

UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

**“ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACION Y RESTAURACION
DE SUELOS DETERIORADOS MEDIANTE EL ESTABLECIMIENTO
DE ARBUSTIVAS FORRAJERAS, CON AUXILIO DE RIEGO”**

T E S I S

ANGELICA ROCÍO ALBELAIS GONZALEZ

NOVIEMBRE DEL 2005

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

**ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACION Y RESTAURACION DE SUELOS
DETERIORADOS MEDIANTE EL ESTABLECIMIENTO DE ARBUSTIVAS
FORRAJERAS, CON AUXILIO DE RIEGOS**

TESIS

**Sometida a la consideración del
Departamento de Agricultura y Ganadería**

de la

Universidad de Sonora

Por

Angélica Rocío Albelais González

**Como requisito parcial para obtener
el título de Ingeniero Agrónomo
Zootecnista**

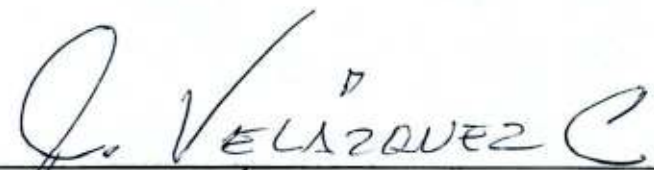
Noviembre de 2005

Esta tesis fue realizada bajo la Dirección del Consejo Particular aprobada y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

CONSEJO PARTICULAR

DIRECTOR:


M.C. JUVENAL VELÁZQUEZ CAUDILLO

ASESOR:


M.S. ALFREDO SERRANO ESQUER

ASESOR:


ING. ROBERTO GARCÍA SOTO

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por haberme prestado vida y salud para lograr con gran satisfacción una de mis metas.

A MI MADRE

Maricela González Ramírez, por haberme brindado su apoyo incondicional en todo momento y por su valioso esfuerzo para poder darme una formación como profesionista.

A MI HERMANA

Marisol, que de una forma u otra me ayudo y me apoyo para llegar al final de mis estudios.

A MI HIJO

José Pablo, por ser siempre mi fuente de inspiración para seguir adelante.

A MIS AMIGOS

Por haberme brindado su apoyo en todo momento.

A LA UNIVERSIDAD DE SONORA

Por haberme dado la oportunidad de formarme como profesionista.

AL DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

Por las facilidades prestadas en el desarrollo de todos los trabajos desempeñados durante la realización de mis estudios y de mi trabajo de tesis.

A LA COMISION NACIONAL FORESTAL

Por haberme dado la oportunidad de llevar acabo esta investigación y por el apoyo económico para la realización de este trabajo.

A MI MAESTRO JUVENAL VELAZQUEZ CAUDILLO

Por su apoyo y paciencia mostrada durante la elaboración de este proyecto.

GRACIAS

DEDICATORIA

Con todo mi cariño y respeto a mi madre Maricela González Ramírez, por haberme brindado su apoyo en todo momento y por el esfuerzo tan grande y tan valioso que hizo para poder darme una formación como profesionista.

También a mi hijo José Pablo, ya que el ha sido y será siempre mi fuente de inspiración y que me ha dado la fuerza de luchar y seguir adelante hasta el final.

CONTENIDO

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS	vii
I.- INTRODUCCIÓN	1
1.1.- Objetivos	2
1.2.- Metas	2
II.- LITERATURA REVISADA	3
2.1.- Antecedentes	3
2.2.- Importancia del contenido nutricional de las plantas	5
2.3.- Importancia de un componente arbustivo forrajera	5
2.4.- Ventajas de un componente arbustivo	6
2.5.- Rasgos característicos de las arbustivas	8
2.6.- Descripción del matorral arbosufrutescente	8
2.7.- Manejo de arbustivas	9
2.8.- Revegetación	10
2.9.- Generalidades del zacate buffel	11
2.9.1.- Descripción	12
2.9.2.- Adaptabilidad	12
2.9.3.- Ciclo de vida y productividad	12
2.9.4.- Usos	13
2.10.- Descripción de las plantas	14
2.10.1.- Zámota	14
2.10.2.- Palo fierro	15
2.10.3.- Mezquite	15
2.10.4.- Palo verde	16
2.11.- Sistemas de riego presurizados	17
III.- MATERIALES Y METODOS	20
3.1.- Localización	20
3.2.- Diseño experimental y variables evaluadas	22
3.3.- Preparación de la cama de siembra	22
3.4.- Procedimiento de propagación	23

3.5.- Procedimiento de trasplante	23
3.6.- Sistema de riego	24
3.7.- Auxilios de riego	25
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1.- Comportamiento general de las plantas en el área de estudio	26
4.2.- Supervivencia	27
4.3.- Mortalidad	33
V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
VI.- LITERATURA CITADA	37

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1.- Distribución de las plantas en el área de estudio	23
Cuadro 2.- Características de la vegetación del área de estudio	27
Cuadro 3.- Composición florística del área de estudio durante el periodo de Evaluación	28
Cuadro 4.- Porcentaje de sobrevivencia de las plantas transplantadas en bordos, en los diferentes períodos de evaluación	30
Cuadro 5.- Porcentaje de sobrevivencia de las plantas transplantadas en surcos, en los diferentes períodos de evaluación	30
Cuadro 6.- Características de las plantas usadas al inicio del estudio, cuando fueron propagadas en bolsas y conos	32
Cuadro 7.- Características de las plantas usadas al final del estudio, cuando fueron propagadas en bolsas y conos	33
Cuadro 8.- Porcentaje de mortalidad de las plantas transplantadas en bordos, en los diferentes períodos de evaluación	34
Cuadro 9.- Porcentaje de mortalidad de las plantas transplantadas en surcos, en los diferentes periodos de evaluación	34
Cuadro 10.- Características de las plantas utilizadas en el transplante, cuando fuero propagadas el bolsas y conos	35
Figura 1.- Instalación de la línea de conducción que llevó el agua de la pila al área de estudio	21
Figura 2.- Planta desprovista de su bolsa al momento de hacer el transplante	24
Figura 3.- Área de estudio mostrando el transplante y las cintas de riego en Las dos camas de siembra	25
Figura 4.- Situación del área al inicio del estudio	26
Figura 5.- Situación del área al final de lo estudio	28

RESUMEN

Los grandes eventos climáticos que se han presentado en los ecosistemas en los últimos 100 años, dejaron importantes cambios en la biodiversidad y productividad de los agostaderos con climas desérticos, provocando además fuertes bajas en la producción de zacates y arbustos de buen valor forrajero. Los cambios en la vegetación, el manejo inadecuado del pastoreo del ganado doméstico, aunado a la presencia de períodos prolongados de sequías, han llevado a los agostaderos de Sonora a perder mas de la mitad de su potencial productivo, presentando además severos daños en el suelo, y si consideramos que el proceso de recuperación de suelos deteriorados, es gradual y de largo plazo, necesariamente debe ponerse especial atención a programas de rehabilitación y revegetación. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la capacidad de adaptación de cuatro especies forrajeras nativas a través de un programa de trasplante en una pradera de zacate buffel deteriorada, donde se apoyó el establecimiento de las plantas con la construcción de obras de captación de agua y la aplicación de riegos de auxilio. Se utilizaron las especies arbustivas mas importantes en el agostadero Sonorense, que incluyó la zámota, palo fierro, palo verde y mezquite, las cuales fueron propagadas en viveros, por medio de dos métodos diferentes que incluyeron bolsa de hule negro y conos. Las plantas seleccionadas fueron transplantadas en una pradera de zacate buffel deteriorada, mediante un proceso de trasplante que incluyó la construcción de cepas de 30 cms de profundidad, hechas mediante una broca accionada por la toma de fuerza de un tractor agrícola, separadas a 2 metros de distancia entre plantas. Se construyeron dos diferentes camas de siembra que fueron; bordos y surcos en curvas a nivel en los cuales se colocaron las plantas estratégicamente de acuerdo al diseño de campo seleccionado. Los resultados mostraron un diferencia significativa en la capacidad de sobre vivencia para la especie zámota, la cual alcanzó un 76 % de plantas vivas al final del estudio, contra las otras especies que tuvieron valores menores al 50%. También se encontró, que en cuanto al efecto de los métodos de propagación usados, las plantas propagadas en bolsas tuvieron un mayor desempeño y capacidad de sobre vivencia, de hasta cinco veces mayor a las plantas propagadas en conos. En cuanto a las camas de siembra usadas, no mostraron una diferencia significativa, en cuanto al porcentaje de sobre vivencia de las plantas.

