

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES**



**“EVALUACIÓN DEL DESARROLLO DE TRES
HERBÁCEAS EN BANCOS DE
MATERIAL GEOLÓGICO”**

TESIS PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

PRESENTA:

MIROSLAVA TADEO DE LA TORRE

LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JAL., MARZO 2007



Universidad de Guadalajara
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y
Agropecuarias

Coordinación de Titulación y Carrera de Licenciatura
en Biología
683/ C. C. BIOLOGÍA

C. MIROSLAVA TADEO DE LA TORRE
PRESENTE

Manifestamos a usted que con esta fecha ha sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de: **Tesis e Informes** opción **Tesis** con el título: **“Evaluación del desarrollo de tres herbáceas en bancos de material geológico”** para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director / a de dicho trabajo el/la: **M en C. ROSA DE LOURDES ROMO CAMPOS** y el Asesor /a es: **DR. ALEJANDRO MUÑOZ URÍAS.**

Sin más por el momento, le envío un caluroso saludo.

ATENTAMENTE
“PIENSA Y TRABAJA”

Las Agujas, Zapopan., 29 de Mayo del 2006.

“2006. Año del Bicentenario del natalicio del Benemérito de las Américas.
Don Benito Juárez García”

DR. CARLOS ÁLVAREZ MOYA
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN



COORDINACIÓN DE LA CARRERA DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

DRA. LAURA GUADALUPE MEDINA CEJA
SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

BIBLIOTECA CUOBA

C.c.p. M en C. ROSA DE LOURDES ROMO CAMPOS - Director del trabajo

Dr. Carlos Álvarez Moya.
 Presidente del Comité de Titulación.
 Carrera de Licenciado en Biología.
 CUCBA.
 Presente

Nos permitimos informar a usted que habiendo revisado el trabajo de titulación, modalidad **Tesis e Informes**, opción **Tesis** con el título: "**Evaluación del desarrollo de tres herbáceas en bancos de material geológico**" que realizó la pasante **Miroslava Tadeo de la Torre** con número de código **398523022** consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorizar su impresión.

Sin otro particular quedamos de usted con un cordial saludo.

Atentamente
 Las Agujas, Zapopan, Jal., 15 Febrero de 2007

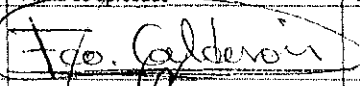

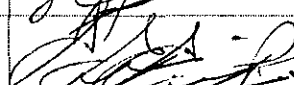
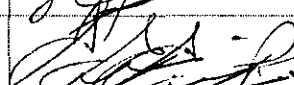
Rosa de Lourdes Romo Campos

MC. Rosa de Lourdes Romo Campos
 Directora del trabajo,

Alejandro Muñoz Urías

Dr. Alejandro Muñoz Urías
 Asesor

Handwritten notes:
 CUCBA
 26 Feb/07

Nombre completo de los Sinodales asignados por el Comité de Titulación	Firma de aprobado	Fecha de aprobación
Ing. José Francisco Calderón Calderón		19-Feb-2007
M.C. Sergio H. Contreras Rodríguez		15-Feb/2007
Dr. Hugo Moreno García		15-Feb/2007
Supl. M.C. Santiago Sánchez Preciado		15-Feb.2007

Nada es a la inteligencia odioso como la astucia extrema.

Séneca

DEDICATORIA

A mis padres María Guadalupe de la Torre y Jorge tadeo, que con su esfuerzo y dedicación me guiaron hasta el final de mi carrera profesional.

A mis hermanos Julia y Jorge por su apoyo incondicional que siempre me brindaron.

A mis amigos que siempre estuvieron a mi lado en las buenas y en las malas experiencias brindándome su apoyo y su amistad desinteresada.

A la Universidad de Guadalajara a través del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias y a mis profesores por compartir sus conocimientos y su experiencia profesional.

AGRADECIMIENTOS

A la M.C. Rosa de Lourdes Romo Campos mi Directora de Tesis, por compartir su experiencia, conocimientos y lo mas importante su amistad para llevar a cabo la culminación de este trabajo.

A mi asesor Dr. Alejandro Muñoz Urías por compartir sus conocimientos, por su dedicación, paciencia y disposición para asesorarme durante la realización de este trabajo.

A mis sinodales por su disposición para revisar el trabajo.

A todas las personas que directa o indirectamente me apoyaron para la realización de este trabajo que representa un gran esfuerzo, trabajo y dedicación.

CONTENIDO

INDICE DE FIGURAS	1
RESUMEN	1
I. INTRODUCCIÓN	3
1.1 Hipótesis	5
1.2 Objetivos	5
1.2.1 Objetivo general	5
1.2.2 Objetivos particulares	5
II. REVISIÓN DE LITERATURA	6
2.1 Formación del suelo	6
2.2 Degradación de ecosistemas	8
2.3 Restauración de suelos degradados	10
2.4 Ventajas en el uso de gramíneas y leguminosas en la restauración	12
2.5 Acumulación de materia seca	13
III. MATERIALES Y METODOS	17
3.1 Descripción del área de estudio	17
3.1.1 Localización	17
3.2 Características físicas	17
3.2.1 Clima	17
3.2.2 Fisiografía	19
3.2.3 Suelos	19
3.2.4 Geología	25
3.2.5 Hidrología	25
3.3 Características Bióticas	25
3.3.1 Vegetación	25
3.4 Elección de las especies utilizadas	26
3.5 Colecta de semillas	26
3.6 Siembra	27
3.7 Evaluación de la germinación de las especies utilizadas	28
3.8 Cobertura de las especies sembradas en los tratamientos	28

3.9	Acumulación de materia seca por planta	29
3.10	Descripción botánica de las especies utilizadas	29
3.10.1	<i>Aeschynomene americana</i> L.	30
3.10.2	<i>Desmodium sericophyllum</i> Schlecht.	31
3.10.3	<i>Chloris gayana</i> Kunth.	31
IV.	RESULTADOS	33
4.1	Evaluación de la germinación de las especies utilizadas	33
4.1.1	<i>Aeschynomene americana</i>	34
4.1.2	<i>Desmodium sericophyllum</i>	34
4.1.3	<i>Chloris gayana</i>	35
4.2	Cobertura de las especies sembradas en los tratamientos	36
4.3	Acumulación de materia seca por planta	37
4.3.1	<i>Aeschynomene americana</i>	40
4.3.2	<i>Desmodium sericophyllum</i>	40
4.3.3	<i>Chloris gayana</i>	41
V.	DISCUSIÓN	44
VI.	CONCLUSIONES	47
VII.	BIBLIOGRAFÍA	48

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio	18
Figura 2. Formula de Mueller-Dombois	29
Figura 3. Porcentajes de germinación de cada tratamiento	33
Figura 4. Porcentajes de germinación para <i>Aeschynomene americana</i> cuando se sembró sola y en las mezclas	34
Figura 5. Porcentajes de germinación para <i>Desmodium sericophyllum</i> cuando se sembró sola y en las mezclas	35
Figura 6. Porcentajes de germinación para <i>Chloris gayana</i> cuando se sembró sola y en la mezcla con las leguminosas	36
Figura 7. Cobertura promedio de cada tratamiento	37
Figura 8. Comparación de las cantidades de materia seca de la parte aérea y de la raíz	39
Figura 9. Materia seca acumulada en la parte aérea	42
Figura 10. Materia seca acumulada en la parte de la raíz	43

RESUMEN

Al eliminar la cubierta vegetal en forma continua, ya sea por actividades como la ganadería, agricultura y minería a cielo abierto (bancos de material), los suelos están sujetos a un proceso de erosión, el cual impide el reestablecimiento de la vegetación original (Gastine *et al.* 2003). Para que dicha revegetación se considere exitosa es necesario la utilización de especies nativas, ya que estas son de rápido establecimiento y están adaptadas a las condiciones ambientales de la zona. El uso de gramíneas y leguminosas es recomendado, ya que generan buenos resultados en corto tiempo (Mahler y Walther, 1990) y algunas especies herbáceas de estas familias crecen en suelos de bancos de material geológico abandonados. El incremento en la diversidad de especies ha sido propuesto como una medida para aumentar la productividad y la estabilidad de este tipo de terrenos, los cuales al carecer de la cubierta vegetal pierden el humus natural del suelo y es necesario agregarlo de manera directa; por sus características, el humus de lombriz o vermiabono se considera una de las mejores opciones para ayudar al establecimiento y desarrollo de las especies herbáceas en los suelos degradados de los bancos de material geológico.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el desarrollo de *Aeschynomene americana*, *Desmodium sericophyllum* y *Chloris gayana*, adicionando una dosis única de vermiabono en suelos degradados de minería a cielo abierto.

