiere de ciertos conocimientos acerca de los factores ecológicos, fisiológicos, administrativos y sociales, ya que se busca las medidas encaminadas a asegurar una mayor sobrevivencia y un mayor crecimiento de la plantación (Daniel, 1982).

Selección de la especie

Los aspectos fundamentales que se recomienda tomar en cuenta para hacer una selección de especies, son los que a continuación se describen:

1. Las especies deben ser ecológicamente apropiadas para el sitio de la plantación.
2. El origen de la semilla debe corresponder a las características ecológicas del sitio.
3. Las especies deben ser adecuadas a los objetivos de manejo.
4. Es recomendable utilizar material genético mejorado.
5. Deben tomarse en cuenta las plagas y enfermedades conocidas en la región.
6. Los árboles plantados deben sobrevivir y crecer bien.

Si se cumplen todos estos requisitos, las posibilidades del éxito serán mayores, razón por la cual deben evaluarse cuidadosamente los datos disponibles, para cometer el menor número posible de errores. Respecto a la sobrevivencia y crecimiento, se requiere, con base a la información disponible, hacer predicciones a fin de reducir los costos al mínimo, en términos de árboles sobrevivientes y su crecimiento esperado. Estas expectativas pueden ser variables de un sitio a otro, debido a numerosas factores, y que puede obtenerse información al respecto a través de ensayos de especies y de procedencias (Vela, 1978).

Edad y tamaño de la planta

En plantaciones de coníferas, se utilizan plantas de un año de edad provenientes de almacigo, o de dos años, de los cuales uno lo pasaron en almacigo y otros en la sección de trasplantes a tierra. A esa edad las plantas poseen normalmente entre 15 a 25 cm. de altura y abundante sistema radicular, lo cual facilita a la planta poder establecerse en el sitio de la plantación (Rodríguez, 1989).

Época de plantación

La plantación debe realizarse en la época más favorable, y dentro de ésta, escoger los días húmedos y nublados. Las plantaciones de verano tienen el problema de que en esta época, los árboles se encuentran en pleno periodo vegetativo y los brotes requieren una gran cantidad de humedad para abastecer su transpiración. Sin embargo, en regiones donde la temporada normal de lluvias es en verano, si conviene plantar en este tiempo. Por otro lado, las plantaciones de invierno deben evitarse en lugares donde el invierno sea muy severo, debido al peligro a que se exponen las plantas, por acción de las heladas; pero en donde el invierno no sea muy frío, se pueden hacerse plantaciones con probabilidad de éxito (Macias, 1951).

Taxonomía del mezquite

Familia..... Fabaceae
Subfamilia..... Mimosoidae
Género.....Prosopis
Especie..... glandulosa.
Variedad.....glandulosa

Familia

La familia fabaceae está ampliamente distribuida, con más de 600 géneros y alrededor de 13 000 especies que se pueden localizar por todo el mundo. Comprende árboles, arbustos, hierbas y enredaderas, cuyas raíces a menudo presentan nódulos bacterianos que tienen la capacidad de fijar nitrógeno en el suelo (Payne, 1977).

Se caracteriza por tener hojas usualmente pinnadas o tripinnada, algunas palmeadas o simples con estipulas presentes, las hojas son reducidas por glándulas, lo que hace que frecuentemente al madurar las hojas caen lejos, presenta flores bisexuales bilateralmente simétricas y tiene el fruto en una vaina y se rompen en forma de cruz entre la semilla, al madurar tiene una pequeña cantidad de endosperma duro (Benson, 1957).

Subfamilia

La subfamilia mimosoidea comprende árboles, arbustos y muy raramente hierbas, sus hojas son compuestas, pinnadas y bipinnadas. Sus flores son hermafroditas, pequeñas y dispuestas en espigas o capítulos densos, son actinomorfitas con 5 sépalos y 5 Pétalos libres; los estambres generalmente son 10 ó más, dispuestos en forma radial. El gineceo es unicarpelar y el fruto es invariablemente una vaina (Payne, 1977).

Genero

El género *Prosopis* comprende árboles o arbustos espinosos con hojas bipinnadas, provistas generalmente de un par de espinas. Las flores se

encuentran agrupadas en inflorescencia en formas de espigas. Son sumamente pequeñas y producen un aroma y néctar agradables, indispensables para la polinización que es zoofila: son bisexuales, actinomorfas, el cáliz es acampanado. Los estambres son 10, salientes y las antenas son biloculares, con dehiscencia por ranura longitudinal y, con una pequeña glandulilla esférica en el ápice que es tempranamente caediza; el pistilo tiene forma de urna y el estilo cilindro, el ovario es súpero, unilocular, unicarpelar, de placentación parietal y el estigma es cóncavo (Sánchez, 1978).

La vaina es alargada, recta y algunas veces curvas o espiraladas indehiscente y contiene varias semillas (Gómez, 1970).

Hojas pinnadas doblemente compuestas, glándulas presentes; 1 pinna por diversos pares, hojillas de 4 a 30 por pinna, usualmente lineal y liso; flores en espigas usualmente amarillento o blanco cremoso, sépalos juntos sobre la cima de la copa floral; 5 pétalos, libres o juntos sobre la copa floral; 10 estambres, la antera colocada en una corta glándula apical entre los 2 lobulos; el fruto es un coriáceo frecuentemente duro, indehiscente con diversas semillas en la vaina de varios cm. de largo; semillas divididas y frecuentemente encerradas en un grueso parénquima (Correl y Johnston, 1970).

Descripción de la especie

Es un arbusto o árbol espinoso de 3 a 10 metros de altura y excepcionalmente de 15 o más, con un tronco que llega a tener 15 cm. de diámetro; generalmente tiene fuertes espinas, firmes, amarillentas y dispuestas en pares, como de 1 a 10 cm. de largo; sus hojas compuestas son de 8 a 20 cm. de largo, están divididas en uno o dos pares de divisiones primarias, cada una de las cuales a su vez está dividida de 10 a 23 pares de foliolos, finamente pubescentes o sin pelos, oblongo, de 3 a 20 mm de largo (Corell y Johnston, 1970).

Las pequeñas flores son de color amarillo, fragantes, y están dispuestas como espigas, sobre un pedúnculo de 4 a 15 cm. de largo. Las vainas son de color cuero, tostado o café rojizo y finamente pubescentes, de 7 a 20 cm. de largo y con su pulpa dulce. La corteza del tronco es áspera, se separa en bandas oscuras, su madera de color café rojizo con la parte central amarilla (Corell y Johnston,1970).

Nombres vulgares del mezquite

El mezquite fue una planta ampliamente conocidas por los nativos de América. Su nombre deriva de la palabra azteca ``Mizquitt``; los tarascos la conocieron como ``Tzirtzcum``; los otomíes como ``Tahi``; en Michoacán la designaron como ``Chachaca``, ``Chúcata``, ``Tziritzecua`` y en Colima, Jalisco, Nayarit como ``Algarrobo`` (Pennington,1968).

Distribución geográfica

El mezquite está distribuido en lugares áridos y semiáridos de Estados Unidos, México, América Central, Brasil, Perú, Chile, Argentina, Indias Occidentales, Irán e Islas Hawaianas; el mezquite es una planta nativa de México, está presente de los 250 a los 1400 m.s.n.m; florece de Marzo a Agosto, principalmente en Mayo y Junio. Es un árbol que crece prácticamente en todas partes prefiriendo terrenos aluviales y a lo largo del cauce de las corrientes especialmente donde hay agua freática disponible; su raíz es capaz de alcanzar profundidades considerables de, 20 metros o más, pues su sistema radical está extraordinariamente desarrollado. En estas condiciones como a orillas de arroyos, fondos de valles, etc. es cuando el mezquite alcanza dimensiones arbóreas y desarrolla troncos susceptibles de explotarse (Parker, 1972).

El mezquite es abundante y ha venido a ser una planta nociva de los ranchos ganaderos. Se encuentra en las mesas y laderas de las zonas desérticas y semidesérticas y ocasionalmente, en tierras fuera de su hábitat natural, toma la condición arbustiva. En estas regiones, la capacidad forrajera ha sido seriamente afectada debido a la sobrepoblación notable por los incrementos del mezquite, a lo cual contribuye como factor importante la diseminación de sus semillas en el excremento de los animales. Por otra parte sus vainas son apetecidas por toda clase de ganado (Parker, 1972).

En México se localiza en las planicies del Río Bravo, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Sur de Tamaulipas, Durango y Zacatecas; la mayor concentración del mezquite se localiza en los estados del centro y Norte de México, y en la parte de la Unión Americana se localiza en los estados de Arizona, Nuevo México, parte norte, centro y sureste de Texas y Kansas (Parker, 1972).

La clara determinación de este género de plantas se dificulta por que presenta un gran polimorfismo, que es debido a las condiciones tan variadas del medio ambiente donde se desarrollan y a los repetidos cruzamientos naturales entre poblaciones morfológicas distintas, que son facilitadas por su enorme plasticidad genética (Parker, 1972).

Relaciones ecológicas

Relaciones climáticas

A. Temperatura.

En el oeste de Texas donde se tienen tiempos fríos en primavera, suficientemente severos para helar el follaje y floración por el invierno tardío el mezquite (*Prosopis glandulosa*), usualmente espera hasta que el tiempo de

heladas ha pasado, entonces desarrolla las hojas dando comienzo al crecimiento en la primavera que están sujetos por periodos de calor; se encuentran en las partes más secas de la zonas, cálido húmedas frecuentemente fuera del clima A, se han encontrado registros de la distribución por su altitud de 1368 m.s.n.m donde la temperatura anual mínima es de 15° C en lugares drenados en el desierto (Pennington, 1968).

B. Precipitación

El mezquite usa el agua en una profundidad de 3 m. y su raíz se extiende de 10-15 m. Mas allá del margen de la proyección de la copa del árbol . Con el comienzo del crecimiento, el agua puede extraerse más rápidamente de la superficie, con el crecimiento del mezquite proporciona humedad bajo su cobertura de su copa, dando lugar al establecimiento de pastos perenes (Pimentel, 1961).

El mezquite es un árbol que se mantiene verde y llega a fructificar durante los periodos de sequías más críticos, llegando a hacerlo con tan solo 100 mm. de lluvia anual, aún cuando ésta este mal distribuida. El mezquite es una planta del desierto y del semidesierto; la principal característica es su xerofilismo casi increíble y persiste en suelos alcalinos y neutros en áreas donde la precipitación pluvial es mayor de 760 mm. (Quintanar, 1961).