PALABRAS CLAVES: Arbustivas forrajeras, Restauración, Praderas, Suelos Erosionados.

INTRODUCCION

Los grandes eventos climáticos que se han presentado en los ecosistemas en los últimos 100 años, dejaron importantes cambios en la biodiversidad y productividad de los agostaderos con climas desérticos provocando además fuertes bajas en la producción de zacates y arbustos de buen valor forrajero.

Los cambios en la vegetación, el manejo inadecuado del pastoreo del ganado doméstico, aunado a la presencia de períodos prolongados de sequías, han llevado a los agostaderos de Sonora a perder más de la mitad de su potencial productivo, presentando además severos daños en el suelo, y si consideramos que el proceso de recuperación de suelos deteriorados, es gradual y de largo plazo, necesariamente debe ponerse especial atención a programas de rehabilitación y revegetación.

Diversos estudios realizados en la región con el fin de rehabilitar agostaderos deteriorados, mediante programas de revegetación utilizando arbustivas forrajeras nativas, han dejado resultados muy variados, que finalmente no han demostrado buenos porcentajes de establecimiento, encontrándose que los mayores problemas que inciden en esta situación están: la falta de humedad en los primeros días posteriores al trasplante, la baja capacidad de estos suelos para captar y retener el agua de lluvias y los daños provocados por la fauna silvestre, como las liebres, venados, ratas y ratones, los cuales al no tener otras fuentes de alimentación disponibles, han incrementado el consumo de estas plantas.

Ante la grave situación en que se encuentran estos ecosistemas, se hace necesario establecer programas dirigidos a la recuperación de la cubierta vegetal, que incluya la siembra y trasplante de especies nativas valiosas y la realización de obras de captación de agua, que permitan a corto y mediano plazo, mejorar la productividad de los agostaderos y que ofrezcan a los animales una diversidad de especies mayor y más segura a través de los distintos períodos del año.

1.1 Objetivos

El presente estudio, se llevó a cabo con la finalidad de aprovechar las cualidades productivas y la capacidad de adaptación de cuatro especies de arbustivas nativas, a través de un programa de siembra y transplante en una pradera de zacate buffel deteriorada, provocado por el mal manejo y las adversas condiciones climáticas que se han presentado en los últimos años, entre las que destaca las malas lluvias y la desigual distribución de las mismas a través del año, por lo cual se decidió emplear técnicas de riego presurizado para la aplicación de riegos de auxilio, mediante riego por goteo y poder apoyar el establecimiento de las plantas, además de la construcción de obras de captación de agua, mediante surcos y bordos en curvas a nivel.

1.2 Metas

Los procedimientos antes mencionados y que fueron usados en este estudio, pretende ser una metodología segura, que permita alcanzar las siguientes metas: Crear mediante un diseño práctico, un paquete tecnológico que se pueda implementar a nivel de campo aprovechando la infraestructura instalada en los ranchos del Estado y publicar la información obtenida, para que sea empleada por los productores y que les permita tomar decisiones adecuadas, sobre el futuro manejo de estos ecosistemas productivos.

LITERATURA REVISADA

2.1 Antecedentes

El extenso uso de los ecosistemas de la tierra que acompaña el crecimiento de la población humana y su desarrollo, continuamente reduce y fragmenta el hábitat natural. La pérdida de hábitat y la reducción de las áreas de los ecosistemas, en conjunto repercuten en la pérdida de diversidad biológica y en la calidad de la biomasa producida (Granados –Sánchez, 1999).

Sonora cuenta con 18, 493,400 has., como superficie total, distribuidas en 23 tipos de vegetación diferentes, de las cuales 16, 170,500 son de agostadero natural (Jaramillo, 1994).

Una gran porción de los pastizales nativos de Sonora está constituida por matorrales, los cuales se encuentran principalmente en la parte central del Estado y abarcan cerca de cinco millones de hectáreas (Velázquez, 1990).

En la actualidad se estima que existen por lo menos 1 millón de hectáreas que presentan problemas de deterioro y bajo potencial de producción forrajera (150-300 Kg./ha) ya que producen de 3 a 5 veces menos forraje del que deberían. Los pastizales deteriorados presentan un alto potencial de erosión debido a la escasa protección del suelo. La cubierta vegetal de las especies importantes difícilmente se recupera a corto plazo mediante la reducción de la carga animal o protección del pastoreo; por lo que se requiere de la aplicación de prácticas de rehabilitación como la siembra de especies, para mejorar la capacidad de producción de forraje y carne y hacer la actividad ganadera mas rentable (Ibarra y Col., 2005).

La vegetación arbustiva es el recurso vegetal más extenso y diverso en México. Es uno de los tipos de vegetación menos entendido y posiblemente más pobremente aprovechado. El apacentamiento del ganado y la fauna silvestre es el aprovechamiento

sustantivo; las posibilidades de desarrollo de las arbustivas para otros propósitos: industriales, recreación, escenario, producción de biomasa y productos medicinales, esta ocurriendo en respuesta a la generación de conocimiento, tecnología, economía y el cambio de actitudes y expectativas de la sociedad moderna (Pérez, et al., 1993).

En Sonora se han establecido diversos tipos de vegetación, caracterizados por la presencia de numerosas especies de árboles y arbustos, las cuales constituyen un recurso natural renovable por los muchos productos y beneficios que de ellos se derivan, por lo cual son un patrimonio para todos los habitantes de la tierra. Su importancia ya era reconocida desde tiempos remotos por el hombre. Los árboles y arbustos controlan la temperatura ambiental debido a que su follaje intercepta, absorbe y refleja la radiación solar abatiendo las temperaturas extremas de una localidad determinada. Su follaje también amortigua el impacto de la lluvia y permite su escurrimiento por las ramas y fustes hacia el suelo, obligándola a derivar lentamente por las laderas e introducirse a los perfiles interiores. Además de regular el ciclo hidrológico los árboles y arbustos liberan oxígeno al ambiente, proporcionan hábitat y es la fuente principal de alimento de muchos animales silvestres, protegen al suelo de la erosión y favorecen la fertilidad por medio de la descomposición que sufren las ramas, hojas, flores, frutos, los cuales forman el mantillo (Niembro, 1990).

En el medio rural, algunas especies de árboles y arbustos son muy importantes ya que proporcionan diversos productos entre los cuales destacan leña, carbón, artículos de uso agrícola y doméstico, semillas, frutos, etc. (Niembro, 1990).

Desafortunadamente, el desconocimiento del hombre acerca de la importancia de los árboles y arbustos, así como la necesidad de satisfacer sus más esenciales necesidades, ha propiciado la destrucción de las extensas zonas de vegetación. Esta destrucción además de alterar el equilibrio ecológico y dañar considerablemente la economía de la región, ha colocado en peligro de extinción a diversas especies de plantas y animales y en algunos lugares poblaciones completas de árboles producto de

millones de años de evolución han desaparecido de la faz de la tierra, muchas veces sin haber sido estudiadas completamente (Niembro, 1990).

2.2 Importancia del contenido nutricional de las plantas

Es importante conocer el contenido nutricional de las plantas sobretodo de aquellas que consume el ganado, ya que éstas le proporcionan las bases para suplementar los elementos cuya disponibilidad se reducen en determinada época del año. El valor nutricional del alimento consumido por el ganado en el agostadero no es constante y varia de acuerdo a la época del año, al estado de madurez de las plantas consumidas y depende también de la especie vegetal de que se trate. Principalmente las especies de arbustos y árboles presentan mayor contenido proteico y solo en los meses de mayo – junio disminuyen sus valores, pero ésta baja es compensada por la producción de flores y frutos que contienen alto porcentaje de proteína (Velázquez, 1997).

2.3 Importancia de un componente arbustivo forrajero

La vegetación es el recurso natural más extenso y diverso de México. Es uno de los tipos de vegetación menos entendido y posiblemente más pobremente aprovechado. El apacentamiento del ganado y fauna silvestre es el aprovechamiento más sustantivo (Pérez, et al., 1993). Las arbustivas constituyen un grupo ecológico importante. Son importantes para el hábitat de la fauna silvestre, para la cuenca hidrológica y para las actividades humanas.

Por otro lado, reducen el movimiento del aire debido a las características de arquitectura del dosel, lo que trae como resultado una reducción en la evaporación. Una mayor humedad relativa puede ser generada debajo del dosel de los arbustos cuando se compara con las áreas abiertas. Está modificación ambiental genera para ciertas especies, un sitio seguro para la germinación y establecimiento. A nivel comunidad, se ha detectado bajo ciertas condiciones que la presencia de arbustos al crear un macro ambiente, favorece la cantidad y calidad del forraje (Pérez, et al., 1993).