El trabajo de campo se realizó en un banco de material geológico abandonado conocido como "La Goterita", ubicado dentro de la zona de amortiguamiento del Bosque La Primavera. Las especies herbáceas que se utilizaron crecen en suelos degradados y se encontraron creciendo en las cercanías de la zona. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones utilizando dos especies de leguminosas (*Aeschynomene americana* y *Desmodium sericophyllum*) y una gramínea (*Chloris gayana*), siendo los tratamientos: 1. *Aeschynomene americana*; 2. *Chloris gayana*; 3. *Desmodium sericophyllum*; 4. *Aeschynomene*

americana y *Desmodium sericophyllum*; 5. *Aeschynomene americana*, *Chloris gayana* y *Desmodium sericophyllum*. Las variables que se evaluaron fueron germinación, cobertura y acumulación de materia seca. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para detectar diferencias estadísticas, posteriormente también se realizó una prueba de promedios de Tukey para determinar el mejor tratamiento.

Las pruebas estadísticas aplicadas mostraron que sí hubo diferencias estadísticas significativas entre los cinco tratamientos analizados, para las tres variables evaluadas, los tratamientos que tuvieron un mejor desempeño fueron el tratamiento con *Aeschynomene americana* y el tratamiento con *Aeschynomene americana* y *Desmodium sericophyllum*. Los tratamientos que contenían la gramínea *Chloris gayana* fueron los que presentaron los valores más bajos en cuanto a germinación, cobertura y acumulación de materia seca, ya que las gramíneas producen significativamente menor cantidad de materia seca comparadas con las leguminosas (Sanderson y Elwinger, 2002), y además inhiben la sobrevivencia de las leguminosas. Concluyendo, por lo tanto, que el tratamiento compuesto por las dos leguminosas fue el que tuvo mejor desarrollo y que la gramínea *Chloris gayana* es un factor de competencia para las leguminosas *Aeschynomene americana* y *Desmodium sericophyllum*.

I. INTRODUCCIÓN

El término suelo hace referencia al material suelto de la superficie de la tierra, estos proporcionan el soporte físico y los nutrientes para el crecimiento de las plantas y los microorganismos. Los suelos fértiles son aquellos que dan lugar a una abundante producción de alimentos y fibra, se caracterizan tanto por la presencia de nutrientes como por una estructura física adaptable a los organismos vivos (Eweis, 1999).

Los suelos degradados resultan de la sobreexplotación por actividades como la ganadería, agricultura o minería a cielo abierto, se consideran terrenos frágiles porque la remoción de su cubierta vegetal se lleva a cabo en forma continua, convirtiendo estas zonas en lugares donde el proceso de erosión impide el establecimiento de la vegetación original. Durante el fenómeno disminuye la productividad del suelo y cambian los regímenes hídricos, entre otros cambios importantes (Romo *et al*, 2001).

En México, una de las actividades que impacta de manera severa el suelo es la extracción de materiales geológicos, puesto que se pierde la cubierta vegetal y el horizonte fértil del suelo, provocando graves modificaciones a los ecosistemas naturales.

Con la restauración se intenta detener el proceso de deterioro y desertificación del suelo cuya principal consecuencia es la reducción de la productividad de los ecosistemas (Contreras *et al*, Inédito). En suelos degradados existen pocas posibilidades para que se lleguen a implantar especies que ayuden a su rehabilitación, una solución podría ser la selección de especies con capacidad de soportar condiciones limitantes (Bradshaw y Chadwick 1980, Grime 1982, Mahler y Walther 1990), las cuales deben ser de fácil establecimiento y con capacidad de soportar deficiencias de agua y nutrimentos (Skerman *et al*, 1991).

La sierra de La Primavera es un complejo volcánico cuyos suelos tuvieron un proceso de formación in situ coluvial y aluvial, debido a los beneficios que presentó esta actividad volcánica se inició la extracción de material geológico para obtener productos como el jal que se utiliza para fabricar tabicones y la arena amarilla, para la industria de la construcción de viviendas (Maciel, 2000). Dicha extracción produce modificaciones severas al suelo, dañando su proceso evolutivo y por ende los ecosistemas, además de que en algunos casos, después de la explotación, se dejan taludes con pendientes pronunciadas y no se realizan las obras adecuadas de conservación de suelos y reforestación, lo que provocó problemas graves de erosión. Estos sitios una vez abandonados, al no tener el manejo adecuado, en algunos casos fueron utilizados como basureros o tiraderos de escombros o son vendidos como terrenos para urbanizar, lo que ocasiona grandes riesgos de que se produzcan deslizamientos, debido a que por su formación y sus características son suelos muy erodables (Romo et al., Inédito).

Por otro lado la necesidad de conservar y restaurar sistemáticamente la fertilidad de los suelos que han sufrido un impacto severo, reclama la aplicación de abonos orgánicos al suelo, la cual ayuda a la regeneración de la cubierta vegetal, proporcionándole al suelo mayor cantidad de nutrientes absorbibles por las plantas, además de recuperar la fertilidad. El uso del humus de lombriz o vermiabono como abono orgánico, favorece la producción de materia seca y la producción de raíces, además, por sus características físicas, químicas y biológicas, se considera el adecuado para la restauración de suelos degradados, puesto que incorpora materia orgánica a los suelos que carecen de cubierta vegetal tal es el caso de los suelos de bancos de material.

1.1 Hipótesis

La mezcla de gramíneas y leguminosas proveerá una mejor cobertura y producción en suelos degradados de bancos de material geológico.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Evaluar el desarrollo de *Aeschynomene americana*, *Desmodium serycophyllum* y *Chloris gayana*, adicionando una dosis única de vermiabono en suelos de minería a cielo abierto.

1.2.2 Objetivos particulares

- Identificar el tratamiento que proporcione mayor cobertura al suelo
- Evaluar mediante la acumulación de materia seca de cada individuo sembrado el tratamiento que presenta mejor desarrollo
- Observar el comportamiento de las especies vegetales utilizadas al crecer solas, y cuando estas se mezclan y determinar si existe o no competencia cuando crecen juntas

II. REVISIÓN DE LITERATURA

La SEMARNAT (2001) establece la aplicación de medidas de mitigación y restauración adecuadas, que permitan al suelo realizar su anterior función y rehabilitar el ecosistema impactado durante las actividades de extracción de los sitios, dentro de las medidas de mitigación que se proponen son: conservación de suelo y agua con la conformación de taludes y bancales, construcción de terrazas, adición de abonos orgánicos, implementación de cubiertas vegetales y reforestación

El establecimiento de cubiertas vegetales reduce los efectos erosivos (Dissmeyer y Foster, 1981), el uso de especies nativas trae muchos beneficios porque generalmente éstas comunidades poseen adaptaciones a las condiciones ambientales del sitio en términos de sobrevivencia y crecimiento (Warren, 2000). Es recomendado el uso principalmente de especies gramíneas y leguminosas, ya que generan buenos resultados en corto tiempo (Mahler y Walther, 1990).

En este sentido, algunas de las especies utilizadas como cobertura para la protección de suelos son *Aeschynomene americana* L., *Desmodium sericophyllum* Schlttdl. y *Chloris gayana* Kunth., debido a que crecen en suelos degradados de bancos de material abandonado, y son parte de la sucesión natural, siendo estas de las primeras en establecerse después de las modificaciones a las que se someten dichos terrenos y por lo tanto las mas adecuadas para la restauración (Killham, 1994).

2.1 Formación del suelo

Son dos los procesos responsables de la formación de los suelos con el tiempo: la meteorización y la desintegración de las rocas y de los minerales base y la colonización y actividad de plantas y microorganismos (Eweis, 1999). El desarrollo y maduración del suelo es un complejo fenómeno, que involucra

la interacción de procesos físicos, químicos y biológicos. El tiempo requerido depende no solo de la intensidad de este proceso sino también de la naturaleza de la roca madre. Algunos especialistas estiman que el desarrollo de 2.5 cm de suelo superficial a partir de una dura roca basáltica o granítica, puede requerir de 200 a 1200 años; sin embargo, estratos suaves (como lava volcánica, dunas de arena, sedimentos de río y arcillas esquistosas) pueden evolucionar en unas pocas décadas hacia suelos maduros capaces de soportar vegetación (Owen, 1999).

Durante las primeras etapas de la formación del suelo, la actividad microbiana es escasa, principalmente debido a la falta de carbono y nitrógeno (Eweis, 1999). En el transcurso del desarrollo del suelo, las plantas tienen un papel muy importante en proteger la superficie del suelo de la erosión y permitir la acumulación de partículas. Pero estas también causan la acumulación de nutrientes en formas disponibles. Las plantas acumulan estos nutrientes y los redepositan en la superficie del suelo en materia orgánica, de la cual los nutrimentos están mucho más disponibles por el rompimiento microbiano (Bradshaw, 1997), sin embargo, entre las especies de plantas, la tasa de adquisición de nutrientes dependerá de la arquitectura de las raíces (distribución espacial, crecimiento, proliferación, ramificaciones) y de la interacción con las raíces adyacentes ya sea por competencia y/o disminución de recursos o componentes inhibitorios (Warembourg *et al*, 2004).