Características económicas

Valor como forraje

El valor de *Prosopis glandulosa* como alimento de ganado sobre todo el fruto es muy alto la importancia de la cosecha anual se manifiesta en las regiones del

interior de Argentina, donde escasea el pasto y donde los animales comen estos frutos después de su caída natural por maduración. Hace ya 50 años, P. N. Arata (1981) atrajo la atención sobre su valor forrajero, ya que según referencias es muy apetecido y engorda mucho al ganado. El follaje de *Prosopis* también puede servir de forraje, según varios autores, pero es muy poco tocado por los animales en condiciones normales. En 1911, el análisis de las vainas realizadas por Fortum condujo a recomendarlas como forraje para el ganado; años más tarde, Hernández (1933) consideró al mezquite como forraje silvestre e hizo hincapié en su importancia, que muchas veces pasa inadvertida a los ganaderos, opinando que era conveniente almacenar los frutos y procurar el cultivo del árbol. Según Gómez (1970) cualquier tipo de ganado aprovecha la vaina; sin embargo, ésta tiene singular importancia como forraje para ganado lechero estabulado, tanto criollo, como el de registro de las razas Holstein, Jersey, Hyrshire; también para el ganado de engorda Hereford, el porcino Duroc, Jersey, y ovinos de raza Rambouillet. El valor nutritivo de este producto es ideal para los concentrados que se ofrecen a bovinos y demás ganado, usándose en proporciones diversas. Por otra parte la gran cantidad de azúcares que contiene la vaina, tanto en " greña " como molida, provoca una sed intensa en los animales que necesitan ingerir mayor cantidad de agua, lo cual trae como consecuencia una mayor producción de leche (Gómez. 1970).

También el ganado caprino aprovecha grandes cantidades de vaina y follaje para su alimentación. El mezquite produce frecuentemente una gran cosecha de vainas, que son consumidas por el ganado cuando se desprenden de los árboles y caen al suelo. Las semillas son tan pequeñas y duras que salen con la digestión completamente enteras. De ahí la necesidad de moler finamente las vainas y semillas, operación difícil a causa de la gran cantidad de azúcar que contiene las vainas. En experimentos realizados en Nuevo México con ovejas y cerdos resultó muy variable el valor nutritivo de las vainas y semillas del mezquite pero por término medio se valoraron en 40 % del valor asignados a los granos. El valor del mezquite como planta forrajera se limita principalmente a la utilización de vainas,

las cuales por ser azucaradas, son consumidas por los animales domésticos y muchos animales silvestres, cuando están maduras. Los análisis químicos indican que las vainas con semillas contienen aproximadamente 13 % de carbohidratos, 27 % fibra cruda y 2% de grasa. La semilla contiene aproximadamente 38 % de proteína, pero generalmente no son digeridos por los animales (Fraps, 1932).

La vaina del mezquite molida se usa como concentrado en las regiones del ganado vacuno y para cerdos y aves. Para equinos se usa revueltas con paja de trigo, pero el uso principal en la Comarca Lagunera, ha sido para el ganado lechero. La producción promedio de semillas por árbol es de 4 Kg. Burkard reporta que en Hawai se obtiene rendimientos promedios de 25 toneladas por hectáreas de frutos de mezquite, estimando que esta cantidad produce 2 toneladas de aumento de peso en el ganado mayor. En las cosechas anuales se obtienen alrededor de 6000 vainas por hectáreas, aún en años muy secos y suelos muy pobres (Miranda, 1952).

Importancia forestal

Respecto a la explotación forestal del mezquite, Gómez (1970), reporta que ésta alcanzó un valor total de \$ 35, 198. 77, aproximadamente, durante los años de 1956-1965, señala que los estados de la República Mexicana con mayor producción forestal de mezquite son, San Luis Potosí, Tamaulipas, Guanajuato, Zacatecas, Durango, Coahuila y Nuevo León, ya que la producción representa el 97. 9 por ciento del total, correspondiendo sólo 2.1 por ciento a los demás estados productores (Gómez, 1970).

El estado de Coahuila comprende 38 municipios, pero sólo en siete de ellos se han registrado explotaciones forestales del mezquite. A este respecto, los municipios de Cuatrociénegas y San Pedro son los más importantes, pues su

producción representa el 87 % del total en las actividades de producción de los productos derivados de mezquite, como brazuelos y leña en raja (Gómez, 1970).

Dentro del aprovechamiento del mezquite para la elaboración de productos, que debido a que presenta una madera muy dura de color rojo oscuro en el centro y amarillo claro en la abertura. Es de grano fino, muy resistente a la pudrición, por cuya razón se le usa para postes de cercas, para durmientes y camas de ruedas. La madera es muy apreciable combustible en los ranchos, pues arde con flama brillante y aclara, y produce muy buen carbón, siendo notable la duración de las brasas para los usos domésticos (Alanis *et al.*, 1996)

Valor industrial

En Argentina y en otras partes del mundo, el mezquite se utiliza como sustancia de uso medicinal, para dolor de muelas, contra problemas bucales y de garganta, contra la disentería y para bajar la inflamación de los ojos (Adame y Adame, 2000).

Así mismo para la fabricación de alcohol, goma arábica y tintorería y en la alimentación humana como café, miel, patay, añapa, bebidas refrescantes y embriagantes y en otras muchas actividades que realizaban los indígenas de varias comunidades; de acuerdo a las necesidades que ellos tenían, fabricaban canastos, ropas y mecates de fibra de la corteza de mezquite (Cerrud,1996)

Calidad de planta

La calidad de una planta forestal se demuestra finalmente en el monte, por su capacidad de arraigar y vegetar larga y satisfactoriamente una vez plantada.

En buena parte estas capacidades dependen de la técnica de repoblación, pero están condicionadas por su cultivo en viveros (Montoya y Camara, 1996).

Altura

Una mayor altura podrá ayudar a la planta a dominar el sitio en el menor tiempo y escapar de ciertos herbívoros que prefieren la yema apical. Sin embargo una planta muy alta, si no esta suficientemente lignificada, puede doblarse por la acción del viento u otros factores mecánicos, además, si la biomasa aérea es mucho mayor que la biomasa de la raíz, se puede presentar un desequilibrio hídrico (Capó, 2001).

Diámetro

Generalmente, las plántulas con mayor diámetro del cuello tienen mejor éxito en la plantación. Se establece que el diámetro del tallo es un valioso indicador de la calidad de las plántulas. En *Pinus radiata*, el crecimiento después de 3 temporadas en el campo para las plántulas de 5 mm o más en diámetro, fue 2 veces mayor que para plántulas con solo 2 mm de diámetro. En un sitio poco favorable, la sobrevivencia incrementó desde 72 % para plántulas con un diámetro de 2 mm hasta 89% para 4mm y hasta 98 % para 6 mm (Espejel, 1993).

Proporción tallo-raíz

Esto se refiere a la proporción de la biomasa de la parte aérea con respecto a la de la raíz. Una proporción mayor de tres incrementa grandemente la posibilidad de desequilibrio hídrico, y pone en serio peligro la sobrevivencia de la planta. Una óptima relación entre la raíz y el follaje proveerá a la planta del

balance adecuado entre transpiración y absorción de agua para condiciones donde la sequía es un problema; la parte aérea no debe tener una biomasa mayor que dos veces y media, en relación a la biomasa de la raíz. Esta proporción puede aumentar cuando las condiciones son más favorables (Capó, 2001).

Capacidad de crecimiento de la raíz

Es un atributo clave de la calidad de la plántula, un buen indicador general de que todos los sistemas en las plántulas están funcionando adecuadamente. El alto potencial de crecimiento de la raíz es con frecuencia correlacionado con una alta sobrevivencia en el campo. Algunas plántulas desarrollan su potencial de crecimiento durante su etapa de vivero; al ser sacadas deben ser inmediatamente medidas (Espejel, 1993).

Micorrización

Denominamos micorrizas a aquellas asociación o simbiosis de hongos con las raíces de las plantas, y que permiten a éstas una mejor supervivencia y un mejor crecimiento, al captar del suelo y para ellas la parte del agua y de los nutrientes que los vegetales precisan. En muchas ocasiones los hongos defienden y protegen a la planta de la agresión de otros hongos dañinos. Normalmente una planta micorrizada es mas vigorosa por lo tanto sobrevive mejor y resiste mejor la enfermedad que la ataque (Montoya y Camara, 1996).

Las leguminosas deberán desarrollar nódulos bacterianos fijadores de Nitrógeno. Para lograr este desarrollo de estructuras micorrizicas o nodulares debe incluirse un procedimiento de inoculación durante los primeros meses del proceso de producción, de la planta en el vivero (Capó, 2001).

Índice de calidad de planta

La consideración en forma separada de las características morfológicas de la planta, tales como altura, diámetro del cuello, longitud de raíz, peso seco de la parte aérea y de la raíz, entre otros, es ineficaz para predecir la sobrevivencia y desarrollo de la planta en el campo, después de la plantación. Una forma propuesta por Dickson *et al.* para reunir varios atributos físicos de la planta en un solo valor, que represente un índice de calidad es mediante la siguiente relación (Prieto *et al.*, 1999):

$$\text{Índice de calidad} = \frac{\text{Peso seco total (gr)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}} + \frac{\text{Peso seco parte aérea (gr)}}{\text{Peso seco raíz (gr)}}$$

Sistemas de preparación del sitio

Cepa común

Esta forma de hacer plantaciones artificiales de árboles nació con la propia reforestación. En efecto, las primeras plantaciones para sustituir fallas de repoblación natural de los bosques, fueron hechas abriendo hoyos o cepas, del tamaño que permitieran colocar el sistema radicular de las plantas. El procedimiento consiste en abrir, con una pala, un hoyo de cualquier forma y profundidad, donde se coloca la pequeña planta, ya sea a raíz desnuda o con cepellón. El trabajo es muy simple, económico y efectivo, en terrenos de buena calidad. En cambio, en áreas erosionadas y de mucha pendiente no se recomienda, ya que no detiene la erosión causada por el agua ni conserva la

humedad, y las mejoras al suelo por remoción, también son muy pequeñas (Gutiérrez, 1989).

De acuerdo con Zárate (1982), en la comparación que realizó con el sistema Saucedá II, el sistema de cepa común y cajetes en forma de media luna, utilizando las especies de *Pinus halepensis*, *Pinus Cembroides* var. *Lagunae* no arrojó diferencias significativas atribuibles a los sistemas, a un año de establecido el ensayo, con excepción de *Pinus halepensis* que se desarrolló mejor en el sistema de cepa común con cajete en forma de media luna; es decir, este tratamiento se mostró estadísticamente superior a los demás.

Sistema Gradoni

Este sistema, que se aplica en gran escala en Italia, Norte de África, India, Japón y otros países, para la restauración de terrenos muy erosionados, ha dado magníficos resultados. El método Gradoni consiste en trazar una curva de nivel a una equidistancia vertical de 2 a 4 metros, según la pendiente. Sobre la curva de nivel se abren zanjas o pequeñas terrazas de 0.60 metros de ancho por 0.40 metros de profundidad, 2 a 6 metros de longitud, y se deja un dique divisor de 50 cm. entre zanja y zanja. La tierra extraída se coloca sobre el borde de la zanja del lado de la pendiente. Sobre este borde de tierra removida se plantan arbolitos, con el espaciamiento deseado. Las razones técnicas del método son, detener inmediatamente la erosión ocasionada por el escurrimiento del agua de lluvia y coleccionar, retener e infiltrar el agua proveniente de las precipitaciones pluviales para proporcionar humedad a los arbolitos en la época de sequía. Puesto que el sistema se recomienda para lugares de escasa y mal distribuida precipitación durante el año, permite con cierta rapidez el desarrollo de los arbolitos, al quedar en un terreno removido (Gutiérrez, 1989).