Los arbustos también influyen en el ciclo hidrológico de los nutrientes. Este es un proceso en que la hojarasca juega un rol importante. Después de que ésta es depositada sobre la superficie del suelo, se genera lo que algunos autores denominan como: “ Isla de Fertilidad ”, ya que la hojarasca incrementa la materia orgánica, la que en consecuencia incrementa la Capacidad de Intercambio Catiónico. Este proceso se ha generalizado llegando a establecerse que debajo del dosel de los arbustos existe una mayor cantidad de nutrientes que los encontrados en los espacios abiertos entre ellos (Pérez, et al., 1993).

Hay una gran demanda de proteínas de origen animal para consumo humano, pero la producción es insuficiente. La máxima eficiencia en la producción de proteínas radica en el aprovechamiento de las especies forrajeras que constituyen la base de la alimentación del ganado y el recurso más económico. Esto implica el contar con especies forrajeras de calidad y alto rendimiento para satisfacer las necesidades de nutrientes digeribles del ganado en pastoreo, que es una forma eficiente de aprovechar los recursos suelo-planta-clima-animal (Pérez, et al., 1993).

2.4 Ventajas de un componente arbustivo

El follaje apetecible de arbustos forrajeros contiene 20% o más de proteína cruda, mucho mayor que el contenido de proteína de zacates perennes. Pero quizás más importantes que el contenido de proteína mismo, es el intervalo de tiempo en que ésta calidad se mantiene. Una vez que se establece, los arbustos tienden a ser de larga vida. Es improbable que la presión del ramoneo por animales doméstico, provoque la muerte a plantas adultas, especialmente bajo situaciones de hatos controlados (Norton, 1993).

La mayor capacidad de enraizamiento que tiene las plantas arbustivas les permiten llegar a zonas que otras plantas dejan inexploradas y sobrevivir a períodos de sequía mas o menos intensa pero como se ha señalado, corre también el riesgo de agotar el agua antes de que la planta alcance la madurez. Es importante conocer los mecanismos de respuesta básicos o generales que utilizan las plantas ante una situación

crítica o de riesgo y los mecanismos más específicos ante un tipo de estrés particular, entre ellos los genes (Raya-Pérez, 1998).

De acuerdo a Granados –Sánchez, (1998), el estrés hídrico se produce cuando la cantidad de agua que se evapora mediante transpiración, es superior a la que la planta es capaz de incorporar a través de sus raíces. Los mecanismos o respuestas que han desarrollado pueden tener un valor que se relacione con la adaptación en términos que reducen más los efectos de la tensión. Sin embargo, es difícil distinguir entre las respuestas simples y las adaptaciones de tensión hídrica, lo que se resume como sigue:

1. Cambios morfológicos
 - a) Desprendimiento de las hojas
 - b) Cambios del ángulo de la hoja
 - c) Factores de la raíz
 - d) Cera cuticular de las hojas
 - e) Ajuste osmótico
 - f) Alargamiento de la hoja
 - g) Comportamiento de los estomas
 - h) Fotosíntesis
 - i) Traslocación
 - j) Acumulación de prolina.

Las adaptaciones de las plantas a las regiones áridas, pueden ser consideradas como estrategias evolutivas, para enfrentar la sequía mediante comportamiento, funcionamiento y morfo-anatomía particular (Granados y Col., 1998). Sobre esta base se distinguen los siguientes grupos:

- a) Las que escapan a la sequía
- b) Las que evaden la sequía
- c) Las tolerantes a la sequía

2.5 Rasgos característicos de las arbustivas

La apreciación que tiene la gente sobre estas plantas es la siguiente:

- Los arbustos son plantas inútiles.
- Los arbustos son apetecibles únicamente para las cabras.
- Los arbustos indeseables ocupan grandes cantidades de terreno.
- Los arbustos son de poco valor forrajero.
- La mayoría de los arbustos son espinosos, toscos y en consecuencia, constituyen una amenaza.
- El control de arbustivas es esencial en un programa de rehabilitación de agostadero (García, 1993).

Por otra parte, es preciso consignar información que pone en relieve el valor de esta forma vital:

- Diseño excepcional “una maravilla”, que lo hace apto para tolerar condiciones de sequía o aridez, suelos pobres en cuanto a nutrimentos y fuego.
- El tipo de aprovechamiento: apacentamiento, forraje y refugio para el ganado y para la fauna silvestre, entre otras cosas (García, 1993).

2.6 Descripción del matorral arbosufrutescente

Vegetación de arbustos y semiarbustos de altura mediana entre un estrato superior de árboles bajos y uno inferior de gramíneas y hierbas, la mayor parte efímeras. Se encuentra en llanuras, bajíos, lomeríos bajos y cerros pequeños. Predominan los suelos de textura migajón arenoso con poca pedregosidad en los bajíos y llanuras.

Localización:	Parte central del Estado, en Carbó, Hermosillo, Santa Ana, Ures, Sonora
Superficie:	3,596,718 has, que ocupan el 19.3% de la superficie Estatal total.
Clima:	Árido y muy cálido, con temperaturas promedios de 23°C y precipitación de 240 a 450 mm.

- Especies: *Cercidium spp.*, *Prosopis glandulosa*, *Olneya Tesota*
Encelia farinosa, *Bouteloua rothrockii*, *Aristida spp.* y
Opuntia spp.
- Coefficiente de agostadero: Para condición buena y en su mejor sitio, se recomiendan 24 hectáreas por unidad animal (Velázquez, 1997).

2.7 Manejo de arbustivas

En el manejo tradicional de pastizales se ha utilizado el concepto “control de arbustos indeseables” sin considerar que la mayoría de estas especies desempeñan un papel importante para mantener el equilibrio ecológico de los ecosistemas, proporcionan recursos alimenticios, medicinales, artesanales, etc. Y generan beneficios económicos a la humanidad. Son también importantes para retener el suelo protegiéndolo de la erosión, además de que constituyen parte del hábitat de la fauna silvestre. La razón fundamental es que en los agostaderos nativos las arbustivas producen forraje en la época en la que los pastizales están prácticamente secos; por la forma y tamaño de sus raíces pueden extraer el agua desde zonas más profundas y están perfectamente adaptadas a las condiciones climáticas prevalecientes en esas regiones (Jaramillo, 1994).

Por lo anteriormente expuesto, se propone difundir entre los ganaderos las siguientes ideas principales:

- Conservar en sus predios una buena cobertura de las especies arbustivas nativas de interés económico.
- Incorporar al plan de manejo normal del rancho; por ejemplo, tratar de que tengan una altura adecuada de pastoreo.
- Establecer especies arbustivas forrajeras de interés para el hombre en las zonas donde actualmente existen praderas monofilas de algún zacate.
- Evitar a toda consta los desmontes totales.
- Finalmente con fines de conservación de los suelos para contribuir a restaurar las zonas muy erosionadas como son las superficies tepetatosas, revegetar con especies arbustivas (Jaramillo, 1994).

2.8 Revegetación

Los suelos que han perdido su vegetación, pierden su capa superficial, su capa arable, donde se encuentra la materia orgánica, el limo, la arcilla, o sea, el alimento de las plantas. Consecuentemente los suelos pierden también su productividad y se altera el medio ambiente. Las condiciones ecológicas de estas zonas y la labor destructiva del hombre, han originado la existencia de grandes áreas de suelo desnudo y extensas superficies donde difícilmente se pueden desarrollar árboles. Por las condiciones de suelo y temperatura, sólo crecen pastos y arbustos que es necesario volver a plantar para recuperar la cubierta vegetal; por ello consideramos mas apropiado, más cercano a la realidad y más acorde con la vegetación natural, usar el termino “ Revegetación ” (Jaramillo, 1994).

Revegetar no solo debe entenderse como siembra de pastos y/o de leguminosas, sino cuidar del potrero y lograr el desarrollo y establecimiento de los pastos antes de permitir que el ganado inicie su aprovechamiento, así como lograr que otras especies vegetales se reproduzcan (Jaramillo, 1994).

Se estima que zonas desérticas sustentan la tercera parte de la población ganadera del país. La actividad pecuaria de mayor importancia en el Estado es la ganadería bovina, que se desarrolla bajo el sistema vaca-becerro y cuyo producto se destina a la exportación, siendo importante fuente de divisas para nuestro país. La falta de infraestructura y el desconocimiento del manejo de los recursos naturales, aunado a las condiciones prevalecientes de lluvias escasas, erráticas, mal distribuidas y con temperaturas extremas, han conducido a la destrucción de la cubierta vegetal y al sobrepastoreo extremo en los agostaderos, con la consecuente erosión de los suelos, modificación del hábitat para la fauna silvestre y pérdida de la biodiversidad. Para ello, es necesario realizar programas de revegetación, crear una conciencia respecto a la vegetación existente, tomando medidas para conservarla y acrecentarla (Jaramillo, 1994).