La superficie de los gránulos de un suelo constituye el lugar donde se producen la mayoría de las reacciones bioquímicas pertenecientes al ciclo de materia orgánica, el nitrógeno y otros minerales, a la meteorización de las rocas y a la toma de nutrientes por parte de las plantas (Eweis, 1999) y aunque este es normalmente considerado como solo una parte del ecosistema completo, tiene las propiedades de estructura y función análogas de todos los ecosistemas (Bradshaw, 1997).

2.2 Degradación de ecosistemas

La degradación de ecosistemas naturales, que se manifiesta visualmente en la pérdida de la cubierta vegetal o en el descenso de la productividad agrícola, está asociada con cambios importantes en la calidad del suelo (pérdida de la estructura, incremento de la erosión, pérdida de nutrientes asimilables y pérdida de materia orgánica) (Barea, 1999). La materia orgánica y particularmente el humus presente en los suelos, además de resultar el sostén básico para la vida presente en este medio, define en última instancia la fertilidad del mismo (Martínez y Calero, 1999).

Debido a que los recursos minerales están bajo tierra y normalmente no pueden ser obtenidos sin remover el suelo y la vegetación que están sobre estos, y casi siempre genera pérdidas que tienen que ser depositadas en la superficie, la minería causa un daño mayor en los ecosistemas (Bradshaw, 1997). Sin embargo, es un proceso que se tiene que llevar a cabo para cubrir las necesidades de las industrias, siendo una parte inevitable de la sociedad (Singh *et al*, 2002). Desde hace tiempo, en los alrededores de la zona conurbada de Guadalajara, se ha venido practicando la minería a cielo abierto para la extracción de material geológico (bancos de material), que en el reglamento de la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (2001) se define como un depósito natural o yacimiento geológico de grava, tepetate, tezontle, piedra, jal, arena amarillá, arena de río, o cualquier material derivado de las rocas o de proceso de sedimentación o metamorfismo que sea susceptible de ser utilizado como material de construcción, como agregado para la fabricación de éstos o como elementos de ornamentación.

En la minería a cielo abierto la vegetación original es inevitablemente destruida, y los suelos normalmente desaparecen o son enterrados por las pérdidas (Bradshaw, 1997). Además, este proceso altera drásticamente la naturaleza física y biológica del área al destruirse la vegetación, causando daños extensivos y destrucción del suelo y alterando las comunidades de microorganismos (Singh *et al*, 2002). Para lograr una restauración exitosa el suelo tiene que ser remediado y la vegetación reestablecida. Los efectos

primarios de la minería son causar daños al suelo y si esto no es remediado después la vegetación crecerá con dificultad, o no crecerá (Bradshaw, 1997).

Sin embargo, hay una basta herencia de tierras degradadas dejadas por pasadas minerías que requieren restauración, la cual necesita ser lograda a bajos costos y ser lo mas efectiva posible. El desarrollo del suelo y la restauración de minas trabajando pueden ser dejados a un proceso natural, pero en muchas situaciones el proceso de sucesión natural es lento, y es común que transcurran 50 o 100 años para el desarrollo de una cobertura vegetal satisfactoria, particularmente en minas abandonadas (Bradshaw, 1997).

Actualmente existen 2000 bancos de material abandonados que abarcan una superficie de 750 km² (sin proyectos de restauración) distribuidos en la zona conurbada de Guadalajara. (SEMARNAT-INE, 2001).

El punto crucial que necesita consideración es que en las minas, aún cuando las especies apropiadas aparecen naturalmente, o son introducidas, es común un bajo desarrollo, o incluso no crecen, debido a la presencia de factores inhibidores (Bradshaw, 1997), como se podrían considerar las limitaciones del drenaje del suelo que varían desde excesivo en suelos pedregosos, a suelos con capas impermeables en el subsuelo. Estas mismas limitaciones edáficas afectan el crecimiento, morfología y persistencia de coberturas vegetales (Sanderson y Elwinger, 2002).

En estas áreas de extracción, al abandono de los sitios y por presentarse en este tipo de suelos la falta de nutrimentos y el lento establecimiento de coberturas vegetales, se plantea como uno de los principales problemas que deben resolverse. Para ello se ha planteado la remediación mediante el establecimiento de coberturas vegetales y el uso de fertilizantes orgánicos (Reinés, 1998).

2.3 Restauración de suelos degradados

Los suelos degradados han enfermado en sus propiedades tanto estructurales como funcionales. La restauración implica retornarlo a su estado original cuando el suelo del material mineral ha sido totalmente reemplazado. En estas situaciones es de costumbre que al menos las funciones biológicas del suelo sean completamente restauradas (Bradshaw, 1997).

Uno de los métodos mas usados para reducir la pérdida por erosión es sembrar especies herbáceas para proteger el suelo, incrementando la cobertura a corto plazo (Fernández *et al*, 2004). Además, los cultivos de cobertera se consideran una práctica vegetativa que tiene como finalidad formar y establecer una cubierta vegetal en el terreno para conservarlo y mejorarlo, con la finalidad de:

- a) Desarrollar una cubierta vegetal densa que disminuya las pérdidas de suelo.
- b) Reducir el escurrimiento superficial propiciado por las aguas de lluvia al incrementar la infiltración del agua en el suelo.
- c) Permitir un mejor aprovechamiento del recurso suelo.
- d) Algunas veces estos cultivos pueden incorporarse al suelo como abonos verdes (Manual de conservación del suelo y del agua, 1991).

La revegetación exitosa requiere especies que tengan un rápido establecimiento y crecimiento y mínima aportación de recursos como el agua, fertilizante y pesticidas. El resultado final debe ser una cobertura vegetal manejable que cumpla las especificaciones de las autoridades regionales con consideración a la seguridad, control de la erosión y mantenimiento (Tinsley *et al*, 2006).

Las interacciones complejas entre las condiciones del suelo, la estructura de la cobertura y el clima resultan en diferentes patrones tanto de cobertura como de estructura en los sitios (Sanderson y Elwinger, 2002), una opción para mejorar el rendimiento es plantar especies con alta resistencia a la sequía, puesto que estas están bien adaptados a condiciones relativamente

secas (Skinner *et al*, 2004) pueden sobrevivir en este tipo terrenos. Esto ha provocado una llamada para no utilizar especies introducidas y el subsecuente reemplazo e incremento del uso de plantas nativas en proyectos de revegetación, además, las especies nativas son más efectivas y menos costosas a largo plazo y pueden establecerse adecuadamente sin consecuencias secundarias potenciales, con la adición de los beneficios asociados con todas las comunidades de plantas nativas. Muy frecuentemente donde las introducidas se utilizan por conveniencia (disponibilidad y costo) hay consecuencias ecológicas negativas ya que estas se pueden volver invasivas (Tinsley *et al*, 2006).

Otras ventajas que ofrece el uso de especies nativas son:

1. La adaptación regional puede corresponderse a un menor requerimiento de recursos (agua y nutrientes)
2. Pueden proveer y reforzar el hábitat de plantas y animales
3. Muchas especies nativas proveen un espectáculo de muestras de colores de temporada
4. Las especies nativas proveen una identidad de carácter regional
5. Favorecen la diversidad (Tinsley *et al*, 2006).

Las especies que mas se recomiendan en los cultivos de cobertera son: leguminosas, pastos y algunos cereales de grano pequeño. Cuando se utilizan leguminosas se pueden incorporar al suelo como abonos verdes, o bien aprovecharse como forrajes. Es importante señalar que en la selección de pastos para cultivos de cobertera, hay que analizar la duración que tendrán estos en el terreno, para así evitar que puedan convertirse en plaga para la explotación agrícola del terreno (Manual de conservación del suelo y del agua, 1991).

El incremento en la diversidad de especies en las coberturas vegetales ha sido también propuesto como una medida para incrementar la productividad y la estabilidad (Skinner *et al*, 2004), obteniendo así una cantidad mayor de biomasa (Guretzky *et al*, 2005).