Sistema Español

En el extraordinario programa de reforestación que a partir de la segunda guerra mundial se llevó a cabo en España, se ha aplicado el llamado "sistema español". Las operaciones del método son las siguientes:

Con un espaciamiento de 50 centímetros, si el terreno lo permite, se abren cajetes semicónicos de 1 a 1.50 metros de diámetro, por 15 a 30 centímetros de profundidad, aproximadamente, con el fin de retener alguna cantidad de agua de lluvia. La tierra de la excavación se coloca en el borde del cono, por el lado inferior de la pendiente del terreno. Entre esta tierra y el centro del cono se abren una cepa de 25 cm. de diámetro por 35 de profundidad. En esta forma el agua de lluvia que capta el cajete, así como el azolve, no inundan el pie de la plantita. Una vez plantado el arbolito se colocan tres piedras alrededor de su base. Este método funciona bien en lugares de escasa lluvia, ya que la cepa recoge y retiene buen cantidad de agua precipitada, para que la plantita la utilice durante más tiempo. En México se han tenido buenos resultados en las plantaciones de la Universidad Autónoma de Chapingo, en San Cayetano y Villa Victoria, en el estado de México (Gutiérrez, 1989).

Sistema con arado de subsuelo

En los grandes programas de reforestación que actualmente llevan a cabo países como España, Sudáfrica, Israel, Estados Unidos y otros, se está utilizando maquinaria pesada en la preparación de los terrenos forestales degradados para restaurarlos y reintegrarlos al cultivo del bosque. El empleo de tractores y arados profundos tienen grandes ventajas en estas labores, ya que hacen un trabajo altamente efectivo, rápido y económico. El procedimiento consiste en emplear tractores potentes, adaptados con una cuchilla delantera y una barra de tracción

con dos arados de subsuelo de 80 centímetros de profundidad en la parte posterior. La cuchilla se utiliza para abrir una terraza en los terrenos pendientes, que sirva de base al tractor. Los arados se emplean para mover o roturar las capas subyacentes y suelos compactados de las terrazas; cuando la pendiente no es muy fuerte, la remoción del suelo la puede hacer el tractor sin necesidad de formar la terraza, con lo cual se ahorra tiempo y dinero en la reforestación. De esta forma se construye una verdadera caja que detiene la erosión del suelo superficial y capta toda el agua de lluvia, almacenándola para las plantitas. En el ejido de San Marcos, Chalco, estado de México se tiene un área demostrativa de este método, donde las terrazas o la remoción del tepetate se hicieron con un tractor de oruga equipados con arado de subsuelo (Serrada, 1995).

Zanja ciega

Este es poco conocido en México, aunque ya ha sido utilizado. Como su nombre lo indica, es zanja continua como una curva del nivel. Para su construcción se requiere hacer una cepa común, colocando la tierra producto de excavación a un lado de la zanja y el resto de esta tierra se va a vertiendo sobre la misma zanja de tal manera que al término de ésta queda totalmente cegada. Las plantas se colocan a la mitad de la zanja y a la distancia que se crea conveniente, según la especie (Pimentel, 1978).

Zanja trinchera

En este sistema la disposición de la zanja se hace siguiendo las curvas de nivel del terreno; su longitud puede variar de 3 a 6 m. dejando entre zanja y zanja de la misma hilera, un tabique divisor de más o menos 50 cm. de longitud, que bien puede ser a nivel del terreno natural o un poco más abajo, para que haya comunicación de agua entre las zanjas, evitando al mismo tiempo escurrimiento con velocidad, cuando no se hace cuidadosamente siguiendo las curvas de nivel

como frecuentemente sucede . la construcción se basa en una zanja uno 40cm de ancho y 40 de profundidad, depositando la tierra producto de la excavación aguas debajo de la zanja, de tal manera que forme un bordo de unos 30 ó 40 cm de corona, por más o menos 30 cm de altura taludes que van de 1:1 a 1:2, según el material del terreno. En formación del bordo es pertinente tomar todas las medidas necesarias para hacerlo lo mejor posible, dado que aquí el sitio donde se colocan las plantas. El bordo se compacta con una pala para evitar fallas por un exceso de aireación (Pimentel, 1978).

Es muy recomendable que la disposición de las zanjas entre las hileras se lleve al tresbolillo, para que exista una eficiente captación del agua por escurrimiento; la equidistancia vertical entre las hileras varia con la pendiente y las condiciones del terreno, pero generalmente se ponen a una equidistancia horizontal de más o menos 5 metros (Pimentel, 1978).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Localización geográfica

El presente estudio fue llevado a cabo en un área ubicada en el ejido el Mezquite, Municipio de Saltillo, Coahuila. Se encuentra localizado a una latitud (N) DE $101^{\circ} 17'13''$ y una longitud (w) de $24^{\circ} 53'1''$, con una altitud de 1790 msnm.

Dicho predio se localiza a 88 Km al Sur de la ciudad de Saltillo, Coahuila, estando el acceso por la carretera federal 54 que conduce a Zacatecas, hasta el entronque al poblado San Juan de Retiro (70 km) y después se toma un camino de terracería hacia el poniente, siendo una distancia de 18 km hasta el poblado, por esa desviación (CETENAL, 1975a).

Caracterización del área de estudio

Geología

De acuerdo con la carta geológica G14 C53 del I.N.E.G.I., las rocas presentes en el predio, son de tipo sedimentarias y corresponden a conglomerados. Se encuentran escasamente presentes en el valle, ya que el suelo es plano, profundo y con escasa pedregosidad. En los lomeríos y sierras predominan las rocas calizas, lutitas y conglomerado .

Conglomerado. Roca constituida predominantemente por fragmentos detríticos superiores a los 2 mm, con una matriz de arenosa a arcillosa y un cemento de precipitación química. En sus líneas esenciales, los distintos tipos de

conglomerados pueden referirse a los correspondientes de las areniscas: cantos de cuarzo, cuarcitas y sílex (con matriz compuesta por arena cuarzosa y cemento silíceo o calcáreo), arcósicos, llamados también graníticos, de cantos graníticos con matriz arenosa de los minerales comunes (como cuarzo, feldespatos y micas) y matriz arcillosa esencialmente caolinita. El color va del rosa al gris (Nájera, 2001).

Calizas. Son rocas que están constituidas esencialmente por calcita. La composición mineralógica puede variar desde casi el 100 % de calcita hasta un mínimo de 50 %, con el resto formado por los minerales más comunes de las rocas sedimentarias, como dolomita, cuarzo y feldespatos, y minerales arcillosos. Las calizas son de gran importancia industrial y económica pues son la materia prima de la industria cementera y para la elaboración de cal (Nájera, 2001).

Lutita-arenisca. En el área se presentan estratos de lutita con intercalaciones de arenisca compacta; estudios recientes consideran a esta unidad como depósito tipo flysch de origen continental por la escasez de fauna marina. La lutita es de color gris verdoso, de textura pelítica, en estratos delgados y medianos, con fracturamiento moderado, vetillas de calcita y algunas intercalaciones de limolita. La arenisca es compacta, de textura clástica samítica. Subyace transicional y concordantemente a la lutita Parras, y en forma discordante a rocas basálticas y depósitos conglomerados, así como en contacto tectónico a calizas del Cretácico inferior. Forma lomeríos de suaves pendientes y cerros moderadamente abruptos en los contactos tectónicos (Nájera, 2001).

Caliza-lutita. Esta unidad presenta una estructura arcillosa con intercalaciones de lutita gris; la caliza se encuentra en forma de estratos delgados y medianos. Estos pliegues de textura arcillosa presentan cuarzo, moscovita, hematita, materia orgánica y pirita; clasificada como caliza microcristalina

aloquímica. La unidad presenta una morfología de lomeríos y cerros de pendientes suaves; por lo general aflora en los flancos de los sinclinales (Nájera, 2001).

Fisiografía

De acuerdo a la carta topográfica de CETENAL G14 C53, la fisiografía del predio se caracteriza por una topografía que consiste en terrenos planos en el valle, donde se ubica el área agrícola y donde se distribuye el mezquite, y terrenos ligeramente inclinados con pendientes menores de 12 %. La exposición que domina es zenital, presentándose también la norte y sur.

Suelos

Los suelos en este predio son aluviales, según lo señalado por la carta edafológica de CETENAL G14 C53 son de los tipos xerosol háplico y cálcico, sin fase salina a ligeramente salinos, los cuales se localizan en el valle, presentan textura fina; en el centro del valle se localiza un estrato de vertisol crómico textura fina. En el pié de monte, el xerosol se asocia con regosol calcárico, de textura media, ambos en ocasiones con fase petrocálcica y petrocálcica profunda. En las sierras el tipo de suelo corresponde a litosol, de textura media, a veces asociado con regosol calcárico, con fase lítica.

Xerosol haplico. Son suelos de zonas áridas y semiáridas con un horizonte A ócrico, y contenido moderado de materia orgánica; pueden presentar horizonte B cámbico. En condiciones de disponibilidad de agua, son capaces de lograr una elevada producción agrícola. Los más fértiles de este subgrupo son los que tienen elevado contenido en material calcáreo (Nájera, 2001).

Litosol. Suelos de menos de 10 cm. de espesor, sobre roca o tepetate. Son suelos azonales con un solum incompleto o cuya morfología no se encuentra claramente manifiesta debido a la presencia de masas rocosas recientemente intemperizadas en forma parcial. Suelos que tienen poca o ninguna evidencia de desarrollo edáfico y que consiste principalmente en una parte de masa intemperizada de fragmentos de roca o de roca casi estéril (Nájera, 2001).

Regosol calcárico. Son suelos formados por material suelto que no sea aluvial reciente, como dunas, cenizas volcánicas, playas, etc., sin ningún horizonte diagnóstico, salvo posiblemente un A ócrico. Su uso es muy variable según su origen (Nájera, 2001).

Vertisol crómico. Suelos de textura arcillosa y pesada que se agrietan notablemente cuando se secan. Tienen dificultades en su labranza, pero son adecuados para una gran variedad de cultivos, siempre y cuando se controle la cantidad de agua para que no se inunden o sequen; si el agua de riego es de mala calidad pueden salinizarse o alcalinizarse. Son de color gris en la superficie y generalmente de manejo más fácil que los de color negro; Los suelos donde se distribuye el mezquite son del tipo xerosol háplico y cálcico, y asociaciones de xerosol háplico con regosol calcárico (Nájera, 2001).

Hidrología

De acuerdo a Dirección General de Geografía del Territorio Nacional, en la carta hidrológica G14 10, el ejido El Mezquite se encuentra enclavado en la región hidrológica "RH 37", El Salado, cuenca "C", Sierra de Rodríguez, subcuenca "b", Concepción del Oro. El coeficiente de escurrimiento varía de 0 - 5%.

Clima

De acuerdo con la clasificación climática de Koppen, modificada por E. García, el clima es del tipo BS₀ h w (e) que corresponde a clima seco o

estepario, semicálido, con invierno fresco, temperatura media anual entre 18 y 22° C. El régimen de lluvias es de verano, con porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2 de la total anual. Clima extremo con oscilaciones entre 7° y 14° C. La precipitación varía entre 300 y 400 mm anuales (UNAM, 1970).