2.9 Generalidades del zacate buffel

Este zacate es originario de las regiones subtropicales y semiáridas de África y de la India, en donde se localiza sobre los suelos secos y arenosos. Se ha diseminado por diversas regiones del mundo gracias a la acción del hombre. Podemos considerar que hay tres tipos específicos de acuerdo a su tamaño, variedades altas: Biloela, Numbank, Tarewinnabar, Molopo y Lawes; alcanzan una altura hasta de 1.50 metros, con hojas grandes de color verde azul (Alcalá, 1995).

Las variedades medianas son Gayndah, American y Cloncurry, crecen de .90 a 1.20 metros y desarrollan gran cantidad de rebrotes. Las variedades pequeñas, 0.75 metros de altura, crecen en zonas de menor precipitación, el más conocido es el West Austrialian. Desde hace algunos años, se han introducido al país otras variedades:

- Biloela. 500mm, soporta el pastoreo aunque es menos apetitosa.
- Numbank. Mayor de 500 mm difícil de exterminar, más sabroso que biloela.
- Boorara. Similar a biloela pero tiene más follaje y de tallos más delgados, madura más tarde pero da más producción.
- Gayndah. De altura media y hoja fina, más apetitoso que biloela, pero produce menos y no es tan vigoroso. Es bueno para campos forestales y para borregos.
- West Austrialian. De maduración temprana y corto crecimiento, bueno para zonas secas.
- Tarewinnabar. Sus hojas de color verde brillante, lluvias de 650 a 800 mm, crece muy bien en la primavera australiana.
- Molopo. Produce estolones y semilla y es más tolerante al frío, pero es sensible a la escasez de nitrógeno y es de temporada más larga que biloela (Alcalá, 1995).

Otras variedades de zacate buffel de reciente introducción en México: azul, hindú II, buffel 8, hindú I africano, pretoria, south rhodesia. En la India este zacate fue sembrado con gran éxito en situaciones difíciles, en un desierto descubierto para

controlar los movimientos del terreno (erosión) y con lluvias solamente deficientes ha prosperado y controlado la erosión producida por el viento, produciendo además excelente pastura cuando es posible controlarlo y pastorearlo (Alcalá, 1995).

2.9.1 Descripción

El zacate buffel es una planta perenne, de una corona fuerte y nudosa que produce una masa de raíces largas, fuertes y abundantes, las hojas son alargadas y un poco ásperas; la inflorescencia es un panículo en forma de espiga de una a cuatro pulgadas de largo, las semillas se encuentran apretadas y son delgadas, con barbas como erizo que se pegan al pelo de los animales (característica que puede servir para su propagación), son poco pesadas y el viento las transporta fácilmente, tienen una tonalidad púrpura que las hace fácilmente reconocibles. Además de su propagación por semillas, que duran hasta dos años con buen poder germinativo, en ocasiones emite rizomas y siempre una gran cantidad de raíces, de tal manera que se calcula que en 17 meses, en suelos arenosos, el raigrambre pesa 40 toneladas en materia vegetal que enriquece el suelo, desde luego y debido a ello es que retiene considerablemente la humedad, evitando el deslave, es decir, la erosión producida por el agua (Alcalá, 1995).

2.9.2 Adaptabilidad

Ha tenido un buen desarrollo en la parte media de Texas, pero debido a su origen (África del Sur) se cree que puede prosperar en regiones que vayan desde el clima templado al caliente; aunque se le tiene como un zacate de tierra caliente, en Texas ha soportado las inclemencias del invierno, ya que en ocasiones llega a estar la temperatura bajo cero (Alcalá, 1995).

2.9.3 Ciclo de vida y productividad

El ciclo productivo del buffel varía considerablemente año con año ya que esta influenciado por una serie de factores:

- Cantidad de lluvia recibida durante el periodo de crecimiento de verano-invierno.
- Su magnitud, distribución y frecuencia de lluvia.
- Época del año.

- Temperatura.
- Periodo libre de heladas.
- Humedad del suelo.
- Historial del manejo en la pradera.
- Su utilización actual.

En sistemas áridos y semiáridos, la precipitación y la temperatura son los factores que regulan el crecimiento de la vegetación. En la región central de Sonora, la precipitación se distribuye principalmente en dos periodos del año: uno en verano y otro en invierno. Del total de la precipitación media anual, aproximadamente el 60% ocurre en el verano, el 40% restante se da durante el invierno. La mayor cantidad de precipitación ocurre entre julio y septiembre y, generalmente, el periodo de sequía abarca de enero a junio. La precipitación del verano tiene mayor impacto en el crecimiento del buffel durante julio, agosto y septiembre. Generalmente el buffel no crece significativamente durante el invierno; pero con la presencia de equipatas el zacate permanecerá verde y productivo, mucho mas si el invierno no es muy frío. (Martín, M. y F. Ibarra, 1995).

2.9.4 Usos

Es inmejorable para regenerar suelos agotados, incluyendo aquellos que contienen arenas sueltas profundas, y aun los llamados suelos pesados (ricos en arcilla). Debido a la gran cantidad de raíces que emite y a la apreciable profundidad a las que las manda (2.40 m o más) es excelente para el control de la erosión, y es a la vez un poderoso reconstructor de suelos. Por estos motivos ha sido considerado un magnifico zacate en los Estados Unidos así como en México; además, proporciona un excelente y abundante forraje verde y de rápido crecimiento o un heno de buena calidad y gran valor nutritivo (Martín, M. y F. Ibarra, 1995).

2.10 Descripción de las plantas

2.10.1 Zámota

Nombre Botánico: *Coursetia glandulosa*, A. Gray .

Familia: *Leguminosae*.

Nombre Común: Zamota, Samoprieto, Coúsamo, Chino.

La zámota es una de las mejores plantas arbustivas que se encuentran en el agostadero. Su propagación en forma natural y su alta palatabilidad la hacen muy vulnerable al pastoreo en las primeras etapas de crecimiento al ser consumida, o bien, dañadas por el pisoteo del ganado. Además, existen otros factores adversos para su desarrollo, como las sequías prolongadas y el consumo de semillas por insectos, aves y roedores, así como la limitada cantidad de semilla producida por la planta que es variable de un año a otro (Sánchez, 1996).

En años con baja producción de semilla, los animales que se alimentan de ella pueden llegar a destruirla completamente. Consecuentemente, la sobrevivencia bajo condiciones naturales es casi nula. Los ganaderos coinciden que el ramoneo en épocas cuando el pasto está seco, ayuda en buena proporción a mantener el ganado. La zámota junto a otras especies que se pueden ramonear representan un importante componente en la dieta del ganado durante todo el año, pero principalmente durante épocas críticas cuando los pastos escasean, que por lo general es de marzo a junio. Asimismo, los ganaderos saben que aun existiendo suficiente pasto, el animal combina el pastoreo de los zacates con el ramoneo, resultando ganado más robusto que si se alimenta de pasto solo. No obstante, a veces las arbustivas son el único alimento (Sánchez, 1996).

La zámota se encuentra presente en otros tipos de vegetación, localizados en la Sierra de Sonora y que ha sobresalido dadas sus características forrajeras para su posible multiplicación a nivel vivero, ya que el valor forrajero de este arbusto está en su palatabilidad, contenido de proteína (cerca al 30%), distribución y disponibilidad, la cual hacen de la zámota una de las especies nativas más importantes con potencial de reforestación (Sánchez, 1996).

2.10.2 Palo Fierro

Nombre Botánico: *Olneya tesota*, A. Gray.

Familia: *Leguminosae (Faboidae)*.

Nombre Común: Palo Fierro.

Descripción Botánica de la Planta: Árbol de 7 a 10 m. de altura, perennifolio (Niembro, 1990), con corteza escamosa y ramas fuertes y gruesas, armado con gruesas espinas infraestipulares. Tallo pequeño ocasionalmente de 45 cm. de diámetro. Hojas de 2.5 a 6.0 cm. de longitud, con folíolos de 1.3 a 2.0 cm. de largo, los cuales aparecen en junio y persisten hasta la siguiente primavera. Flores desplegadas con las hojas, de casi 1.3 cm. de largo. Fruto de color café claro, con muchas protuberancias, completamente crecido a la mitad del verano y maduro antes de finales de agosto, de 5.0 a 6.0 cm. de largo (Sprague, 1965).