2.4 Ventajas en el uso de gramíneas y leguminosas en la restauración

Debido a que en un suelo, la existencia de vida depende de la presencia de organismos capaces de conseguir la fijación del bióxido de carbono y el nitrógeno (Eweis, 1999), este se ha convertido en el nutriente más importante y que se requiere en más grandes cantidades. Este tiene un lugar especial en los suelos porque no aparece en forma mineral, y por lo tanto está ausente de los materiales primarios de los que están formados los suelos. Si las plantas son cultivadas, este se acumulará. La principal fuente es la fijación biológica, dependiente de la fijación de nitrógeno por los microorganismos asociados con las raíces de las plantas, principalmente *Rhizobium* y varios actinomicetes. El nitrógeno fijado se acumula en las plantas y después pasa al suelo donde se acumula de forma orgánica. Este es liberado por la materia orgánica en descomposición, enfatizando la importancia de los procesos microbianos (Bradshaw, 1997).

El uso de coberturas con especies leguminosas con fines de restauración ha demostrado ser uno de los principales puntos a tomar en cuenta en la rehabilitación de suelos (Sengupta, 1993, citado por Contreras *et al*, Inédito), puesto que estas mejoran la producción de forraje y la calidad, así como la capacidad de fijar el N₂ atmosférico a través de la simbiosis con la bacteria del género *Rhizobium*, y como sus raíces, nódulos y residuos de hojas se desintegran, el N del suelo puede incrementarse (Guretzky *et al*, 2005).

Las leguminosas nativas además de adaptarse al calor en la época cálida, tienen el potencial de mejorar la nutrición de la fauna, el ganado y los pequeños rumiantes (Nguluve *et al*, 2004) por su alta digestibilidad de proteína cruda, sin embargo, cuando se utilizan mezclas de gramíneas y leguminosas se aumenta la producción de materia seca (Guretzky *et al*, 2004).

Otras herbáceas utilizadas son las gramíneas, puesto que están bien adaptadas para vivir en una variedad de regímenes climáticos, desde el nivel del mar a las partes altas de las montañas (Owen, 1999), y son estas las que proveen la mayoría de la biomasa y competitivamente desplazan las

leguminosas en los pastizales (Guretzky *et al*, 2005), sin embargo, cuando se incrementa la diversidad en las plantas, puede aumentar la productividad primaria mediante un acrecentamiento total en el uso de los recursos o a través de interacciones positivas entre las plantas vecinas (Skinner *et al*, 2004).

Las características y el interés en las asociaciones de leguminosas – gramíneas como componentes de muchos tipos de pastizales es que las plantas presentan modos contrastantes de nutrición de nitrógeno (N): N atmosférico para leguminosas y N del suelo para ambas pastos y leguminosas según la disponibilidad de N. En campos recientemente abandonados el establecimiento de herbáceas es principalmente de gramíneas y leguminosas anuales. Sin embargo, el balance leguminosas-gramíneas en tales asociaciones, algunas veces es difícil de manejar y/o mantener y ha sido planteado como hipótesis que la coexistencia de gramíneas-leguminosas es el resultado de una sutil interacción entre las respuestas opuestas de gramíneas y leguminosas a la disponibilidad de N mineral en el suelo. Hay muchos recursos por los que cada una de las gramíneas y leguminosas compiten, incluyendo luz, agua y nutrientes del suelo y con la baja disponibilidad de nutrientes, la competencia tiende a ser debajo de la tierra (Warembourg *et al*, 2004). De acuerdo con Smith y Smith (2001), los individuos solo compiten cuando un recurso es escaso con respecto a la cantidad de individuos que lo desean.

La competencia entre plantas es afectada por la densidad de población de estas (cercanía y número de individuos) y disponibilidad de recursos (Sanderson y Elwinger, 2002), pero también se considera como un punto de la regulación poblacional de una especie (Smith y Smith, 2001).

2.5 Acumulación de materia seca

Existe una estrecha relación entre la densidad vegetal y el crecimiento de las plantas individuales medido por la cantidad de tejido vivo acumulado o biomasa. Esta biomasa puede estar contenida en muchos individuos pequeños o en pocos grandes. Por un tiempo, todas las plántulas muestran un

crecimiento en biomasa. Según aumenta su tamaño, unas plantas interfieren con otras, compitiendo por los mismos recursos (luz, humedad y espacio) (Smith y Smith, 2001).

Sanderson y Elwinger (2002) mencionan que en prados densos, la luz ambiental afecta la compañía de las plantas a través de los cambios en la cantidad de luz, y por lo tanto el rendimiento de materia seca se incrementa con espacios más amplios entre las plantas.

La competencia interespecífica puede tener un impacto negativo en la fijación de N_2 por las leguminosas presentes dentro del prado (Lynch, 2004), puesto que los vegetales ocupan una cierta cantidad de espacio y excluyen a otros individuos (Smith y Smith, 2001).

Aclarando como el ambiente y las plantas interactúan en las mezclas de gramíneas-leguminosas, estas pueden ayudar en el desarrollo y el manejo de pastizales en un ambiente estresado (Sanderson y Elwinger, 2002). En estas condiciones donde los nutrientes son escasos, la composta puede también proveer el N disponible. Los fertilizantes de composta pueden ser solo considerados un fertilizante primario efectivo una vez que la acumulación de N alcanza un punto estable, pero esto puede ocurrir dentro de un periodo de tiempo relativamente corto. Algunos de los programas para mejoramiento de suelos son vistos como una opción para el manejo de los desechos orgánicos y los producidos por fuentes municipales e industriales. El composteo es la tecnología mas usada generalmente para el pretratamiento de de la materia prima. La recuperación de N con composta por cosechas anuales, sin embargo, ha resultado en recomendaciones que pueden considerar como una mejoría en la producción de las cosechas (Lynch *et al*, 2004).

Cuando las plantas mueren, los microorganismos quimiótrofos se convierten en los encargados de la degradación de los tejidos. Gran parte de dichos tejidos se transforman, mediante procesos bioquímicos, en una matriz orgánica estable conocida como humus, la cual, al acumularse con el tiempo, llega a constituir la fracción orgánica del suelo (Eweis, 1999). Sin embargo, al

faltar la cubierta vegetal el humus se pierde y es necesario agregarlo al suelo de manera directa. Albiach *et al.* (2000) argumenta que el incremento de la actividad biológica del suelo después de la aplicación de residuos orgánicos es debido al contenido de nutrimentos y materia orgánica que este proporciona.

El vermiabono o humus de lombriz, por sus características orgánicas y su alta actividad biológica, así como su riqueza en nitratos, fosfatos y potasio y su equilibrada abundancia de vitaminas, constituye una de las mejores opciones a utilizar en suelos degradados, al aumentar el espesor del perfil del suelo e influir en el proceso de mineralización, así como incrementar la humedad y disponibilidad de nutrimentos para las plantas (Patil, 2000), esto gracias a que las sustancias húmicas aumentan la permeabilidad de las membranas de las raíces, lo cual facilita la absorción de nutrientes (Trinidad, 1999).

Los abonos orgánicos tienen un efecto múltiple en las características físicas, químicas y biológicas del suelo para el buen crecimiento de las plantas. Se podría señalar que estos beneficios en las características del suelo, finalmente repercuten en un mejor desarrollo y rendimiento de las cosechas (Trinidad, 1999). El uso de la lombricultura para aprovechar los recursos orgánicos en descomposición (Atiyeh *et al.*, 2000) permite mejorar la calidad de los suelos, gracias a la porosidad, aireación, drenaje y retención de agua que tiene la composta producida (Edwards y Burrows, 1988) (Citado por Rodríguez-Quiroz, 2004). Por lo tanto, la lombricomposta o vermiabono al mejorar la calidad del suelo, mejora considerablemente el crecimiento, germinación y rendimiento de la planta (Rodríguez-Quiroz, 2004). Además se ha comprobado que los abonos orgánicos inhiben y aminoran la población de patógenos del suelo, disminuyendo la incidencia de estos en los cultivos (Trinidad, 1999).

El uso del vermiabono es muy variado; puede usarse como mejorador del suelo o también como sustrato para el crecimiento de plantas (Kale *et al.*, 1992; citado por Sánchez *et al.*, 2004). En suelos empobrecidos es utilizado como mejorador de la fertilidad, como alternativa para la restauración de miles de hectáreas que actualmente se encuentran en condiciones de

improductividad, su adición a este tipo de suelos mejora sus características (Romo *et al.*, 2004), lo que facilita el establecimiento de especies herbáceas que cubren y protegen los suelos.

Con base en lo anterior se plantea que el restablecimiento de la cubierta vegetal en sitios de extracción geológica abandonados utilizando leguminosas y gramíneas, es la actividad a seguir para restaurar suelos degradados.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción del área de estudio

3.1.1 Localización

El presente trabajo se realizó en un banco de material geológico abandonado a cielo abierto en el predio conocido como "La Goterita", el cual se localiza en el municipio de Zapopan, dentro de la zona de amortiguamiento del Bosque La Primavera, que se localiza en el occidente de la capital del Estado de Jalisco, este bosque se desarrolla bajo un complejo volcánico, de origen reciente (SEMARNAT-INE, 2001). El predio está ubicado al Suroeste del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara y al Noreste del poblado La Venta del Astillero, en las coordenadas 20°44'10" Norte y 103°31'25' Oeste (Contreras, 2001) (Fig. 1).