Vegetación

De acuerdo con (Nájera, 2001) los tipos de vegetación que existen en el predio y las especies que los conforman se describen a continuación.

Mezquital. Se caracteriza por el predominio del mezquite, al cual debe su nombre; en otras regiones con condiciones favorables se asocia con huamuchil o con ébano..

Cuadro 1. Especies presentes en el predio en el tipo de vegetación mezquital.

| NOMBRE CIENTIFICO | NOMBRE COMÚN |
|-----------------------------------|---------------------|
| <i>Prosopis glandulosa</i> | Mezquite |
| <i>Acacia sp</i> | Gigantillo |
| <i>Berberis trifoliolata</i> | Agrito |
| <i>Echinocereus conglomeratus</i> | Alicoche |
| <i>Echinocactus platyacanthus</i> | Biznaga burra |
| <i>Ferocactus pilosus</i> | Biznaga colorada |
| <i>Opuntia imbricata</i> | Cardenche |
| <i>Opuntia leptocaulis</i> | Tasajillo |
| <i>Opuntia tunicata</i> | Clavellina |
| <i>Opuntia microdasis</i> | Nopal cegador |
| <i>Opuntia robusta</i> | Nopal rastrero |
| <i>Opuntia cantabrigensis</i> | Nopal cuijo |
| <i>Larrea tridentata</i> | Gobernadora |
| <i>Flourensia cernua</i> | Hojasén |
| <i>Koeberlinia sp</i> | Junco |
| <i>Atriplex canescens</i> | Costilla de vaca |

Matorral desértico rosetófilo (crasirosulifolio espinoso). Corresponde en su mayor parte al tipo de vegetación llamado magueyal, lechuguillal, y guapillal. Su nombre deriva del hecho de que su fisonomía se debe a especies arbustivas de hojas alargadas y angostas, agrupadas a manera de roseta. En este grupo de plantas se encuentran las de tipo arborescente, por tener el tallo bien desarrollado

en el género *Yucca*, y las que tienen su tallo poco desarrollado con el conjunto de hojas que forman la roseta en la base de la planta, como en el género *Agave*. Se encuentran en las laderas de los suelos calizos y margosos de diversas zonas de la altiplanicie y desciende hasta las partes superiores de los abanicos aluviales, en la base de los mismos cerros. Cuando se localizan en sitios con poca pendiente se debe a que el suelo contiene abundante grava y fragmentos de roca caliza (Nájera, 2001).

Cuadro 2. Especies presentes en el tipo de vegetación, matorral desértico rosetófilo.

| NOMBRE CIENTIFICO | NOMBRE COMÚN |
|-------------------------------------|---------------------|
| <i>Agave lechuguilla</i> | Lechuguilla |
| <i>Agave asperrima</i> | Maguey cenizo |
| <i>Fouquieria splendens</i> | Ocotillo |
| <i>Hechtia glomerata</i> | Guapilla |
| <i>Prosopis glandulosa</i> | Mezquite |
| <i>Jatropha dioica</i> | Sangre de drago |
| <i>Partenium incanum</i> | Mariola |
| <i>Yucca filifera</i> | Palma china |
| <i>Yucca carnerosana</i> | Palma samandoca |
| <i>Opuntia imbricata</i> | Cardenche |
| <i>Opuntia leptocaulis</i> | Tasajillo |
| <i>Opuntia microdasis</i> | Nopal cegador |
| <i>Opuntia rastrera</i> | Nopal rastrero |
| <i>Ferocactus hamatacanthus</i> | Biznaga |
| <i>Echinocereus conglomeratus</i> | Alicoche, pitaya |
| <i>Echinocactus horizontalonius</i> | Mancacaballo |
| <i>Acacia vernicosa</i> | Chaparro |
| <i>Acacia farnesiana</i> | Huizache |
| <i>Acacia sp</i> | Gatuño |
| <i>Flourensia cernua</i> | Hojasén |
| <i>Larrea tridentata</i> | Gobernadora |
| <i>Leucophyllum minus</i> | Cenicilla |

Matorral desértico micrófilo (inerme y subinerme). Se distingue por la predominancia de elementos arbustivos de hoja o foliolo pequeño; se encuentra en los terrenos planos y en las partes inferiores y laderas de los cerros de una gran zona del altiplano y al norte, noreste y noroeste del país. Los suelos son de

origen aluvial, sobre depósitos profundos acumulados en el fondo de los valles, o bien sobre depósitos más someros y algo pedregosos de las porciones inferiores de los abanicos aluviales en las bases de los cerros. Este tipo de vegetación presenta algunas variantes, en cuanto a la composición florística y a la altura de los mismos componentes. Algunos arbustos pierden con regularidad su follaje, mientras que otros son perennifolios. La variante más notoria está constituida por la gobernadora, como especie dominante, además de hojasén, mezquite y cardenche (Najera, 2001).

Izotal. Asociación vegetal en la cual predominan especies del género *Yucca*, las cuales se asocian con especies que se localizan en los matorrales desértico micrófilo y rosetófilo. Este tipo de vegetación se distribuye en terrenos ligeramente inclinados y con buen drenaje. En este predio la especie dominante es *Yucca filifera* (Najera, 2001).

Fauna

La fauna silvestre que se localiza en el predio, es la típica de las regiones áridas y semiáridas, y esta constituida principalmente por las que se presentan a continuación (Najera, 2001).

Cuadro 3. Especies de fauna silvestre que se localizan en la región donde esta el predio.

| NOMBRE CIENTIFICO | NOMBRE COMÚN |
|--------------------------|---------------------|
| <i>Canis latrans</i> | Coyote |

| | |
|-------------------------------|---------------------|
| <i>Mephitis macroura</i> | Zorrillo |
| <i>Taxidea taxus</i> | Tejón |
| <i>Didelphis marsupialis</i> | Tlacuache |
| <i>Sylvilagus floridanus</i> | Conejo |
| <i>Lepus californicus</i> | Liebre |
| <i>Dipodomys merriami</i> | Rata canguro |
| <i>Geococcyx californicus</i> | Correcaminos |
| <i>Cathartes aura</i> | Aura |
| <i>Corvux corax</i> | Cuervo |
| <i>Bubo virginianus</i> | Tecolote |
| <i>Buteo jamaicensis</i> | Aguililla cola roja |
| <i>Falco sp.</i> | Halcón |
| <i>Accipiter sp.</i> | Gavilán |
| <i>Callipepla squamata</i> | Codorniz escamosa |
| <i>Mimus polyglottos</i> | Cenzontle |
| <i>Crotalus sp.</i> | Víbora de cascabel |
| <i>Pryhnosoma sp.</i> | Camaleón |
| <i>Sceloporus sp.</i> | Lagartija |

Descripción del experimento

El presente trabajo forma parte del proyecto “INVESTIGACIÓN INTEGRAL PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES DE MEZQUITE (*Prosopis glandulosa*)” el cual fue subsidiado por el Programa para el Desarrollo Forestal; este trabajo consistió en el establecimiento de una plantación de la especie antes mencionada, en una superficie compacta de 2.4 ha, con el propósito de evaluar la sobrevivencia de la plantación, utilizando cuatro tratamientos de preparación del suelo y para cosecha de agua, así como para evaluar el desempeño de siete tratamientos de diferentes calidades de planta, resultantes de varios tamaños de altura de planta y de longitud de raíz, así como del diámetro del tallo.

El área escogida para realizar la investigación se localizó en un terreno desprovisto de vegetación en la mayor parte del área, con suelo de tipo xerosol cálcico, arcilloso, muy compactado, muy seco, de buena profundidad y sujeto a procesos de erosión eólica y sobre todo hídrica. Lo anterior fue con la finalidad de

escoger un terreno que reuniera las condiciones difíciles en las que se realizan las plantaciones de las especie de interés.

Tratamientos de preparación del suelo y cosecha de agua

Cepa común sin cajete y con plantación profunda

Este tratamiento consistió en la preparación del suelo mediante apertura de cepas de 0.40 m por lado y profundidad de 0.50 m, sin cajete para cosecha de agua. Este tratamiento se incluyo debido a que a menudo se hacen plantaciones en terrenos planos, donde el agua puede circular en varias direcciones, y la apertura de una microcuenca en ocasiones estorba el paso del agua hacia la cepa. Con este sistema de plantación la planta queda a mayor profundidad que en la cepa común y la propia cepa es la estructura de captación de agua (Figura1).

Otra ventaja de la plantación profunda es que la planta puede alcanzar más rápidamente la humedad del suelo que se ubica a mayor distancia que la superficial.

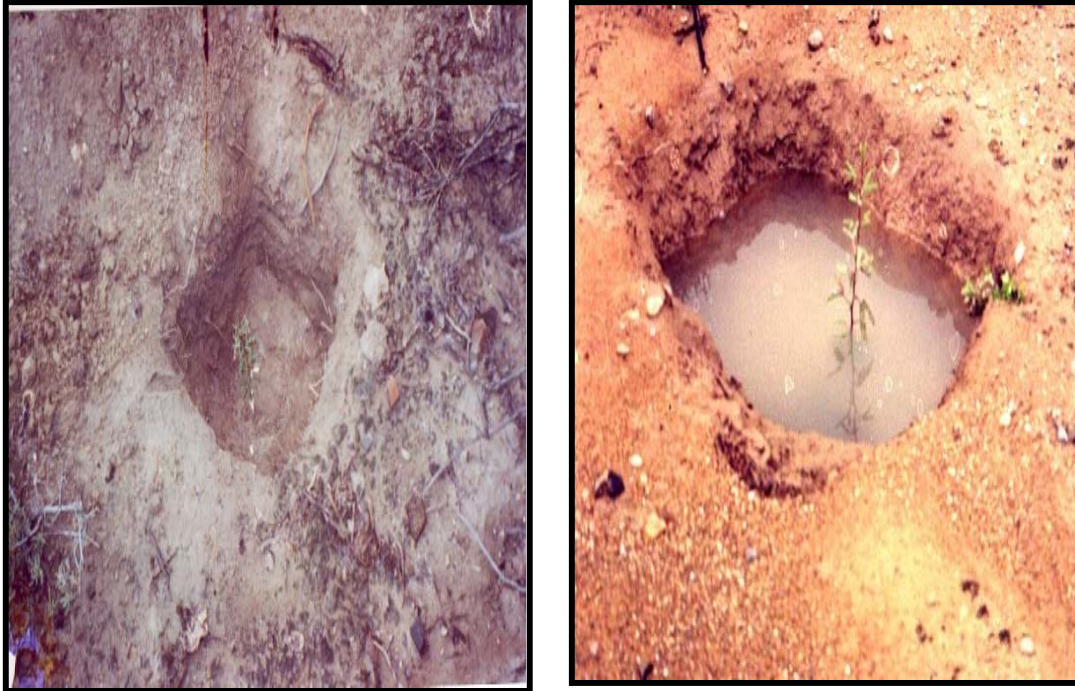


Foto: Nájera *et al.*,2004

Figura 1. Ceba común sin cajete y con plantación profunda (Tratamiento 1).