Distribución Geográfica: Sonora y Baja California. Forma parte del bosque espinoso y del matorral xerófilo (Niembro, 1990).

Principales Productos y Utilización: Su principal producto es la madera, la que por su notable dureza usan algunas comunidades indígenas del norte de México para la manufactura de artesanías. Ha sido utilizada con éxito también, en programas de reforestación en zonas áridas y como planta forrajera y ornamental en regiones de clima seco (Niembro, 1990).

2.10.3 Mezquite

Nombre Botánico: *Prosopis juliflora*, (Swartz) DC.

Familia: *Leguminosae (Mimosoidae)*.

Nombre Común: Mezquite, Huisache, Algarrobo.

Descripción Botánica de la Planta: Árbol espinoso, caducifolio, perenne, que puede medir hasta 12 m. de altura. Posee un sistema radicular amplio y profundo; su tronco es de corteza oscura o negruzca; ramas flexuosas formando una copa esférica o

deprimida; tallos delgados espinosos y frecuentemente áfilos. Sus hojas son compuestas, bipinnadas con 12 a 15 pares de folíolos oblongos o lineales; sus flores son de color amarillo-verdoso y se encuentran agrupadas en inflorescencias en racimos en forma de espiga. Sus frutos son vainas o legumbres alargadas, rectas o arqueadas de 10 a 20 cm. de longitud. La semilla es de forma oblonga o aplastada, dura, su color varía desde café claro al oscuro según la especie, variedad y sitio donde se produce (Martínez, 1979; Masón Jr. and Masón, 1987; Habit, 1988; Niembro, 1990).

Distribución Geográfica: Las especies arbóreas del género *Prosopis* se encuentran desde el paralelo 38° S en Argentina y avanzan por una franja por el oeste en Chile, Bolivia, Perú y llegan hasta Centro América y Sur de Estados Unidos. También se encuentran especies abundantes en Paraguay, y sur de Brasil. Existen especies autóctonas en la India, Pakistán y Nor Oeste de África. A nivel mundial el género *Prosopis* tiene 45 especies, de las cuales 42 se encuentran en el continente Americano en dos grandes centros: El Norteamericano (México-Texano) y el sudamericano (Argentino-Paraguayo-Chileno). (Niembro, 1990).

Principales Productos y Utilización: Varios productos se obtienen de estas especies. La madera compacta y pesada se utiliza como combustible y en la elaboración de carbón de excelente calidad, en construcciones rurales, para mangos de herramientas e implementos agrícolas (Niembro, 1990).

2.10.4 Palo verde

Nombre Botánico: *Cercidium floridum* (Benth. Ex A. Gray)

Familia: *Leguminosae*.

Nombre Común: Palo Verde.

Descripción Botánica de la Planta: Árbol de copa redondeada de hasta 12 m de alto, con corteza lisa, azul-verdosa, ligeramente glauca y ramas delgadas, glabras o esparcidamente puberulentas pero pronto glabras y armadas con espinas nodables, de 4 a 10 mm de longitud; hojas esparcidamente puberulentas cuando jóvenes, pronto

glabras o esparcidamente cilioladas en los márgenes de los foliolos y en los ráquices; pecíolos de 5 a 10 mm de longitud; pinnas 1 par, de 1.5 a 3 cm. de longitud; foliolos de 2 a 4 pares, abovados, de 3 a 5 mm de ancho y de 4 a 8 mm de longitud, redondeados o ligeramente retusos; racimos glabros, de 4 a 12 cm. de longitud; pedicelos delgados, de 5 a 16 mm de longitud, glabros; cáliz glabro o esparcido y diminutamente puberulento hacia la base y el ápice de los lóbulos, los cuales miden aproximadamente 6 mm de longitud; pétalos amarillos de 9 a 12 mm de longitud; ovario glabro en antesis; vainas linear-oblongas a oblongas, con 1 a 5 semillas de 8 a 15 mm de ancho; y de 4 a 10 cm. de longitud, ligeramente estrechas entre las semillas y hacia los extremos (Shreve, F. and I. L. Wiggins. 1964).

Distribución geográfica: Crece en valles arenosos y arroyos y ocasionalmente en laderas en la Zona Baja de Sonora, en los límites occidentales del Desierto de Colorado, hacia las áreas desérticas del Centro de Arizona y hacia el sur, hasta Sonora y Baja California. Florece de marzo a mayo y ocasionalmente de agosto a octubre (Kearney, H. T. and R. H. Pebles. 1960).

2.11 Sistemas de riego presurizado**

El riego se define como la reposición del agua que la lluvia no es capaz de proveer, para compensar, así, la pérdida de agua en las plantas por efecto de la transpiración y evaporación directa desde el suelo. Existen factores climáticos que influyen en la cantidad de agua que requiere una planta y son:

- Humedad relativa: mientras mas baja sea esta la demanda de agua es mayor, por lo tanto la planta transpira más.
- Temperatura: a mayor temperatura aumenta la demanda de agua de las plantas.
- Radiación solar: mientras mayor es la radiación mayor es también la demanda de agua por las plantas.
- Viento: el viento arrastra el vapor de agua en la atmósfera cercana a la hoja, lo que hace que la planta transpire más.

Se debe tener en cuenta que toda el agua que transpira la planta sale desde las hojas hacia la atmósfera. Se desprende entonces, que los factores que inciden en la demanda de agua por las plantas son: la especie, etapa de desarrollo y estado de salud. Por lo cual a mayor superficie foliar, habrá una mayor transpiración de la planta.

La humedad aprovechable del suelo corresponde a la cantidad de agua que es capaz de almacenar un suelo de cierta profundidad. Puede estimarse conociendo las propiedades físico – hídricas de los suelos entre las que destacan la capacidad de campo, el punto de marchitamiento permanente y la densidad aparente.

La eficiencia de un método de riego se determina en base a la cantidad de agua que queda almacenada en las raíces, en relación a la cantidad total de agua que se usa, debido a que cuando se riega el agua puede alcanzar las siguientes zonas:

- Zona de raíces: el agua se infiltra en el suelo y se almacena en las raíces.
- Zona a mayor profundidad que la radicular: el agua se infiltra en el suelo y llega a una profundidad donde no hay raíces.
- Zonas fuera del área: el agua no se infiltra en el suelo sino que escurre hacia zonas mas bajas.

Por lo tanto de acuerdo a lo anteriormente mencionado, un riego eficiente es aquel en donde la mayor cantidad de agua queda en la zona radicular.

Existen 2 clasificaciones de los métodos de riego cuando se basa en la forma de aplicación del agua al suelo:

1. Métodos de riego presurizados: se llaman así porque requieren de una determinada presión para operar.
2. Métodos de riego superficiales: se denominan así porque el agua se desplaza normalmente por sobre la superficie del terreno a regar, cubriéndola total o parcialmente.

Para seleccionar el método de riego ademado se debe de tomar en cuenta los siguientes factores:

- La topografía del terreno.
 - La forma de la parcela.
 - Las características físicas del suelo.
 - El tipo de cultivo.
 - La disponibilidad y precio del agua.
 - La calidad del agua.
 - La disponibilidad de mano de obra.
 - El costo de las instalaciones de cada sistema.
 - El efecto en el medio ambiente.
- ** www.fao.org/waicnt/faoinfo/agricult/agl.

MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización

El área donde se realizó la investigación se encuentra localizada en los terrenos del Campo Experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, localizado en el Km. 21 de la carretera Hermosillo- Bahía de Kino, de marzo a diciembre del 2002.

El presente proyecto se llevó a cabo dentro del Convenio de Investigación establecido entre la Universidad de Sonora y la Comisión Nacional Forestal, como un esfuerzo para tratar de resolver la problemática de la destrucción de los suelos en los agostaderos del Estado

Se utilizó un área de aproximadamente 3 ha. de pradera de buffel con un alto grado de deterioro, donde se trazaron bordos y surcos en curvas a nivel a una separación de 20 m. aproximadamente, por lo cual se establecieron dos tratamientos denominados camas de siembra (A y B), donde se colocaron las plantas. También se procedió a utilizar el agua almacenada en una pila localizada en la parte mas alta de la pradera, cuya capacidad es de aproximadamente de 50,000 litros y que es utilizada normalmente como una fuente de abastecimiento de los bebederos instalados en la pradera; el agua se llevó al área de estudio a través de una línea de conducción de PVC de 2", con una llave de control para el manejo de flujo según se fue necesitando, (Figura 1).

Este estudio se inició en el mes de mayo 2002, realizando actividades que permitieran resolver todos aquellos problemas técnicos que se fueron presentando durante las pruebas hidráulicas, pues de esa manera se pudo evitar pérdidas de presión de agua que finalmente seria el mayor reto a resolver, pues solo se estaba planeando usar.