El predio tiene una extensión de 9 hectáreas; del cual se extrajeron arena amarilla y jal desde 1978 hasta 1997.

3.2 Características físicas

3.2.1 Clima

Según la clasificación climática de Köppen, modificada por García para la República Mexicana, el clima predominante está representado por el tipo semicálido subhúmedo (A)C(w1)(w), con lluvias en verano con precipitaciones anuales que fluctúan entre los 800 y 1000 mm. Por sus características torrenciales, el 77% de las lluvias se consideran de tipo erosivo.

La temperatura media anual es de 20.6°C, siendo el mes más frío en enero y el más cálido en junio. Los vientos dominantes provienen del suroeste, con una velocidad máxima 53 km/h (SEMARNAT, 2000).

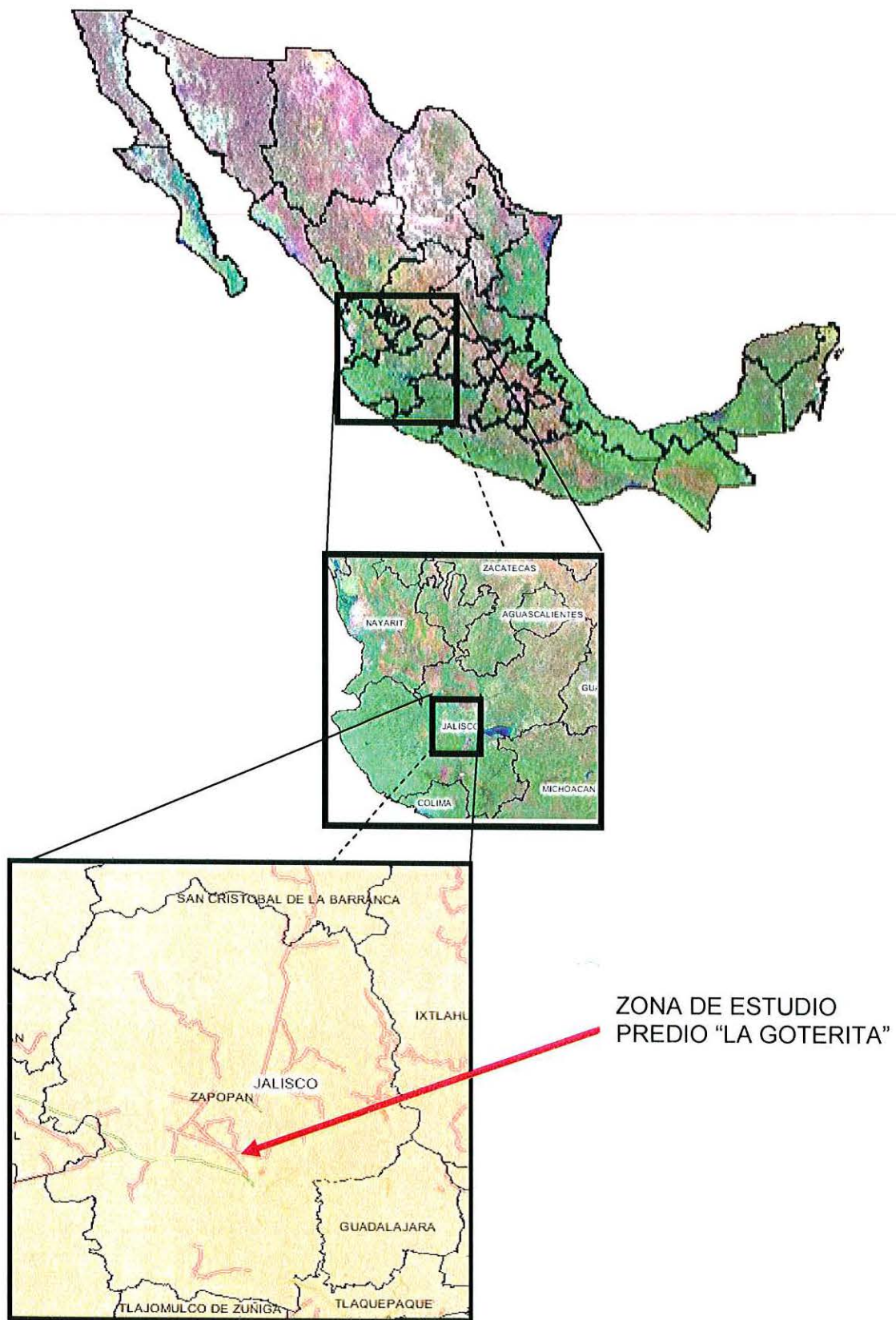


FIG. 1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.2.2 Fisiografía

Se ubica en la provincia del Eje Neovolcánico, subprovincia Guadalajara, que está caracterizada por manifestaciones recientes de vulcanismo explosivo. Está considerada como la manifestación riolítica más reciente y compleja de toda la provincia del Eje Neovolcánico. Por su variación en cuanto a manifestaciones ígneas ácidas es uno de los relieves volcánicos con más diversidad en México, en el que se combinan domos anulares, mesetas, cerros y montañas que siguen las líneas de fractura de la caldera volcánica, y colinas irregulares modeladas por erosión (SEMARNAT, 2000).

3.2.3 Suelos

A nivel edáfico, las unidades de suelos, por orden de abundancia son: regosol, feozem, vertisol, cambisol, litosol y luvisol, con un proceso de formación in situ coluvial y aluvial por lo que se erosionan fácilmente, al tener poca capacidad de formar agregados (Suárez *et al.*, 1996; Romo 1998). Entre las características físico-químicas que presentan se encuentra que no son consolidados, que son muy permeables, sin horizontes de diagnóstico, que carecen de propiedades hidromórficas, sin salinidad elevada y con textura gruesa lo que hace que sean muy erodables (Suárez *et al.*, 1996).

El suelo presente en el área de estudio es del tipo regosol; y se presenta en 51 % de la superficie total de la zona, éstos se consideran poco desarrollados y con fertilidad de baja a moderada, alta proporción en arenas pumíticas aportadas por el Bosque La Primavera que permite la retención de humedad. Presenta bajo contenido de materia orgánica y es susceptible a la erosión (Suárez *et al.*, 1996).

Del área, se tomaron muestras de suelo de la capa superficial a una profundidad de 30 cm de cada uno de los cinco tratamientos cuyos resultados de acuerdo al análisis físico y químico realizados se muestran en los cuadros 1, 2, 3, 4 y 5.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS



DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA LABORATORIO DE AGROLOGÍA

Análisis de suelo

FECHA: 19 Julio 2008	NOMBRE: M.C. ROSA DE Lourdes Romo Campos
LOCALIDAD: La Galerita	MPIO. Y ESTADO: Las agujas, Zapopan, Jal.

DETERMINACIONES:	METODO	1 P01
PROFUNDIDAD cm		30.00
Densidad real grs/c.c	Picnometro	2.95
Densidad aparente grs/c.c	Probeta	1.26
Color (seco)	Munsell	2.5 Y 7.1
Color	Munsell	Gris claro
Color (Húmedo)	Munsell	2.5 Y 5.1
Color	Munsell	Gris
Textura. Arena %	Bouyoucos	67.22
Arcilla %		4.75
Limo %		28.00
Agua aprovechable %		9.00
Clas. Textural		Fa
MATERIA ORGÁNICA %	Walkley-Black	0.262
C.I.C. meq/100grs	Acetato de amo.	6.66
CATIONES INTERCAMBIABLES.		
Ca+Mg Meq/100 gr	Volumetria	1.38
Ca Meq/10 gr	Volumetria	0.69
Mg Meq/100gr	Calculado	0.69
Na Meq/100gr	Flamometria	0.560
K Meq/100gr	Flamometria	0.576
FERTILIDAD.		
pH	Potenciometro	4.85
Nitrógeno nitrico ppm	Morgan	10
Nitrógeno amoniacal ppm	Morgan	12
Fósforo ppm	Morgan	12
Potasio ppm	Morgan	120
Calcio ppm	Morgan	500
Magnesio ppm	Morgan	50
Manganeso ppm	Morgan	5

Los resultados corresponden a la muestra entregada a el Laboratorio de Agrología del CUCBA. Y no se hace responsable del MUESTREO

ORDEN: 140 (1-5)