Zanja individual

Consistió en la construcción de zanjas de 0.40 m de ancho, 1.20 m de largo y 0.30 m de profundidad, separadas a 3 m dentro de la línea, a 5 m entre líneas y acomodadas en tres bolillo. En el centro de la zanja se abrió una cepa, donde se colocó la planta, y el piso de la zanja se formó con pendiente, en forma de rampa, para concentrar el agua hacia el centro. A cada zanja individual se le construyó un bordo de 0.30 m de altura para interceptar el escurrimiento (Figura2).

La ventaja de este sistema de plantación es que tiene dos estructuras para retener el agua, y que por sus dimensiones capta una buena cantidad de ésta, sin interrumpir completamente el escurrimiento hacia la siguiente línea de plantación, por estar discontinuas, pero con una buena intercepción por estar acomodadas en tres bolillo



Foto:Nájera *et al.*,2004

Figura 2. Zanja individual (Tratamiento 2).

Zanja continua con bordo lateral

Este tratamiento consistió en la apertura de una zanja continua de 0.40 de ancho por 0.40 m de profundidad, y levantamiento de un bordo lateral continuo a lo largo de toda la zanja, de 0.50 m de altura por 0.70 m de ancho en la base. La plantación se realizó en el fondo de la zanja (Figura 3).

Este diseño es adecuado para lugares donde hay un gran escurrimiento de agua, como aquellos desprovistos completamente de vegetación, donde se requiere frenar la velocidad de agua, evitar el arrastre del suelo, y donde otros sistemas de menores dimensiones, serían de poca utilidad.



Foto:Nájera *et al.*,2004

Figura 3. Zanja continua con bordo lateral (Tratamiento 3).

Cepas dobles con bordo lateral en tres bolillo

Este tratamiento consistió en agrupar cepas comunes de 0.40 X 0.40 X 0.40 m, de dos en dos, separadas a 3 m y en la construcción de una microcuena común para ambas, consistentes en un bordo en la parte inferior de la pendiente del terreno (Figura 4). El propósito de este diseño es concentrar agua tanto en las propias cepas, como en el espacio existente entre ellas.



Foto:Nájera *et al.*,2004

Figura 4. Cepas dobles con bordo lateral en tres bolillo (Tratamiento 4).

Tratamientos de calidad de planta

Los tratamientos de calidad de planta fueron los siguientes:

1. Altura de planta de 20 a 25 cm
2. Altura de planta de 30 a 40 cm
3. Altura de planta de 45-60 cm
4. Longitud de raíz de 15 cm
5. Longitud de raíz de 20 cm
6. Diámetro del tallo de 4 mm
7. Diámetro del tallo de 6-8 mm

Las dimensiones de cada tratamiento se definieron sin considerar las de los otros atributos; en el (Cuadro 4) se presentan las dimensiones completas promedio de las plantas y su correspondiente índice de calidad de Dickson.

Cuadro 4. Medidas de cada tratamiento de calidad de planta.

| Tratamiento | Altura (cm) | Diámetro (mm) | Peso total de la planta (gr) | Peso seco de la raíz (gr) | Peso seco de la parte aérea (gr) | Índice de calidad de Dickson |
|-------------|-------------|---------------|------------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| 1 | 22.0 | 2.4 | 1.32 | 0.3 | 1.02 | 0.107 |
| 2 | 38.5 | 3.8 | 4.7 | 1.15 | 3.5 | 0.368 |
| 3 | 57.5 | 3.7 | 4.6 | 0.9 | 3.6 | 0.201 |
| 4 | 35.0 | 3.7 | 3.2 | 2.3 | 2.9 | 0.339 |
| 5 | 16.0 | 3.2 | 1.4 | 1.6 | 0.97 | 0.181 |
| 6 | 53.5 | 4.0 | 6.4 | 1.95 | 4.52 | 0.411 |
| 7 | 32.0 | 6.5 | 14.7 | 5.1 | 9.6 | 2.197 |

Procedimiento experimental

La producción de planta del material experimental se realizó en el invernadero de alta tecnología, de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, bajo condiciones de invernadero, cuidando los factores ambientales más importantes (agua, temperatura, protección de plagas y enfermedades), para obtener mejor calidad de planta, hasta tener los tratamientos y el número de repeticiones para cada tipo de planta que se evaluó, en altura, diámetro y longitud de raíz.

Antes de ser trasladadas al campo se les acondicionó sacándolas a la intemperie por un período de 15 días y limitándoles el riego. Para determinar el índice de calidad, se seleccionaron cuatro plantas de cada tipo, las cuales fueron sometidas al proceso propuesto por Dickson. El índice de calidad de Dickson está

determinado por los parámetros, peso seco de la parte aérea, peso seco de la raíz y total, así como por la altura y el diámetro de la planta.

Para determinar la sobrevivencia de cada tipo de planta se realizó la plantación, utilizando para todos, el sistema de cepa común de 40 X 40 X40 cm más microcuenca para captación de agua.

En los tratamientos de preparación del sitio se utilizaron plantas con las mismas características morfológicas.

Plantación

La plantación se realizó en septiembre del año 2003 en el área de investigación, teniendo 11 tratamientos, cada uno con 3 repeticiones, en cuales se avaluó sobrevivencia, longitud del brote y crecimiento en diámetro de la planta.

Toma de datos

Se realizaron dos mediciones para la variable diámetro, la primera medición a los 4 meses de establecida la plantación, en la segunda semana de diciembre del 2003 y la segunda medición a los 8 meses, en el mes de abril del 2004; en este último mes se evaluó la variable sobrevivencia. La evaluación de la variable longitud del brote, se realizó para un período de tres semanas de crecimiento, a partir del inicio del desarrollo, en la primavera del 2004.

Las mediciones de diámetro se realizaron con un vernier digital tomando la lectura en mm; esta toma se hizo en la parte del cuello de la planta para poder tomar la lectura mas precisa y poder medir el incremento del diámetro.

Para medición de la longitud de brote, se utilizó una regla de plástico, de 30 cm, colocando la regla paralela a la base del brote, hasta el ápice, para determinar el crecimiento de cada planta.

Diseño del experimento

Se utilizaron parcelas de 2000 m² (40 por 50 m) conteniendo 117 plantas cada parcela. Cada parcela corresponde a un tratamiento y dentro de estas se ubicaron tres repeticiones de cada tratamiento, con 10 planta para cada repetición. La evaluación se realizó en la plantas centrales para evitar el efecto de borde. La unidad experimental fue igual a 10 plantas por repetición y 30 por tratamiento. Para la sobrevivencia se utilizaron 20 plantas por unidad, con 60 para las tres repeticiones.

El número total de tratamientos con parcelas de 2000 m² fue igual a once, de los cuales cuatro corresponden a preparación del sitio y cosecha de agua, tres corresponden a altura de planta, dos a longitud de raíz y dos a diámetro del tallo.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza en cada vertiente de la investigación, junto con su correspondiente prueba de comparación de medias de Tukey para determinar la igualdad o diferencia estadística. El diseño experimental fue Completamente al Azar con igual número de repeticiones.

Para el procesamiento de datos, se capturo la información de campo en 2 bases de datos empleado una P.C y se trató la información mediante el Programa Statistical Analysis System (Camacho et al., 1992).

En la evaluación de tipo de planta se practicaron análisis de varianza para cada atributo por separado (altura, diámetro del tallo y longitud de raíz) y uno general por tipo de planta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sobrevivencia

Preparación del terreno y cosecha de agua

Se realizó la evaluación de sobrevivencia a los 8 meses de establecida la plantación, en el mes de abril del 2004, en los tratamientos de preparación del sitio

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza para los tratamientos de preparación del terreno, mostraron que no existen diferencias estadísticas significativas en la sobrevivencia de la plantación de mezquite. El tratamiento 1 (plantación profunda) presentó el mayor porcentaje de sobrevivencia con 88.33%. Le siguió en orden de importancia el tratamiento 2 (zanja individual) con 83.33% de sobrevivencia y el tratamiento que presentó el menor valor fue el 3 (bordo y zanja corrida) con 70% (Cuadro 5).

Cuadro 5. Prueba de comparación de medias para los tratamientos de preparación del terreno y cosecha de agua .

| Agrupación Tukey | Media (%) | Tratamiento |
|------------------|-----------|---------------------|
| a | 88.333 | Plantación profunda |
| a | 83.333 | Zanja individual |
| a | 79.167 | Cepa doble |
| a | 70.000 | Zanja continua |

La principal causa de mortalidad que presentaron los tratamiento de preparación del terreno y cosecha de agua fue el enterramiento de las plantas, por el arrastre del suelo, presentando el mayor porcentaje de plantas sepultadas

el tratamiento 3 (zanjas continuas) con un 30%, en comparación con el tratamiento 1 (plantación profunda) que presentó menos mortalidad con un 12%.

La otra causa de que el tratamiento 3 presentara la menor sobrevivencia es atribuible a la asfixia de las plantas por exceso de agua en etapas tempranas de desarrollo, ya que este tratamiento capta grandes volúmenes de agua, la cual se distribuye irregularmente dentro de las zanjas, concentrándose en ciertas partes de ellas, debido a que los sedimentos modifican irregularmente el piso, lo anterior aunado al deficiente drenaje por ser suelos arcillosos compactados (Figura 5) (Nájera et al., 2004).



Foto:Nájera et al.,2004

Figura 5. Aspectos de la captación de agua en las zanjas y bordos tratamiento 3).

Las otras causas de mortalidad se debieron a causas diversas entre las que se encuentran el mal manejo de la planta por los plantadores, estrés de la planta, sequía y un mínimo porcentaje por daños de animales. En este último caso, solo en un tratamiento se encontró evidencia de muerte por liebres, con un porcentaje de apenas un 3.17 %.

El tratamiento de zanjas individuales (tratamiento 2) presentó la más alta sobrevivencia, y a la vez el menor porcentaje de plantas sepultadas, ya que no impiden totalmente el paso del agua, pero si captan un volumen importante del escurrimiento, permitiendo el drenaje del excedente y el flujo entre zanja y zanja por estar discontinuas (Figura 6).



Foto:Nájera et al.,2004

Figura 6. Aspectos de la captación y el flujo del agua entre zanja y zanja individual (Tratamiento 2).

Los bordos pequeños, como los que se levantan a la cepa común, tienen una función temporal, ya que por ser de tierra suelta son fácilmente arrastradas por el agua. Una alternativa para captar mayor agua sin necesidad de bordo, lo constituye el hecho de realizar la cepa más profunda, como en el tratamiento 1, ya que la propia cepa es la que capta el agua. El inconveniente es que no se puede utilizar planta muy pequeña porque puede ser enterrada en el azolve. Sin embargo, se observó que plantas de mezquite que fueron totalmente enterradas tuvieron la capacidad de emerger nuevamente (Nájera et al., 2004).

Tipo de planta

Los resultados de sobrevivencia para los tratamientos de tipo de planta se presentan en el Cuadro 6 y Figura 7. El análisis de varianza arrojó diferencias estadísticas altamente significativas (Apéndice) y la prueba de comparación de medias de Tukey con un 95% de confiabilidad, indicó que el mejor tratamiento fue el de altura de planta de 45 a 60 cm, con 96.49% de sobrevivencia. A la vez, este tratamiento presentó el menor porcentaje de plantas sepultadas con 2.89%.