Figura 1. Instalación de la línea de conducción que llevó el agua de la pila al área de estudio.

La presión obtenida mediante gravedad por la diferencia de alturas entre el sitio mas alto de la pradera y el punto mas bajo, que fue donde se implementó el proyecto, encontrándose una diferencia de altura mayor a 7 m. considerando la altura de la pila, que incrementó mediante su carga hidráulica, la presión en la tubería de conducción (Anexo cuadro 1).

Las especies evaluadas fueron:

- a).- Zámota (*Coursetia glandulosa*, A. Gray).
- b).- Palo Fierro (*Olneya tesota*, A. Gray).
- c).- Palo Verde (*Cercidium floridum*, Benth. Ex A. Gray).
- d).- Mezquite (*Prosopis juliflora*), Swartz, DC.

Las plantas de las cinco especies utilizadas en el transplante fueron propagadas en los viveros de la CONAFOR en los meses de Marzo – Abril de 2002, y Abril – Mayo de 2001. Los dos métodos utilizados fueron:

- 1) Conos
- 2) Bolsas

Para cada tratamiento de cama de siembra de utilizaron 5 plantas de cada tipo de propagación y de cada especie, sorteadas sistemáticamente a lo largo de cada bordo y surco. Con el propósito de eliminar el efecto de suelo y de pendiente, se establecieron 5 repeticiones por cada tratamiento (Cuadro 1).

3.2 Diseño Experimental y Variables Evaluadas

El diseño experimental que se empleó fue un completamente al azar y el análisis de los datos de sobrevivencia, se hizo mediante un análisis de regresión simple y comparaciones de los coeficientes de variación, mediante pruebas de Z, además se hicieron análisis de varianza para los parámetros de altura, diámetro de tallo y cobertura.

Las variables evaluadas fueron:

1. Cambios en la productividad del área en estudio.
2. Porcentaje de sobrevivencia de las plantas de las especies evaluadas.
3. Desarrollo de las plantas, en altura, diámetro de tallo y cobertura.

Las plantas fueron colocadas a una separación de 2 m. mostrando una secuencia de la siguiente manera: 5 plantas propagadas en bolsa, seguidas de 5 plantas propagadas en conos.

3.3 Preparación de la cama de siembra

Se utilizó un tractor agrícola equipado con subsuelo, bordero y vertedera, para el trazo de los bordos y surcos, siguiendo el nivel de las curvas obtenidas en el estudio topográfico. El uso del subsuelo se justificó por la necesidad de romper la compactación del terreno, para que de esa manera el bordero pudiera levantar un bordo de aproximadamente 50 cm. y la vertedera hacer un surco de 30 cm. de profundidad.

Cuadro 1. Distribución de las plantas en el área de estudio

I	a	b	c	d	A
	a	b	c	d	B
II	b	c	d	a	A
	b	c	d	a	B
III	c	d	a	b	A
	c	d	a	b	B
IV	d	a	b	c	A
	d	a	b	c	B

a = Zámota

A = Surco

b = Palo fierro

B = Bordo

c = Palo verde

d = Mezquite

Para la colocación de las plantas propagadas en bolsas y conos, se construyeron cepas en el fondo del surco con el uso de la broca hidráulica, accionada por la toma de fuerza de un tractor agrícola a una profundidad de 20 a 30 cm. y en la parte baja del bordo (aguas arriba).

3.4 Procedimiento de propagación

Las plantas utilizadas en el estudio fueron propagadas en los viveros de “La Saucedá” perteneciente a la Comisión Nacional Forestal; para lo cual se utilizaron bolsas de hule negro de 20 x 10 cm. las cuales contenían tierra lama como sustrato. También se utilizaron conos de plástico de aproximadamente 25 cm. utilizando peat-moss como sustrato.

3.5 Procedimiento de transplante

Las plantas de las diferentes especies utilizadas, fueron retiradas del vivero completamente saturadas de agua y llevadas al campo con el uso de una batanga y distribuidas en el área de estudio. Posteriormente fueron separadas de sus bolsas y conos y colocadas en cepas previamente trazadas en el fondo del surco y en la parte baja del bordo (aguas arriba) con una separación de 2 m. entre planta (Figura 2).



Figura 2. Planta desprovista de su bolsa al momento de hacer el transplante.

3.6 Sistema de riego

Para la realización del proyecto, donde se contempló apoyar a las plantas sembradas con un riego de auxilio, se instaló un sistema de riego por goteo de baja presión utilizando como fuente de agua una pila de almacenamiento instalada en la pradera, la cual se halla localizada en la parte mas alta del área a 7 m. de altura con respecto al área de estudio, a través de una línea de conducción de agua con una tubería de 2", que proporcionan una presión de 7 PSI, que fue suficiente para que se pudiera instalar una red de cintas de riego calibre 16 con emisores insertados a 30.5cm. de separación, haciendo un humedecimiento mas completo de área (Figura 3).

Las cintas fueron conectadas a elevadores de manguera negra de media pulgada con llaves de control individuales; cada cinta midió 100m. de longitud y fueron colocadas superficialmente en los surcos y bordos junto a las plantas.



Figura 3. Área de estudio mostrando el transplante y las cintas de riego en las dos camas de siembra.

3.7 Auxilios de riego

Se aplicaron 2 auxilios de riego, durante el período de evaluación del establecimiento de las plantas de las diferentes especies; los cuales tuvieron una duración de 12 horas en el primero y de 16 horas en el último. Estos auxilios de riego fueron aplicados en fechas donde la presencia de lluvia se tardó.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Comportamiento general de las plantas en el área de estudio

Considerando la importancia que tiene la cobertura vegetal sobre la productividad potencial de un área, se tomó información relacionada con la biodiversidad presente y sobre sus características, encontrándose que la composición botánica estaba formada principalmente por plantas de zacate buffel en el estrato herbáceo, asociadas con plantas de vinorama, mezquite y brea, las que se llevaron a cabo mediciones de algunas de sus características, dando como resultado, una producción de forraje seco de 786 kg/ha, que muestra una baja productividad de la pradera provocada por el alto deterioro presente en el suelo y la baja cobertura vegetal encontrada en el área evaluada (Figura 4).



Figura 4. Situación del área al inicio del estudio.

Estas condiciones evaluadas en la vegetación presente al inicio del estudio, presentaron una variación considerablemente alta y positiva después de la aplicación de los tratamientos de conservación de suelo y agua, encontrándose que la producción de materia seca se incrementó hasta 2,087 kg/ha; así mismo la densidad de plantas/m² se duplicó por el efecto inmediato de la presencia de lluvias que se presentaron en la

primera parte del estudio; sin embargo al final de este estudio, la producción de materia seca por hectárea tuvo una reducción importante pues alcanzó una cantidad ligeramente superior a una tonelada, condición que también se presentó en la densidad y cobertura vegetal (Cuadro 2).

Como se observa también en el cuadro 3, el incremento de la densidad de plantas y de la composición florística estuvo definida por la presencia de plantas anuales efímeras, que para el final del estudio ya habían desaparecido, sin embargo, habían aportado una buena cantidad de mantillo orgánico que sirvió para la protección de las áreas erosionadas (Figura 5).

4.2 Supervivencia

Con respecto a la respuesta de las plantas de las diferentes especies al trasplante, al final del estudio, se encontró una variación importante en cuanto al porcentaje de supervivencia cuando se compararon las dos camas de siembra y los métodos de propagación, se encontraron fuertes diferencias en la supervivencia de las especies, que indican importantes efectos del método de propagación sobre la capacidad de sobrevivir de las plantas utilizadas.

Cuadro 2. Características de la vegetación del área de estudio.

Variables Evaluadas	Bordos Inicio - Fin	Áreas Intermedias	Surcos Inicio - Fin
Materia seca/ha-kg.	1286 - 1088	2087	285.44 - 955
Altura (cm)	71,7 - 102	96	70.30 - 76
No de plantas/M	0.87 - 0.53	1.33	0.73 - 0.87
Cobertura Cm2	3131 - 4700	6828	884 - 3646

Cuadro 3. Composición florística del área de estudio durante el periodo de evaluación.