M.C. J. LETICIA FREGOSO FRANCO

COORDINADOR DEL LABORATORIO DE AGROLOGIA DEL CUCBA

Km. 15.5 Carretera Guadalajara - Nogales Fierro "Las Agujas", Nextipac.
Tele (91-3) 682-0743 682-0374 ext 3123 Fax: 36820743
Zapopan, Jalisco, México

Cuadro 1. Análisis de la muestra de suelo del tratamiento con *Aeschynomene americana*



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS



DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA LABORATORIO DE AGROLOGÍA

Análisis de suelo

FECHA: 19 Julio 2006		NOMBRE: M.C. ROSA DE Lourdes Romo Campos
LOCALIDAD: La Goterita		MPIO. Y ESTADO: Las agujas, Zapopan, Jalisco
DETERMINACIONES:		METODO
PROFUNDIDAD cm		2 P6 30.00
Densidad real grs/c.c		Picnometro
Densidad aparente grs/c.c		Probeta
Color (seco)		Munssel
Color		Munssel
Color (Húmedo)		Munssel
Color		Munssel
Textura. Arena %		Bouyoucos
Arcilla %		
Limo %		
Agua aprovechable %		
Clas. Textural		
MATERIA ORGÁNICA %		Walkey-Black
C.I.C. meq/100grs		Acetato de amo.
CATIONES INTERCAMBIABLES.		
Ca+Mg Meq/100 gr		Volumetria
Ca Meq/10 gr		Volumetria
Mg Meq/100gr		Calculado
Na Meq/100gr		Flamometria
K Meq/100gr		Flamometria
FERTILIDAD.		
pH		Potenciometro
Nitrógeno nítrico ppm		Morgan
Nitrógeno amoniacal ppm		Morgan
Fósforo ppm		Morgan
Potasio ppm		Morgan
Calcio ppm		Morgan
Magnesio ppm		Morgan
Manganeso ppm		Morgan

Los resultados corresponden a la muestra entregada a el Laboratorio de Agrología del CUCBA.

Y no se hace responsable del MUESTREO

ORDEN: 140 (1-5)

M.C. J. LETICIA FREGOZO FRANCO

COORDINADOR DEL LABORATORIO DE AGROLOGIA DEL CUCBA

Km. 15.5 Carretera Guadalajara - Nogales Predio "Las Agujas", Nixtapan,
Tels (91-3) 682-0743 682-0374 ext 3123 Fax 6820743
Zapopan, Jalisco, México

Cuadro 2. Análisis de la muestra de suelo del tratamiento con *Chloris gayana*



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS



DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA LABORATORIO DE AGROLOGÍA

Análisis de suelo

FECHA: 19 Julio 2006	NOMBRE: M.C. ROSA DE Lourdes Romo Campos
LOCALIDAD: La Goterita	MPIO. Y ESTADO: Las agujas, Zapopan, Jal.

DETERMINACIONES:	METODO	RESULTADO
PROFUNDIDAD cm		3 P7
Densidad real grs/c.c	Picnometro	30.00
Densidad aparente grs/c.c	Probeta	2.30
Color (seco)	Munsell	2.5 Y 7/1
Color	Munsell	Gris claro
Color (Húmedo)	Munsell	2.5 Y 5/1
Color	Munsell	Gris
Textura. Arena %	Bouyoucos	74.22
Arcilla %		4.78
Limo %		21.00
Agua aprovechable %		8.00
Clas. Textural		Fa
MATERIA ORGÁNICA %	Walkey-Black	0.015
C.I.C. meq/100grs	Acetato de amo.	7.07
CATIONES INTERCAMBIABLES.		
Ca+Mg Meq/100 gr	Volumetria	1.38
Ca Meq/10 gr	Volumetria	0.69
Mg Meq/100gr	Calculado	0.69
Na Meq/100gr	Flamometria	0.550
K Meq/100gr	Flamometria	0.559
FERTILIDAD.		
pH	Potenciometro	5.33
Nitrógeno nítrico ppm	Morgan	10
Nitrógeno amoniacal ppm	Morgan	12
Fósforo ppm	Morgan	12
Potasio ppm	Morgan	120
Calcio ppm	Morgan	500
Magnesio ppm	Morgan	50
Manganeso ppm	Morgan	5

Los resultados corresponden a la muestra entregada a el Laboratorio de Agrología del CUCBA.

Y no se hace responsable del MUESTREO

ORDEN: 140 (1-5)


M.C. L. LETICIA FREGOSO FRANCO

COORDINADOR DEL LABORATORIO DE AGROLOGIA DEL CUCBA

Km. 15.5 Carretera Guadalajara - Nogales Prieto (Las Agujas) Nextipán
Tels (01-3) 882-0743 882-0374 ext 3123 Fax 38820743
Zapopan, Jalisco, México, R.L. de C.V.

Cuadro 3. Análisis de la muestra de suelo del tratamiento con *Desmodium sericophyllum*



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS



DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA LABORATORIO DE AGROLOGÍA

Análisis de suelo

FECHA: 19 Julio 2006	NOMBRE: M.C. ROSA DE Lourdes Romo Campos	
LOCALIDAD: La Golería	MPIO. Y ESTADO: Las agujas, Zapopan, Jalisco	
DETERMINACIONES:	METODO	4 P11
PROFUNDIDAD cm		30.00
Densidad real grs/c.c	Picnometro	2.31
Densidad aparente grs/c.c	Probeta	1.78
Color (seco)	Munsell	2.5 Y 4.1
Color	Munsell	Gris claro
Color (Húmedo)	Munsell	2.5 Y 5.1
Color	Munsell	Gris
Textura. Arena %	Bouyoucos	74.22
Arcilla %		4.78
Limo %		21.00
Agua aprovechable %		8.00
Clas. Textural		Ar
MATERIA ORGÁNICA %	Walkey-Black	0.078
C.I.C. meq/100grs	Acetato de amo.	6.06
CATIONES INTERCAMBIABLES.		
Ca+Mg Meq/100 gr	Volumetria	1.15
Ca Meq/10 gr	Volumetria	0.69
Mg Meq/100gr	Calculado	0.46
Na Meq/100gr	Flamometria	0.560
K Meq/100gr	Flamometria	0.566
FERTILIDAD.		
pH	Potenciometro	5.44
Nitrógeno nítrico ppm	Morgan	10
Nitrógeno amoniacal ppm	Morgan	12
Fósforo ppm	Morgan	12
Potasio ppm	Morgan	180
Calcio ppm	Morgan	500
Magnesio ppm	Morgan	50
Manganeso ppm	Morgan	2

Los resultados corresponden a la muestra entregada a el Laboratorio de Agrología del CUCBA.

Y no se hace responsable del MUESTREO

ORDEN: 140 (1-5)

M.C. J. LETICIA FREGOSO FRANCO

COORDINADOR DEL LABORATORIO DE AGROLOGIA DEL CUCBA

Km. 15.5 Carretera Guadalajara - Nogales Prodigio 'Las Agujas', Nextlapan,
Tels (91-3) 682-0743 682-0376 ext 3173 Fax: 35820743
Zapopan, Jalisco, México

Cuadro 4. Análisis de la muestra de suelo del tratamiento con *Aeschynomene americana* y *Desmodium sericophyllum*



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS



DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA LABORATORIO DE AGROLOGÍA

Análisis de suelo

FECHA : 19 Julio 2006	NOMBRE: M.C. ROSA DE Lourdes Ramo Campos
LOCALIDAD: La Gotera	MPIO. Y ESTADO: Las agujas Zapopan Jal

DETERMINACIONES:	METODO	RESULTADO
PROFUNDIDAD cm		5 P16 30.00
Densidad real grs/c.c	Pichometro	2.46
Densidad aparente grs/c.c	Probeta	1.23
Color (seco)	Munsell	2.5 Y 7.1
Color	Munsell	Gris claro
Color (Humedo)	Munsell	2.5 Y 5.1
Color	Munsell	Gris
Textura. Arena %	Bouyoucos	65.27
Arcilla %		4.78
Limo %		29.90
Agua aprovechable %		9.90
Clas. Textural		Fa
MATERIA ORGÁNICA %	Walkey-Black	0.309
C.I.C. meq/100grs	Acetato de amo	5.66
CATIONES INTERCAMBIABLES.		
Ca+Mg Meq/100 gr	Volumetria	1.36
Ca Meq/10 gr	Volumetria	0.69
Mg Meq/100gr	Calculado	0.66
Na Meq/100gr	Flamometria	0.586
K Meq/100gr	Flamometria	0.390
FERTILIDAD.		
pH	Potenciometro	6.39
Nitrógeno nítrico ppm	Morgan	19
Nitrógeno amoniacal ppm	Morgan	12
Fósforo ppm	Morgan	15
Potasio ppm	Morgan	180
Calcio ppm	Morgan	500
Magnesio ppm	Morgan	50
Manganeso ppm	Morgan	5

Los resultados corresponden a la muestra entregada a el Laboratorio de Agrología del CUCBA.
Y no se hace responsable del MUESTREO

ORDEN: 140 (1-5)

M.C. J. LETICIA FREGOSO FRANCO

COORDINADOR DEL LABORATORIO DE AGROLOGIA DEL CUCBA

Km 15.5 Carretera Guadalajara - Nogales Predio (160) 244, 35 - Nextigac.
Tels (91-3) 682-0743 682-0374 ext 3123; Fax 36820743
Zapopan, Jalisco, México

Cuadro 5. Análisis de la muestra de suelo del tratamiento con *Aeschynomene americana*, *Chloris gayana* y *Desmodium sericophyllum*

3.2.4 Geología

La unidad litológica más característica de la región es la denominada Toba Tala, constituida en su mayor porcentaje por fragmentos de pómez y en menor proporción por pequeños líticos de andesita que se originaron durante las primeras erupciones que conformaron a la Sierra La Primavera (SEMARNAT, 2000).