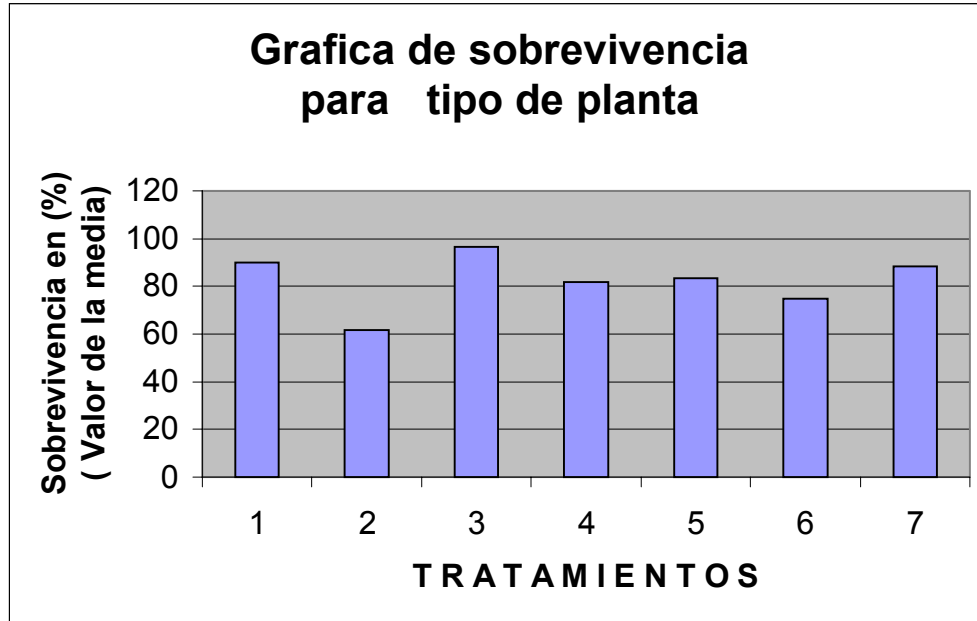


Figura 7. Sobrevivencia en los tratamientos de tipo de planta.

Cuadro 6. Prueba de comparación de medias para los tratamientos de tipo de planta para el parámetro de sobrevivencia.

| Agrupación Tukey | Media (%) | Tratamiento |
|------------------|-----------|--------------|
| a | 96.490 | Altura 45-60 |
| a | 90.000 | Altura 20-25 |
| a | 88.333 | Diámetro 6-8 |
| b a | 83.333 | Raíz 20 |
| b a | 81.667 | Raíz 15 |
| b a | 75.000 | Diámetro 4 |
| b | 61.667 | Altura 30-40 |

Como se mencionó anteriormente, la causa principal de mortalidad, es el enterramiento de la planta, es por esto que se explica la excelente sobrevivencia

que mostró el tratamiento 3, ya que el hecho de tener mayor altura la planta, le permitió sobresalir aún cuando la cepa se hubiera azolvado completamente. El tratamiento 2 mostró un comportamiento inconsistente, ya que aún cuando las plantas eran de un tamaño intermedio, fue el que arrojó el mayor porcentaje de plantas sepultadas, con un 36.5 %.

Con relación a la longitud de raíz, los resultados de sobrevivencia son similares entre los dos tratamientos evaluados, siendo ligeramente mayor la longitud de 20 cm que la de 15, con alrededor de 3%. Con respecto al desempeño de la plantas comparando el diámetro del tallo, la sobrevivencia fue 13.33% mayor en las plantas con diámetro de 6 a 8 mm, que en las de 4 mm.

Longitud del brote

Preparación del terreno y cosecha de agua

Se midió la longitud del brote en cada tratamiento, y se practicaron los correspondientes análisis de varianza (Apéndice) y la prueba de Tukey con 95% de confiabilidad, para determinar las diferencias estadísticas entre tratamientos, encontrándose los siguientes resultados (Cuadro 7 y Figura 8).

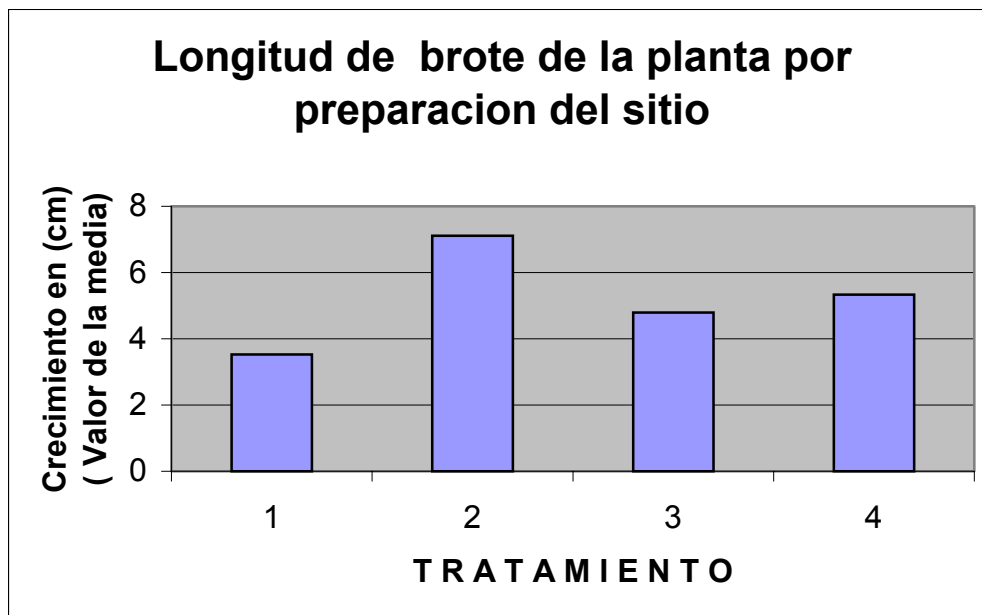


Figura 8. Longitud del brote en los tratamientos de preparación del sitio y cosecha de agua.

La longitud del brote en los tratamientos de preparación del sitio arrojó diferencias estadísticas significativas, siendo mayor en el tratamiento 2 (zanjas individuales) con 7.1 cm en un período aproximado de tres semanas, seguido por el tratamiento 3 (cepas dobles con microcuenca), con 5.3 cm, y el peor tratamiento resultó el 1 (plantación profunda) con 3,5 cm.

Cuadro 7. Prueba de comparación de medias para los tratamientos de preparación del sitio de la variable de longitud de brote.

| Agrupación Tukey | Media (cm) | Tratamiento |
|------------------|------------|---------------------|
| a | 7.107 | Zanja individual |
| b a | 5.333 | Cepa doble |
| b a | 4.793 | Zanja continua |
| b | 3.530 | Plantación profunda |

Tipo de planta

La longitud del brote en los tratamientos de tipo de planta no presentó diferencias estadísticas significativas, siendo similar entre todos los tratamientos con variación entre 3.1 y 4.7 cm.

Cuadro 8. Prueba de comparación de medias para el tratamiento de tipo de planta en la variable de longitud del brote.

| Agrupación Tukey | Media (cm) | Tratamiento |
|------------------|------------|--------------|
| a | 4.750 | Diámetro 4 |
| a | 4.562 | Raíz 20 |
| a | 4.427 | Diámetro 6-8 |
| a | 4.090 | Raíz 15 |
| a | 3.810 | Altura 45-60 |
| a | 3.420 | Altura 20-25 |
| a | 3.167 | Altura 30-40 |

Crecimiento en diámetro

Preparación del terreno y cosecha de agua

El crecimiento en diámetro para los tratamientos de preparación del sitio presenta valores bajos y arrojaron diferencias estadísticas significativas, en el periodo evaluado (apéndice y cuadro 9); sin embargo, el tratamiento de zanjas individuales mostró el mayor crecimiento con 2.8 mm, seguido por el tratamiento 3 (zanja y bordo continuos) con 2.3 mm. El peor tratamiento fue el 4 con 1.1 mm.

Cuadro 9. Prueba de comparación de medias para el tratamiento de preparación del sitio de la variable de crecimiento en diámetro.

| Agrupación Tukey | Media (mm) | Tratamiento |
|------------------|------------|---------------------|
| a | 2.833 | Zanja individual |
| a | 2.300 | Zanja continua |
| a | 1.467 | Plantación profunda |
| a | 1.100 | Cepa doble |

Tipo de planta

El crecimiento en diámetro por tratamiento de tipo de planta mostró diferencias altamente significativas, resultando mayor en el tratamiento 6 (diámetro de 4mm) con 4.5 mm, seguido por el tratamiento 5 (longitud de raíz de 20 cm), con 3.5 mm. El peor tratamiento resultó el 7 (diámetro de 6 a 8 mm) (Figura 9).

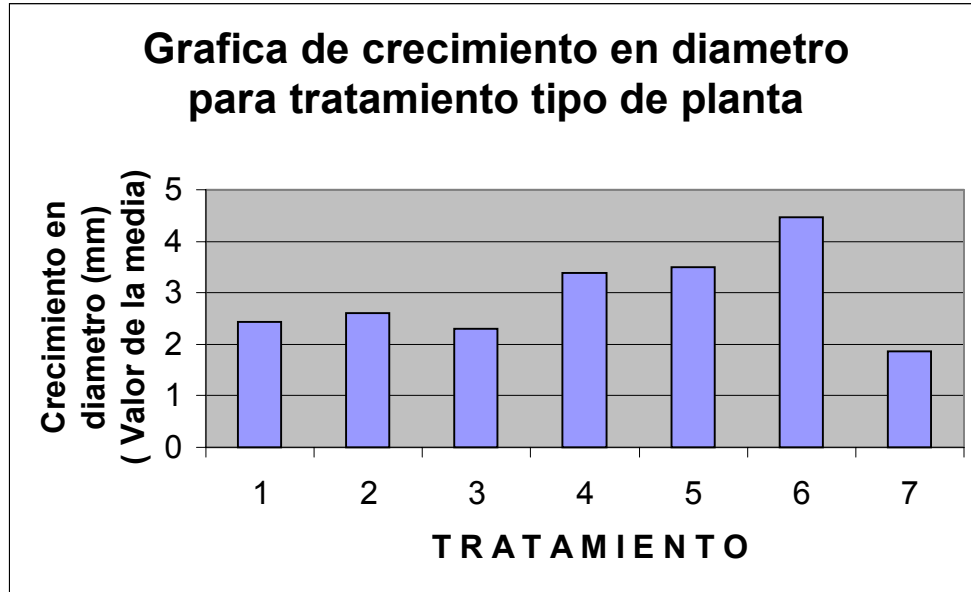


Figura 9. Crecimiento del diámetro para el tratamientos de tipo de planta.