Inicio		Final	
Nombre Común	Nombre Científico	Nombre Común	Nombre Científico
Zacate buffel	<i>Cenchrus ciliares</i>	Zacate buffel	<i>Cenchrus ciliaris</i>
Vinorama	<i>Acacia farnesiana</i>	Zacate liebrero	<i>Bouteloua rothrockii</i>
Mezquite	<i>Prosopis velutina</i>	Quelite	<i>Amaranthus palmeri</i>
Brea	<i>Cercidium floridum</i>	Golondrina	<i>Euphorbia hisopifolia</i> **
		Aceitilla	<i>Bouteloua aristidoides</i>
		Zacate brujo	<i>Panicum capillare</i>
		Zacate salado	<i>Leptochloa filiformis</i>
		Juaninipili	<i>Boerhaavia coccinea</i>
		Verdolaga de cochi	<i>Trianthema portulacastrum</i>
		Tomatillo	<i>Physalis wrightii</i>
		Torito	<i>Tribulus terrestris</i>
		Brea	<i>Cercidium sonora</i>
		Mal de ojo	<i>Kallstroemia grandiflora</i>
		Vinorama	<i>Acacia farnesiana</i>
		Rama blanca	<i>Encelia farinosa</i>
		Mezquite	<i>Prosopis velutina</i>
		Palo fierro	<i>Olneya tesota</i>
		Sesbania	<i>Sesbania sesban</i>
		Palo verde	<i>Cercidium floridum</i>
		Zamota	<i>Coursetia glandulosa</i>



Figura 5.- Situación del área al final del estudio.

Cuando se compararon los porcentajes de sobrevivencia de las plantas en los diferentes periodos evaluados, se encontró que durante el primer mes la zámota alcanzó un porcentaje de sobrevivencia del 98%, en las dos camas de siembras utilizadas cuando fueron propagadas en bolsas, este valor encontrado fue similar a resultados del estudio realizado por Tapia en 1998, donde la zámota alcanzó un 100% de sobrevivencia; situación que contrasta fuertemente con los resultados encontrados en las plantas propagadas en conos, que solamente alcanzaron un 30% de sobrevivencia; este comportamiento se mantuvo similar en los siguientes periodos, obteniéndose al final del estudio un porcentaje del 76% para ambas camas de siembra cuando fueron propagadas en bolsas; que son inferiores a los obtenidos por Tapia en 1998, donde alcanzó un 82% de sobrevivencia. Encontrándose solo el 18% para las plantas propagadas en conos. Estos valores fueron estadísticamente diferentes (Cuadro 4).

Con respecto a la utilización del sistema de riego como de una manera de apoyar a las plantas en su proceso de adaptación al transplante se hizo una simulación de lluvia de 37mm en el primer auxilio y de 49mm en la última aplicación, que permitió a las plantas de las diferentes especies soportar mejor la falta de humedad en los días sin precipitaciones. Esta humedad fue adicional a las precipitaciones presentadas en el tiempo de estudio que fue de 150.57mm.

Con respecto al desempeño de las plantas de palo fierro y palo verde, se encontró una tendencia similar en cuanto a sus porcentajes de sobrevivencia por periodo, alcanzando un promedio de 74% para palo fierro y de 68% para palo verde cuando fueron propagadas en bolsas, y de 40% para palo fierro y un 34% para palo verde cuando fueron propagadas en conos (Cuadro 4).

Un comportamiento diferente fue el que tuvieron las plantas de mezquite, pues en el primer periodo, mostraron un porcentaje similar para ambos métodos de propagación con 92%, situación que se mantuvo igual en los siguientes periodos cuando fueron transplantadas en bordo, variando ligeramente cuando fueron transplantadas en surcos,

donde alcanzaron un porcentaje promedio de 76% al inicio y de 64% al final, para ambos métodos de propagación (Cuadro 5).

En forma general se puede apreciar que al final del estudio la zámota, el palo fierro y el palo verde alcanzaron una sobrevivencia del 76% cuando fueron transplantadas en surcos y el mezquite solo el 60%, lo que indica que el método de propagación en bolsa favoreció el desarrollo radicular de las primeras tres especies y no sucedió lo mismo con el mezquite.

Cuadro 4. Porcentaje de sobrevivencia de las plantas transplantadas en bordos, en los diferentes periodos de evaluación.

Especies	Método de Propagación	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4
Zamota	Bolsa	100	84	80	76
	Cono	36	32	24	16
Palo fierro	Bolsa	84	68	68	68
	Cono	48	48	44	44
Palo verde	Bolsa	80	72	64	60
	Cono	72	48	36	28
Mezquite	Bolsa	92	80	80	72
	Cono	92	84	84	76

Cuadro 5. Porcentaje de sobrevivencia de las plantas transplantadas en surcos, en los diferentes periodos de evaluación.

Especie	Método de Propagación	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4
Zamota	Bolsa	96	88	88	76
	Cono	24	24	20	20
Palo Fierro	Bolsa	80	80	76	76
	Cono	52	48	48	36
Palo Verde	Bolsa	76	76	76	76
	Cono	56	48	48	40
Mezquite	Bolsa	68	60	60	60
	Cono	84	84	80	68

Las plantas de zámota, palo fierro y palo verde cuando fueron propagadas en conos, mostraron un rango de sobrevivencia del 16 al 44%, el cual fue estadísticamente diferente al porcentaje mostrado por el mezquite, que fue del 76% al final del estudio cuando fueron transplantadas en bordos (Cuadro 4); encontrándose una situación similar en las misma especies cuando fueron transplantadas en surcos variando de 20 a 40% de sobrevivencia para zámota, palo fierro y palo verde, mientras que el mezquite alcanzó un 68% que lo hace superior en capacidad de sobrevivencia, lo que indica que el método de propagación no tuvo efecto significativo sobre sus plantas (Cuadro 5).

Con respecto a la capacidad de las plantas para mantenerse vivas se encontró, que al comparar las plantas propagadas en conos, solamente el mezquite mantuvo un alto porcentaje de sobrevivencia variando del 92 al 76%, comparado con los resultados obtenidos con la zámota que presentó un rango de 36 a 16%, que indica un fuerte efecto del método de propagación para la sobrevivencia de estas especies (Cuadro 4).

Este comportamiento demostrado por las plantas de zámota cuando se comparó con el comportamiento de plantas de mezquite, fue un efecto provocado por las condiciones en las que se encontraban al momento del trasplante, si consideramos que la altura de las plantas de zámota y mezquite alcanzaban 95 y 64 cm respectivamente cuando provenían de bolsas, y tan solo 17 cm para zámota y 26 cm para mezquite cuando provenían de conos (Cuadro 6); situación que se reflejó en una mejor oportunidad de adaptación a las condiciones del área donde fueron transplantadas.

Cuando la altura de las plantas era mayor, para la zámota y el mezquite, esta no tuvo un efecto al momento del trasplante, pues estas demostraron un buen vigor durante los periodos de evaluación.

Cuadro 6. Características de las plantas utilizadas al inicio del estudio, cuando fueron propagadas en bolsas y conos.

Especies	Método de propagación	Altura (cm)	Diámetro de tallo (cm)	Cobertura (cm ²)
Zámota	Bolsa	95.25	0.75	1661.28
	Cono	17.14	0.19	96.13
Palo fierro	Bolsa	46.11	0.53	667.74
	Cono	21.33	0.19	40.65
Palo verde	Bolsa	69.88	0.60	1096.12
	Cono	26.94	0.19	24.84
Mezquite	Bolsa	64.78	0.51	145.15
	Cono	26.03	0.41	45.58

Con respecto a las otras especies evaluadas se observó que el palo fierro alcanzó 46 cm para plantas de bolsa y 21 cm para plantas de conos que al final del estudio mostraron un potencial de sobrevivencia dos veces mayor para las plantas de bolsas contra las de conos, lo que indica un efecto significativo del tamaño de las plantas con respecto al método de propagación (Cuadro 6).

Así mismo se puede observar que las plantas de zámota conservaron al final del estudio, la mayor parte de su altura inicial cuando fueron propagadas en bolsa, sin embargo cuando provenían de conos incrementaron en un 100% su altura al final de estudio; las plantas de palo fierro y palo verde que provenían de bolsas también conservaron la mayor parte de su follaje al final del estudio, las plantas de las mismas especies que provenían de conos, incrementaron también su altura. Con relación a la altura de las plantas de mezquite, éstas registraron una ligera reducción en su tamaño cuando fueron propagadas en bolsas, sin embargo cuando fueron propagadas en conos mostraron un ligero incremento en su altura, lo que demuestra una buena capacidad de adaptación al procedimiento de transplante, como anteriormente se mencionó al analizar su capacidad de sobrevivencia (Cuadro 7)

Cuadro 7. Características de las plantas utilizadas al final del estudio, cuando fueron propagadas en bolsas y conos.