Este sitio es de origen volcánico – tectónico, geológicamente es muy frágil por su morfología y por el tipo de roca fácilmente erosionable, como es el caso de la toba y el pómez (Contreras, 2001).

3.2.5 Hidrología

Se integran en el área de influencia de La Primavera dos regiones hidrológicas: Lerma – Chapala – Santiago y Ameca; tres cuencas hidrológicas: La Vega – Cocula, Bolaños, Río Salado, Laguna de San Marcos y Corona - Río Verde, que abastecen acuíferos de los Valles de Atemajac – Tesistán, Toluquilla y Etzatlán – Ahualulco, y de manera indirecta a los del Valle de Ameca (SEMARNAT, 2000).

Se cuenta para la región de influencia con 1158 pozos, 57 manantiales y 452 norias de importancia vital para los pobladores del área (SEMARNAT, 2000).

3.3 Características Bióticas

3.3.1 Vegetación

Originalmente la zona formó parte del Bosque La Primavera, quedando de la vegetación original de Pino – Encino, algunos relictos en las cañadas, habiendo desaparecido como resultado de las actividades agropecuarias que se llevan a cabo en la zona (Contreras, 2001).

El área de estudio antes de la extracción de material geológico presentaba residuos de cultivo de maíz de un temporal pasado, encontrándose

especies de los estratos herbáceo y arbence, tales como *Tithonia tubaeformis*, *Rhynchelytrum repens*, *Cynodon dactylon*, *Paspalum nottun*, *Bouteloua repens*, *Andropogon gallinensis*, *Aristida spp*, *Trachypogon secundus* (Contreras, 2001).

3.4 Elección de las especies utilizadas

Las especies que se utilizaron se encontraron creciendo en suelos degradados del Bosque La Primavera (Romo, 1998), se eligieron por ser herbáceas con potencial para rehabilitar suelos degradados tomando en consideración ciertas características; la leguminosa *Desmodium sericophyllum* crece en terrenos degradados y es una planta rastrera que proporciona una buena cobertura al suelo (Romo, 1998), además de que es resistente a condiciones desfavorables (Casas *et al*, 1996); la leguminosa *Aeschynomene americana* fue utilizada en los experimentos de Romo *et al*. (Inédito) creciendo en suelos degradados de bancos de material abandonados presentando un desarrollo superior cuando se le adicionó vermiabono, además, es utilizada por la fauna silvestre y el ganado como alimento, también es usada como una excelente cobertura vegetal cuyas principales ventajas es la fijación de nitrógeno y la elevada producción de biomasa, así como su alta resistencia a patógenos y plagas (Rich *et al*, 2003). Por otro lado, la gramínea *Chloris gayana* al ser un pasto que al igual que las anteriores crece en suelos degradados, es muy abundante y tiene una alta producción de semillas (Romo, 1998) es recomendado para la restauración debido a que los pastos estabilizan los suelos durante el proceso de regeneración, además de que ofrecen una tolerancia superior al estrés estos tienen raíces fibrosas que pueden disminuir el proceso de erosión (Singh *et al*, 2002).

3.5 Colecta de semillas

Los frutos maduros de las especies *Aeschynomene americana*, *Desmodium sericophyllum* y *Chloris gayana*, se colectaron durante los meses de septiembre y octubre del año anterior a la siembra, los cuales se

deshidrataron poniéndolos al sol.

Una vez secos los frutos de las dos especies leguminosas, *Aeschynomene americana* y *Desmodium sericophyllum*, se extrajeron las semillas de las vainas ejerciendo presión y fricción sobre ellas utilizando un extractor de semillas de leguminosas el cual consiste en dos superficies corrugadas con las cuales se ejerce presión sobre las semillas, triturando el pericarpio y liberando las semillas intactas, posteriormente se tamizaron las semillas por medio de diferente luz de malla de 2, 3 y 4 mm.

Dichas semillas se sometieron a un tratamiento de escarificación que consiste en la inmersión de estas en ácido sulfúrico (H_2SO_4) (Cantliffe *et al*, 1980) al 37.55 N, dejándolas 45 minutos.

3.6 Siembra

La siembra se realizó a mediados del mes de julio del año 2005. Se establecieron 5 tratamientos que fueron los siguientes, *Aeschynomene americana*, *Desmodium sericophyllum*, *Chloris gayana* y mezclas de las dos leguminosas *Aeschynomene americana* y *Desmodium sericophyllum* y otra mezcla con las tres especies *Aeschynomene americana*, *Desmodium sericophyllum* y *Chloris gayana* con tres repeticiones cada uno (Tabla 1), con un diseño experimental completamente al azar. El tamaño de la parcela experimental fue de 1.5 x 1 m, con una parcela útil de 1 m², utilizando 40 kg de tierra esterilizada con bromuro de metilo y una dosis única de vermiabono de 500 g por parcela.

La densidad de siembra fue 8085 semillas por parcela para *Chloris gayana*, 400 semillas para *Aeschynomene americana* y 400 semillas para *Desmodium sericophyllum*, por parcela.

Las variables que se evaluaron fueron: germinación, cobertura y acumulación de materia seca total.

Tabla 1. Tratamientos utilizados

Tratamiento	Repetición	Especie
T1	R1	<i>Aeschynomene americana</i>
T1	R2	<i>Aeschynomene americana</i>
T1	R3	<i>Aeschynomene americana</i>
T2	R1	<i>Chloris gayana</i>
T2	R2	<i>Chloris gayana</i>
T2	R3	<i>Chloris gayana</i>
T3	R1	<i>Desmodium sericophyllum</i>
T3	R2	<i>Desmodium sericophyllum</i>
T3	R3	<i>Desmodium sericophyllum</i>
T4	R1	<i>Aeschynomene americana</i> y <i>Desmodium sericophyllum</i>
T4	R2	<i>Aeschynomene americana</i> y <i>Desmodium sericophyllum</i>
T4	R3	<i>Aeschynomene americana</i> y <i>Desmodium sericophyllum</i>
T5	R1	<i>Aeschynomene americana</i> <i>Chloris gayana</i> y <i>Desmodium sericophyllum</i>
T5	R2	<i>Aeschynomene americana</i> <i>Chloris gayana</i> y <i>Desmodium sericophyllum</i>
T5	R3	<i>Aeschynomene americana</i> <i>Chloris gayana</i> y <i>Desmodium sericophyllum</i>

3.7 Evaluación de la germinación de las especies utilizadas

El porcentaje de germinación se obtuvo mediante una regla de tres, con el número total de plantas y las cantidades de semillas sembradas por parcela. El análisis estadístico se efectuó mediante una prueba de promedios de Tukey para determinar cual fue el tratamiento y la especie con mayor número de semillas germinadas.

3.8 Cobertura de las especies sembradas en los tratamientos

Para la cobertura, se midió en la parcela útil los individuos de cada tratamiento para obtener el diámetro1 y el diámetro 2. Se aplicó la fórmula de Mueller-Dombois (1974) (Fig. 2) para obtener la cobertura de cada planta. Posteriormente se realizó a través del Software STATISTICA '99 Edition, un análisis de varianza para determinar si había diferencias estadísticas entre los

tratamientos. Se realizó una prueba de Tukey para establecer estadísticamente cual fue el mejor tratamiento.

$$CC = \left(\frac{D1 + D2}{4} \right)^2 \Pi$$

FIG. 2. FORMULA DE MUELLER-DOMBOIS

3.9 Acumulación de materia seca por planta

Se cosecharon todos los individuos cuando la mayoría de las plantas tuvieron flor y fruto. Se dejaron secar en una estufa de desecación a 70°C durante 3 días o hasta obtener un peso constante, posteriormente se obtuvo la biomasa total de la parte aérea (tallo, flor, fruto, hojas) y de la raíz.