El crecimiento en diámetro por tratamiento de tipo de planta mostró diferencias altamente significativas, resultando mayor en el tratamiento 6 (diámetro de 4mm) con 4.5 mm, seguido por el tratamiento 5 (longitud de raíz de 20 cm), con 3.5 mm. El peor tratamiento resultó el (7 diámetro de 6 a 8 mm).(Cuadro 10)

Cuadro 10. Prueba de comparación de medias para el tratamiento de tipo de planta en la variable de crecimiento en diámetro.

| Agrupación Tukey | Media (mm) | Tratamiento |
|------------------|------------|-----------------|
| a | 4.467 | Diámetro 4 mm |
| b a | 3.493 | Raíz 20 cm |
| b a | 3.385 | Raíz 15 cm |
| b a | 2.600 | Altura 30-40 cm |
| b a | 2.433 | Altura 20-25 cm |
| b | 2.297 | Altura 45-60 cm |
| b | 1.867 | Diámetro 6-8 mm |

Con relación a calidad de planta el tratamiento que mostró el mayor alto índice, de acuerdo Dickson, fue el tratamiento 1 (altura de la planta de 15 – 25 cm) con un valor de 2.197 en comparación con el tratamiento 5 (longitud de la raíz 20 cm) que mostró el valor mas bajo, de 0.1815 (Cuadro4).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Del presente trabajo de investigación se desprenden las siguientes conclusiones:

- ✓ La sobrevivencia mayor después de 8 meses de establecida la plantación en el tratamiento de preparación del sitio, fue el de cepa profunda con un (88.33%) y para el tratamiento de tipo de planta fue el de altura de 45 a 60 cm (96.49%).
- ✓ La sobrevivencia con relación a longitud de raíz de 15 cm, con 81.66%, fue similar, aunque ligeramente menor, que en la longitud de 20 cm, con 83.33% .
- ✓ La sobrevivencia en las plantas con diámetro de tallo de 6 a 8 mm, fue 13.3 % mayor, que en la de plantas de 4 mm.
- ✓ La mayor longitud del brote se presentó en el tratamiento de zanjas individuales, para el período evaluado.
- ✓ No se encontraron diferencias significativas en la longitud del brote relacionado con el tipo de planta.
- ✓ No hubo diferencias significativas en el crecimiento en diámetro en el período evaluado, entre los tratamientos de preparación del sitio.
- ✓ El crecimiento en diámetro por tipo de planta fue mayor en las plantas de 4 mm de diámetro.

Recomendaciones

Las recomendaciones que surgen de la presente investigación son las siguientes:

- ✓ En condiciones similares al sitio donde se realizó la presente investigación, realizar plantaciones de mezquite por medio de zanjas individuales o a cepa común con plantación profunda.

- ✓ Utilizar plantas de mezquite con altura entre 45 y 60 cm y diámetro de tallo en el cuello, mínimo de 6 mm, y longitud de la raíz mínima de 15 cm.
- ✓ Seguir evaluando la plantación, para definir si las tendencias actuales se mantienen estables.
- ✓ Realizar para condiciones similares plantaciones, en áreas mayores, probando los tratamientos que presentaron máxima sobrevivencia y mejor crecimiento.

LITERATURA CITADA

Adame., J y H. Adame. 2000. Plantas curativas del Noreste mexicano Nuevo León, Tamaulipas, Y altiplano Potosino. Primera parte. Editoria Castillo. México, D. F. 386P.

Alanis F., G.J., G. Cano C y M. Rovalo M. 1996. Vegetación y flora de Nuevo León. Una guía botánica-ecológica. CEMEX. Monterrey, N. L. 251P

Arata, P.N. 1981. Prosopis algarobilla grisea; nuevo forraje Argentino. Anales Dep. Nac. Higiene. 1(6):337-348.

- Blackeman., D. A. 1978. Brush control promotes Growth of ponderosa pine planted on bulldozed site. Pacific Southwest Forest and Range Experiment station. U.S.D.A. Forest service. Research Note Psw-238 6 P.
- Benson Lyman (1957). Plant clasification. D.C.Heat and company Boston.Pp 244-28.
- Camacho C.,O.,D. H. DEL VALLE P y G. A. Ruelas A. 1992. Statistical Análisis System (SAS) Ed. Mexico. 174P.
- Capó A., M. A. 2001. Establecimiento de plantaciones forestales: los ingredientes del éxito. Primera edición, Ed. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. P. 200.
- Cerrud N., B.A. 1966. Ensayo de erradiación del Mezquite (Prosopis spp) con los herbicidas Esteron Ten-Ten y Esteron Mata-Arbustos en la región de Saltillo, Coahuila. Tesis profesional. E.S.A.A Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Correl, D. S. Y Johnston M. C. 1970. Manual of the vascular plants of Texas. Published by Texas Research Foundation Renner, Texas.
- CETENAL .1975 a. Cartas Geológica. Gómez Farias. G14 C53. Esc. 1: 50 000. S.P.P. México.
- CETENAL .1975 b. Cartas Topográfica. Gómez Farias. G14 C53. Esc. 1: 50 000. S.P.P. México.
- CETENAL. c .1975. Cartas Edafológica. Gómez Farias. G14 C53. Esc. 1: 50 000. S.P.P. México.
- Daniel. T.W., J.A, Helms y F.S, Baker. 1982. Principios de silvicultura. Editorial

Mc Graw Hill. México. 490P.

Dirección general de geografía del territorio Nacional . Carta hidrológica de aguas superficial G14 10. Concepción de oro. Esc. 1: 250 000. S.S.P. México.

Escárpita H., A.1989.Plantaciones forestales industriales. En memorias del congreso forestal mexicano. S.A.R.H. Toluca edo. México. Pp726-732.

Espejel C., O. 1993. Efecto de diferentes regimenes de fertilización sobre el crecimiento de Pinus greggi Engelm. En etapa de vivero. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 74P.

Frap.1932. The composition and utilizati3n of texas feeding stuffs. Texas Agr. Exp. Sta. Bull. 461.

G3mez, L. F.1970.Mezquites y Huizachez. Algunos aspectos de la Economía Ecología y Taxonomía de los Géneros Prosopis y Acacia en México. I M R N R. México. Pp 3-48.

Gutiérrez P., A. 1989. Conservacionismo y desarrollo del recurso Forestal . Texto guía. Primera Edici3n. Editorial Trillas. 205P.

Hernández N. 1983. Algunas leguminosas importantes. Escuela Particular de Agricultura. Ciudad Juárez, Chihuahua. 8: 2ª. Serie.

Macías A., L.1951. Reforestaci3n. Teoría y prácticas. SAG-D.G.F.C., México. 330 P.

Maldonado., A. L. 1978. Alternativas para el uso del suelo en zonas áridas. Memorias de la primera reuni3n nacional sobre plantaciones forestales. S.A.R.H. DGICF. Publicaci3n Especial No.

13, México.

Miranda., F. 1952. La vegetación de Chiapas. Ediciones del gobierno del estado, segunda parte. Editorial Instituto botánico de estado. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 410P.

Montoya O., J. M. Y Camara O., M. A. 1996. La planta y el vivero forestal. Primera edición. Ediciones grupo Mundi- Prensa. Madrid Barcelona. México. Madrid, España. 126P.

Nájera C.,J.A. 2001. Programa de manejo forestal Ejido el Mezquite municipio de Saltillo Coahuila.68P.

Nájera C, J. A.,M. García. V.,G. Landa. C.,E. Jarillo. M.,C. Rangel. H. 2004. Investigación integral para el establecimiento de plantaciones de Mezquite *Prosopis Glandulosa*. Programas para el desarrollo forestal. 44 P.

Niembro., R. A. 1980. Factores relacionados con la calidad de las semillas que determinan el establecimiento y desarrollo de plantaciones forestales. Departamento de Bosques. Áreas de selvicultura y ordenación forestal, Universidad Autónoma Chapingo. México.

Nilsen, E.T. 1983. Ecology. 64 (6): Pp 1381-1393.

Patiño V., F. Y Vela G., L.1981. Criterios para el establecimiento de ensayo de adaptación de procedencia. Bol. Div. No. 43, INIF, México.61P.

Payne.,S.J.1977.Vascular plant families mad. River press. Inc.California. E.U.A.

Parker., K. F.1972. An illustrated guide to Arizona weed. The Universite of Arizona press. Tucson, U.S.A. Pp 158, 159, 185.

Pennington D., T. Y Sarukhan, J. 1968. Árboles tropicales de México. Primera edición. Editorial Instituto Nacional de investigaciones forestales. Organización de Naciones par a la agricultura y

la alimentación. Imprenta Benjamín Franklin, S.A. de C.V.413 P.

Pimentel., G.A. 1961. A. precosa Algarraibeira. Revista Dos Criadores. 31(1):
56,58,378.

Pimentel, B.L.1978. Preparación del terreno en plantaciones forestales, memorias
de la primera Reunión Nacional sobre plantaciones forestales. SA.R.H.
DGICF. Publicación especial. No.13.

Quintanar A., F. 1961. Los desiertos Mexicanos. México, D. F. SAG. 103P.

Rodríguez S., R. 1989. Ensayo de adaptación de cinco especies de genero
Pinus. Tesis profesional. U.A.A.A.N., Buenavista, Saltillo, Coahuila,
México. 75 P.

Rosas S., G. C. 1989. Plantaciones forestales. En memorias del congreso
forestal mexicano. S.A.R.H. Toluca, Edo. México. Pp773-774.

Rsedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa México Pp. 59, 207, 208
, 213, 247.

Sánchez, S. O.1978. La flora del valle de México. Cuarta edición. Editorial
Herrera. México.

Serrada H., R. Apuntes de repoblaciones forestales. Segunda Edición. Editorial
fundación conde del valle de Salazar, Escuela Universitaria de
ingeniería técnica forestal. Madrid, España. 279 P.

S.E.P.1982. Producción forestal. Editorial. Trillas. México, D. F.50 P.

Schuster, J. L. 1969. Literature on the mesquite (Prosopis L.) of North America;
an Annotated Bibliography Dep. Of Range and Wildlife manaje. Texas
Tec. University U.S.A.

Tasay, L .1872. La presión demográfica sobre las áreas arboladas en lo general y
en las plantaciones en lo particular. Memorias de la Primera
Reunión Nacional sobre plantaciones forestales. SARH. DGICF.
Publicación especial No.13, México

- Thompson, L.C. y Ronal, E. Sosebbe. 1980. Research Highlights. Noxious Brush and weed control. Range and Wildlife. Manage. Vol. II. Pp 12 y 13.
- Trivedi, S.N. 1986. Fuelwood production in India an Evaluation. Indian forester. India .112(4) Pp 279-278.
- UNAM. Instituto de Geografía del Territorio Nacional. 1970. Carta de clima. 14 R – 7. Monterrey . Esc. 1: 500 000.
- Vela., G. L.1978. Selección de especies. Memorias de la primera Reunión Nacional sobre plantaciones forestales. S.A.R.H DGICF. Publicación especial No. 13. México.
- Velásquez, P. J. 1978. La presión demográfica sobre las áreas arboladas en lo general y en las plantaciones en lo particular. Memoria de la primera Reunión Nacional sobre plantaciones forestales. S.A.RH. DGICF. Publicación especial No. 13, México.
- Zarate L., A. 1982. Ensayo de dos especies y una variedad de Pinus con diferentes sistemas de plantación para trabajos de reforestación en zonas semiáridas. Tesis profesional U.A.A.A.N . Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 90P.

APÉNDICE

Apéndice 1. Análisis de varianza y prueba de Tukey para los tratamientos de preparación del sitio.