Especies	Método de propagación	Altura (cm)	Diámetro de tallo (cm)	Cobertura (cm ²)
Zámota	Bolsa	83	1.27	1021.93
	Cono	38	0.63	27.10
Palo fierro	Bolsa	47	0.84	438.06
	Cono	28	0.76	151.00
Palo verde	Bolsa	57	0.90	680.00
	Cono	36	0.51	23.87
Mezquite	Bolsa	59	0.84	361.94
	Cono	32	0.50	205.16

4.3 Mortalidad.

Como una consecuencia directa en la capacidad de sobrevivencia de las plantas utilizadas en este estudio, se determinó el porcentaje de mortalidad de las mismas en los diferentes periodos, se encontró que la zámota tuvo el menor porcentaje de mortalidad promedio cuando fue propagada en bolsas con 24%, el palo fierro con 28%, palo verde con 32% y mezquite con 34%, que contrasta fuertemente con el mayor porcentaje de mortalidad presentado por estas mismas especies cuando fueron propagadas en conos con 82% para zamota, 60% para palo fierro, 66% para palo verde y 28% para mezquite (Cuadros 8 y 9), que indica que el método de propagación utilizado y el sustrato donde se propagaron estas plantas, afectaron fuertemente la capacidad de mantenerse vivas, pues el desarrollo de su sistema radicular en peat moss fue muy pequeño con respecto al desarrollo radicular de las plantas propagadas en bolsas con sustrato de tierra lama, que permitió que alcanzaran el doble de crecimiento en sus raíces (Cuadro 10).

Cuadro 8. Porcentaje de mortalidad de las plantas transplantadas en bordos, en los diferentes periodos de evaluación.

Especie	Método de Propagación	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4
Zámota	Bolsa	0	16	20	24
	Cono	64	68	76	84
Palo Fierro	Bolsa	16	32	32	32
	Cono	52	52	56	56
Palo Verde	Bolsa	20	28	36	40
	Cono	28	52	64	72
Mezquite	Bolsa	8	20	20	28
	Cono	8	16	16	24

Cuadro 9. Porcentaje de mortalidad de las plantas transplantadas en surcos, en los diferentes periodos de evaluación.

Especie	Método de Propagación	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4
Zamota	Bolsa	4	12	12	24
	Cono	76	76	80	80
Palo Fierro	Bolsa	20	20	24	24
	Cono	48	52	52	64
Palo Verde	Bolsa	24	24	24	24
	Cono	44	52	52	60
Mezquite	Bolsa	32	40	40	40
	Cono	16	16	20	32

Además del efecto provocado por el sustrato utilizado en el desarrollo de las plantas, otro factor que influyó, fue el tamaño de sus tallos donde la zámota presentó casi tres veces mas longitud de tallo que longitud de raíces, en los dos métodos de propagación utilizados, situación que tendió a ser similar en el resto de las especies, donde se refleja aún mas esta condición en sus porcentajes de mortalidad (Cuadro 10).

Cuadro 10. Características de las plantas utilizadas en el transplante, cuando fueron propagadas en bolsas y conos.

Especie	Longitud de Raíz (cm)	Longitud de Tallo (cm)	Peso de Raíz (kg)	Peso de Tallos (kg)
Zámota	28.50	87.60	11.66	14.80
Palo Fierro	30.10	52.00	9.32	14.60
Palo Verde	51.00	68.30	4.84	11.32
Mezquite	50.00	72.20	5.19	8.93
Zámota*	13.00	29.20	0.60	3.70
Palo Fierro*	18.20	28.40	1.50	5.20
Palo Verde*	17.80	48.60	2.30	2.00
Mezquite*	18.80	37.40	1.20	5.30

* Plantas propagadas en conos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Con respecto al porcentaje de sobrevivencia de las especies evaluadas la zámota alcanzó el mayor porcentaje, sin importar la cama de siembra que se utilizó.
2. En cuanto a las plantas de palo fierro y palo verde propagadas en bolsas, estas tuvieron un porcentaje de sobrevivencia dos veces mayor que cuando fueron propagadas en conos; mientras que para las plantas de mezquite, ninguno de los dos métodos de propagación afectó su sobrevivencia.
3. La zámota presentó el menor porcentaje de mortalidad cuando fue propagada en bolsas, al igual que las otras especies, mostrando altos porcentajes de mortalidad cuando fueron propagadas en conos.
4. Todas aquellas plantas que fueron propagadas en bolsas alcanzaron el doble de desarrollo radicular que las propagadas en conos, influyendo fuertemente en la capacidad de sobrevivencia de las plantas de todas las especies utilizadas.
5. Se recomienda repetir este estudio bajo condiciones similares al presente, incluyendo otras especies de arbustivas forrajeras.
6. Así mismo se recomienda llevar a cabo otros estudios con estas mismas especies, en una época del año distinta.
7. También se recomienda utilizar plantas que tengan una edad similar al momento del trasplante para evitar una ventaja de las más desarrolladas sobre las de menor tamaño.

LITERATURA CITADA

- Alcalá, G. C. 1995. Origen Geográfico y Características Biológicas. En: PATROCIPES (Eds) Guía Practica para el Establecimiento, Manejo y Utilización del Zacate Buffel. Hermosillo, Sonora. Edición Especial. Pág. 9-14.
- García, M. E. 1993. Necesidades de Información para el Manejo de Arbustivas en Terrenos de Agostadero. IX Congreso Nacional Sobre Manejo de Pastizales. Manejo Integral y Sostenible del Pastizal. SOMMAP. Hermosillo, Sonora. Pág. 51-69.
- Granados -Sánchez, G. F. López y J. Gama F. 1998. Adaptaciones y Estrategias de las Plantas de Zonas Áridas. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. Vol. IV (1).
- Granados -Sánchez, G. F. López y J. Gama F. 1999. Fragmentación del Hábitat y Manejo de Áreas Protegidas .Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. Vol. V (1).
- Ibarra, F:F., S. Moreno M., M. Martín R., F. Denogean B. y L. Gerlach B. 2005. El Zacate Buffel como una Alternativa para Incrementar la Rentabilidad de los Ranchos en la Zona Serrana de Sonora. Revista mexicana de Agronegocios. Año XI. Vol.16.
- Jaramillo, V. V. 1994. Revegetación y Reforestación de las Áreas Ganaderas en las Zonas Templadas de México. Ed. INCA RURAL - COTECOCA. México, DF. Pág. 11-40
- Kearney, H. T. y R. H. Peebles. 1960. Arizona flora. 2ª Ed. University of California Press. Berkeley, USA. Pág. 407.
- Martín, H. M. y F. Ibarra. 1995. Productividad y calidad forrajera. En: PATROCIPES (Eds).Guía Practica para el Establecimiento, Manejo y Utilización del Zacate Buffel. Hermosillo, Sonora. Edición Especial. Pág. 15-30
- Niembro, R. A. 1990. Árboles y Arbustos Útiles de México. Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de Bosques. Limusa- Noriega. Pág. 19- 22.
- Norton, Ben. 1993. Pastoreo de Ganado en Tierras de Matorral. En: C. Alcalá y L. Villaruel (Eds). IX Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. Manejo Integral y Sostenible del Pastizal. SOMMAP. Hermosillo, Sonora. México. Memorias de eventos especiales. Pág. 133-142

- Pérez, R. L., R. Nava, J. Gutiérrez y J. Dueñas. 1993. Interacciones Ecológicas de las Arbustivas: Implicaciones para los Ecocultivos. IX Congreso Nacional Sobre Manejo de Pastizales. Manejo Integral y Sostenible del Pastizal. SOMMAP. Hermosillo, Sonora
- Raya P. José. 1998. Resistencia a Sequía, Un Avistamiento. Revista Chapingo. Serie Científica y del Medio Ambiente Vol. IV (2).
- Sánchez, A. J. G. 1996. Multiplicación Artificial de Zámota para Potencial Establecimiento en Agostaderos. Revista Rancho, nº 78. Hermosillo, Sonora. Pág. 8-12.
- Shreve, F. y Wiggins, I. L. 1964. Vegetation and Flora of the Sonoran Desert. Stanford University Press. Stanford USA. Vol. 1. Pág. 630.
- Sprague, S. S. 1965. Manual of the Trees of North America. 2ª Ed. Dover Publication, Inc. New York, USA. Pág. 600-650.
- Velázquez, C. J. 1990. Composición Botánica de la Dieta de Bovinos en el Matorral Arbosufrutescente del Estado de Sonora. Universidad Autónoma de Chihuahua. Tesis Maestría. Chihuahua, Chihuahua. Pág. 46.
- Velázquez, C. J. 1997. Importancia y Valor Nutricional de las Especies Forrajeras de Sonora. UNISON. Hermosillo, Sonora. Pág. 15-26.

R. S. T. 2, 603