Variable dependiente: SOBREVIVENCIA

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | F | Pr>F |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|------|--------|
| Modelo | 3 | 543.2291667 | 181.0763889 | 1.84 | 0.2182 |
| Error | 8 | 787.5000000 | 98.4375000 | | |

| | | | | |
|-----------------|------------|--------------|----------|------------------------|
| Total corregido | 11 | 1330.7291667 | | |
| | R-cuadrada | C.V. | Raíz CME | Media de Supervivencia |
| | 0.408219 | 12.36975 | 9.921567 | 80.2083333 |

Prueba de Tukey

Tukey's Studentized Range (HSD) Prueba para la variable: SOBREVIVENCIA

Alpha= 0.05 Confianza= 0.95 gl= 8 CME= 98.4375

Valor Critico para Studentized Range= 4.529

Diferencia mínima significativa =25.943

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes

| Agrupación Tukey | Media | Tratamiento |
|------------------|--------|---------------------|
| a | 88.333 | Plantación profunda |
| a | 83.333 | Zanja individual |
| a | 79.167 | Cepa doble |
| a | 70.000 | Zanja continua |

Apéndice 2. Análisis de varianza y prueba de Tukey para los tratamientos de tipo de planta en la variable de altura.

Variable dependiente: SOBREVIVENCIA

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | F | Pr>F |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------|--------|
| Modelo | 2 | 2057.562422 | 1028.781211 | 11.42 | 0.0090 |
| Error | 6 | 540.587267 | 90.097878 | | |
| Total corregido | 11 | 2598.149689 | | | |

| | | | |
|------------|----------|----------|------------------------|
| R-cuadrada | C.V. | Raíz CME | Media de Supervivencia |
| 0.791934 | 11.47500 | 9.491990 | 82.7188889 |

Prueba de Tukey

Tukey's Studentized Range (HSD) Prueba para la variable: SOBREVIVENCIA

Alpha= 0.05 Confianza= 0.95 gl= 8 CME= 90.09788

Valor Critico para Studentized Range= 4.339

Diferencia mínima significativa = 23.781

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes

| Agrupación Tukey | Media | Tratamiento |
|------------------|--------|--------------|
| a | 96.490 | Altura 45-60 |
| a | 90.000 | Altura 20-25 |
| ba | 61.667 | Altura 30-40 |

Apéndice 3. Análisis de varianza y prueba de Tukey para los tratamientos de tipo de planta en la variable de diámetro.

Variable dependiente: SOBREVIVENCIA

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | F | Pr>F |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|------|--------|
| Modelo | 1 | 266.6666667 | 266.6666667 | 6.40 | 0.0647 |
| Error | 4 | 166.6666667 | 41.6666667 | | |
| Total | 5 | 433.3333333 | | | |

| corregido | R-cuadrada | C.V. | Raíz CME | Media de Supervivencia |
|-----------|------------|----------|----------|------------------------|
| | 0.615385 | 7.904048 | 6.454972 | 81.6666667 |

Prueba de Tukey

Tukey's Studentized Range (HSD) Prueba para la variable: SOBREVIVENCIA

Alpha= 0.05 Confianza= 4 gl= 8 CME= 41.66667

Valor Critico para Studentized Range= 3.929

Diferencia mínima significativa = 14.641

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes

| Agrupación Tukey | Media | Tratamiento |
|------------------|--------|--------------|
| a | 88.333 | Diámetro 6-8 |
| a | 75.00 | Diámetro 4 |

Apéndice 4. Análisis de varianza y prueba de Tukey para los tratamientos de tipo de planta en la variable de longitud de raíz.

Variable dependiente: SOBREVIVENCIA

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | F | Pr>F |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|------|--------|
| Modelo | 1 | 4.16666667 | 4.16666667 | 0.05 | 0.8340 |
| Error | 4 | 333.33333333 | 83.33333333 | | |

| | | | | |
|-----------------|------------|--------------|----------|------------------------|
| Total corregido | 5 | 337.50000000 | | |
| | R-cuadrada | C.V. | Raíz CME | Media de Supervivencia |
| | 0.0123 | 11.06510 | 6.454972 | 82.50000000 |

Prueba de Tukey

Tukey's Studentized Range (HSD) Prueba para la variable: SOBREVIVENCIA

Alpha= 0.05 Confianza= 4 gl= 8 CME= 83.33333

Valor Critico para Studentized Range= 3.929

Diferencia mínima significativa = 20.706

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes

| Agrupación Tukey | Media | Tratamiento |
|------------------|--------|-------------|
| a | 88.333 | Raiz 20 |
| a | 81.667 | Raiz 15 |

Apéndice 5. Análisis de varianza y prueba de Tukey para los tratamientos de tipo de planta general.

Variable dependiente: SOBREVIVENCIA

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | F | Pr>F |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|------|--------|
| Modelo | 6 | 2332.556448 | 388.759408 | 5.23 | 0.0051 |
| Error | 14 | 1040.587267 | 74.327662 | | |

| | | | | |
|-----------------|------------|-------------|----------|------------------------|
| Total corregido | 20 | 3373.143714 | | |
| | R-cuadrada | C.V. | Raíz CME | Media de Supervivencia |
| | 0.691508 | 10.46843 | 8.621349 | 82.3557143 |

Prueba de Tukey

Tukey's Studentized Range (HSD) Prueba para la variable: SOBREVIVENCIA

Alpha= 0.05 Confianza= 0.95 gl= 14 CME= 74.32766

Valor Critico para Studentized Range= 4.829

Diferencia mínima significativa =24.037

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes

| Agrupación Tukey | Media | Tratamiento |
|------------------|--------|--------------|
| a | 96.490 | Altura 45-60 |
| a | 90.000 | Altura 20-25 |
| a | 88.333 | Diámetro 6-8 |
| b a | 83.333 | Raíz 20 |
| b a | 81.667 | Raíz 15 |
| b a | 75.000 | Diámetro 4 |
| b | 61.667 | Altura 30-40 |

Apéndice 6. Análisis de varianza y prueba de Tukey para longitud del brote de la planta en tratamientos de preparación del sitio.

Variable dependiente: LONGITUD DE BROTE

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | F | Pr>F |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|------|--------|
| Modelo | 3 | 19.82129167 | 6.60709722 | 6.25 | 0.0171 |
| Error | 8 | 8.4536000 | 1.05670000 | | |

| | | | | |
|-----------------|------------|-------------|----------|-------------------|
| Total corregido | 11 | 28.27489167 | | |
| | R-cuadrada | C.V. | Raíz CME | Media de longitud |
| | 0.701021 | 19.80335 | 1.027959 | 5.19083333 |

Prueba de Tukey

Tukey's Studentized Range (HSD) Prueba para la variable: LONG. BROTE

Alpha= 0.05 Confianza= 0.95 gl= 8 CME= 1.0567

Valor Critico para Studentized Range= 4.529

Diferencia mínima significativa =2.688

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes

| Agrupación Tukey | Media | Tratamiento |
|------------------|-------|---------------------|
| a | 7.107 | Zanja individual |
| b a | 5.333 | Cepa doble |
| b a | 4.793 | Zanja continua |
| b | 3.530 | Plantación profunda |

Apéndice 7. Análisis de varianza y prueba de Tukey para longitud del brote en tratamientos de tipo de planta.

Variable dependiente: LONGITUD DE BROTE

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | F | Pr>F |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|------|--------|
| Modelo | 6 | 6.38400285 | 1.06400048 | 1.29 | 0.3239 |
| Error | 14 | 11.55917263 | 0.82565519 | | |

| | | | | |
|-----------------|------------|-------------|----------|-------------------|
| Total corregido | 20 | 17.94317549 | | |
| | R-cuadrada | C.V. | Raíz CME | Media de longitud |
| | 0.355790 | 22.53531 | 0.908656 | 4.03214286 |

Prueba de Tukey

Tukey's Studentized Range (HSD) Prueba para la variable: LONG. BROTE

Alpha= 0.05 Confianza= 0.95 gl= 14 CME= 0.825655

Valor Critico para Studentized Range= 4.829

Diferencia mínima significativa =2.5334

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes

| Agrupación Tukey | Media | Tratamiento |
|------------------|-------|--------------|
| a | 4.750 | Diámetro 4 |
| a | 4.562 | Raíz 20 |
| a | 4.427 | Diámetro 6-8 |
| a | 4.090 | Raíz 15 |
| a | 3.810 | Altura 45-60 |
| a | 3.420 | Altura 20-25 |
| a | 3.167 | Altura 30-40 |

Apéndice 8. Análisis de varianza y prueba de Tukey para el crecimiento en diámetro en tratamientos de preparación del sitio.

Variable dependiente: CRECIMIENTO EN DIÁMETRO

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | F | Pr>F |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|------|--------|
| Modelo | 3 | 5.56916667 | 1.85638889 | 3.65 | 0.0637 |
| Error | 8 | 4.07333333 | 0.50916667 | | |

| | | | | |
|-----------------|------------|------------|----------|----------------------|
| Total corregido | 11 | 9.64250000 | | |
| | R-cuadrada | C.V. | Raíz CME | Media de Crecimiento |
| | 0.577565 | 37.06801 | 0.713559 | 1.92500 |

Prueba de Tukey

Tukey's Studentized Range (HSD) Prueba para la variable: CRECIMIENTO

Alpha= 0.05 Confianza= 0.95 gl= 8 CME= 0.509167

Valor Critico para Studentized Range= 4.529

Diferencia mínima significativa =1.8659

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes

| Agrupación Tukey | Media | Tratamiento |
|------------------|-------|---------------------|
| a | 2.833 | Zanja individual |
| a | 2.300 | Zanja continua |
| a | 1.467 | Plantación profunda |
| a | 1.100 | Cepa doble |

Apéndice 9. Análisis de varianza y prueba de Tukey para crecimiento en diámetro por tipo de planta.

Variable dependiente: CRECIMIENTO EN DIÁMETRO

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | F | Pr>F |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|------|--------|
| Modelo | 6 | 14.31683045 | 2.38613841 | 4.45 | 0.0100 |

| | | | |
|-----------------|------------|-------------|----------------------|
| Error | 14 | 7.50228066 | 0.53587719 |
| Total corregido | 20 | 21.81911111 | |
| | R-cuadrada | C.V. | Raíz CME |
| | 0.656160 | 24.94633 | 0.732036 |
| | | | Media de Crecimiento |
| | | | 2.93444444 |

Prueba de Tukey

Tukey's Studentized Range (HSD) Prueba para la variable: CREC. DIAM

Alpha= 0.05 Confianza= 0.95 gl= 14 CME= 0.535877

Valor Critico para Studentized Range= 4.829

Diferencia mínima significativa =2.041

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes

| Agrupación Tukey | Media | Tratamiento |
|------------------|-------|--------------|
| a | 4.467 | Diámetro 4 |
| b a | 3.493 | Raíz 20 |
| b a | 3.385 | Raíz 15 |
| b a | 2.600 | Altura 30-40 |
| b a | 2.433 | Altura 20-25 |
| b | 2.297 | Altura 45-60 |
| b | 1.867 | Diámetro 6-8 |