Para el análisis estadístico se tomó como unidad experimental la planta, se utilizó el Software STATISTICA '99 Edition, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para detectar diferencias estadísticas en la acumulación de materia seca, además se realizó una prueba de Tukey para determinar el mejor tratamiento. Estas pruebas también se hicieron para cada especie cuando creció sola y cuando estuvo en las diferentes mezclas, esto con el fin de determinar si existía o no competencia entre las especies.

3.10 Descripción botánica de las especies utilizadas

Las especies utilizadas en este trabajo son *Aeschynomene americana* y *Desmodium sericophyllum*, que pertenecen a la familia de las leguminosas, y *Chloris gayana* que pertenece a las gramíneas.

3.10.1 *Aeschynomene americana* L.

Herbácea usualmente erecta, anual o de duración indefinida, con una rama principal, principalmente de 0.5-1 (-2) metros de alto, la hoja principal de (3-) 4-7 cm de longitud, 20-60 foliolada; hojas glabras o setosas – ciliadas, linear – oblongas, agudas, principalmente de 6-11 mm de largo, 1.5-2 mm de ancho; estípulas mayormente hispídas cerca del punto de fijación, 10-25 mm de largo, y arriba de 4 mm de ancho, la parte inferior atenuada, a menudo cerca de la mitad es igual de largo que la parte superior (McVaugh, 1987).

La inflorescencia vagamente menos de 10 flores, algunas veces ramificadas, de 1.5-5 cm de largo, usualmente mas cortas que las hojas, pero los frutos algunas veces sobrepasan las hojas; pedicelos de 3-4.5 mm de largo en la flor, se elongan de 6-8.5 mm de largo en el fruto; las brácteas florales cordadas, acuminadas, setosas-ciliadas, 2-4 mm de largo; flores principalmente de 6-8 mm de largo; cáliz 3-6 mm de largo, glabros a escasamente hispídos, profundamente 2-partido; corola blanca a rosado blanca o violáceo, o la clásica línea roja o con el borde rojo en el área verde central; la cara externa glabra, suborbicular a obcordada, 5-10 mm de ancho; androceo de 6-8 mm de largo (McVaugh, 1987).

Fruto extendido-ascendente o agitado, sobre fuertes pedicelos ascendentes, al madurar a menudo sobrepasa las hojas, comúnmente (2-)2.5-3.5 cm de largo, 2.5-3.5 mm de ancho, 6-8 (3-9) articulado, normalmente fuertemente arqueado (cóncavo en la parte superior o borde vexilar), profundamente crenado en la parte inferior, normalmente hispido, al madurar reticulado-venuloso cerca del margen, los artículos se separan fácilmente; estipe 1.5-3 mm de largo; semillas 2-3 mm de largo, 1.5-2 mm de ancho (McVaugh, 1987).

3.10.2 *Desmodium sericophyllum* Schlecht.

Planta perenne postrada desde una larga raíz leñosa, con algunos tallos frondosos arriba de 1 m de largo, la flor terminal en las ramas, erectas o ascendentes, (10-) 20-30 cm de largo, sésiles o pedunculadas; las brácteas primarias de la espina parduscas, al principio cubren el brote, 10-12 mm de largo; los tallos bajo las inflorescencias velutinosos con pelos difusos; foliolos oblongos o elípticos en general ovados o suborbiculares, suavemente pilosos abajo con pelos un tanto erguidos, el terminal 3-6 (-7.5) cm de largo, largo mas de dos veces lo ancho, obtuso o redondeado, redondeado en la base; flores 2 en el nudo; pedicelos 3-6 mm de largo, se torna puntiagudo en la espina; filamentos 6.5-8 mm profundamente en el lado menor; estipe 1-2mm de largo (McVaugh, 1987).

3.10.3 *Chloris gayana* Kunth.

Planta perenne, estolonífera y amacollada; tallos glabros, hasta de 1 (1.7) metros de alto, algunas veces ramificados, con los nudos comprimidos; vainas foliares de 4.5 a 14.5 cm de largo, vilosas o escabrosas en el ápice, las superiores mas cortas que los entrenudos, los márgenes sobrepuestos, lígulas membranosas ciliadas, de 0.4 a 0.6 mm de largo, vilosas en el dorso y a veces en los extremos, láminas planas, hasta de 30 (55) cm de largo por 5 a 10 mm de ancho, generalmente vilosas detrás de la lígula, escabrosas (Calderón, 2001).

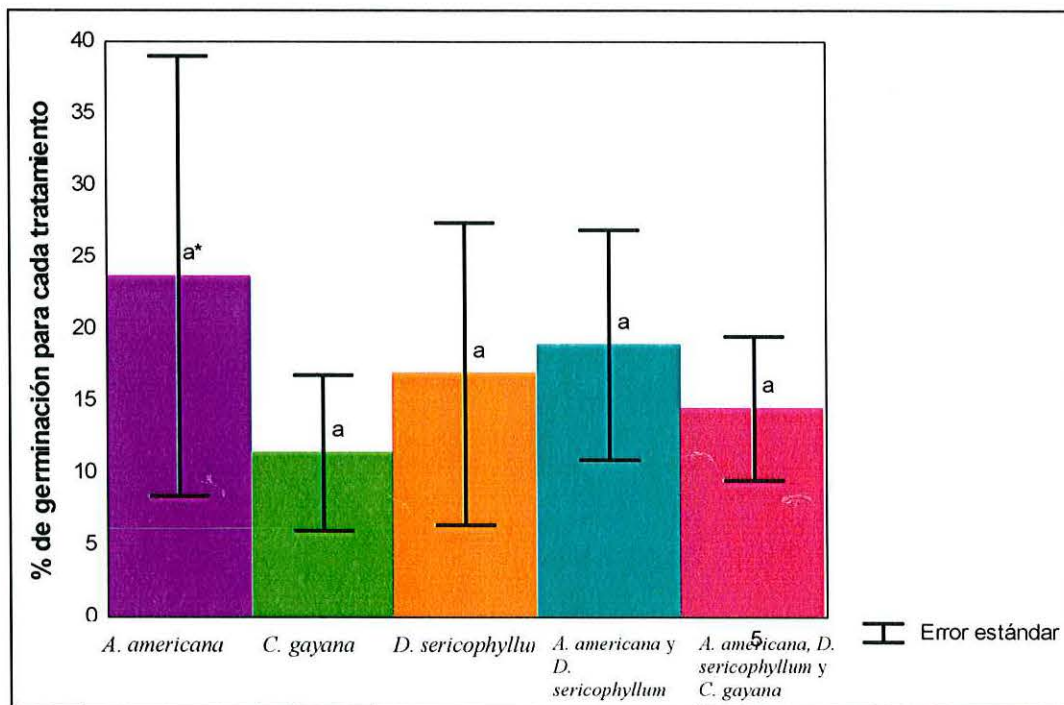
Inflorescencia de 12 a 30 cm de largo, las espigas 7 a 22, de 7.5 a 10.5 cm de largo, ascendentes, con la edad divergentes, a veces levemente falcadas, distribuidos en un (a veces dos) verticilo con una o varias espigas adicionales por arriba o por abajo; espiguillas imbricadas y adpresas al raquis, con la flor inferior perfecta y dos o tres masculinas estériles, ocasionalmente la segunda perfecta; glumas subiguales, de 1 a 3 mm de largo, escabrosas, la segunda generalmente con el ápice aristado, flor fértil vilosa en el callo; lema de 3 a 4 mm de largo, lanceolada, con una arista escabrosa de 2 a 6 mm de

largo, los bordes membranosos, los nervios laterales con pelos de menos de 1.5 mm de largo cerca de sus extremos, palea generalmente tan larga como la lema, videntada y con nervios escabiúsculos; segunda flor de 2.5 a 3 mm de largo, obovada, truncada diagonalmente y escabiúscula con una arista de 1 a 2 mm de largo, tercera flor generalmente sin arista y la cuarta d estas presente, representada solo por la lema (Calderón, 2001).

IV. RESULTADOS

4.1 Evaluación de la germinación de las especies utilizadas

El tratamiento que contenía *Aeschynomene americana* fue el que presentó mayor cantidad de semillas germinadas, con un promedio de 23.7%, el tratamiento que le siguió en eficacia fue el compuesto por *Aeschynomene americana* y *Desmodium sericophyllum*, con un porcentaje de germinación de 18.9%. El tratamiento que presentó los valores mas bajos, con un promedio de 11.4%, fue el de *Chloris gayana*. La prueba para promedios de Tukey (Fig. 3) no presentó diferencias estadísticas significativas entre los cinco tratamientos.

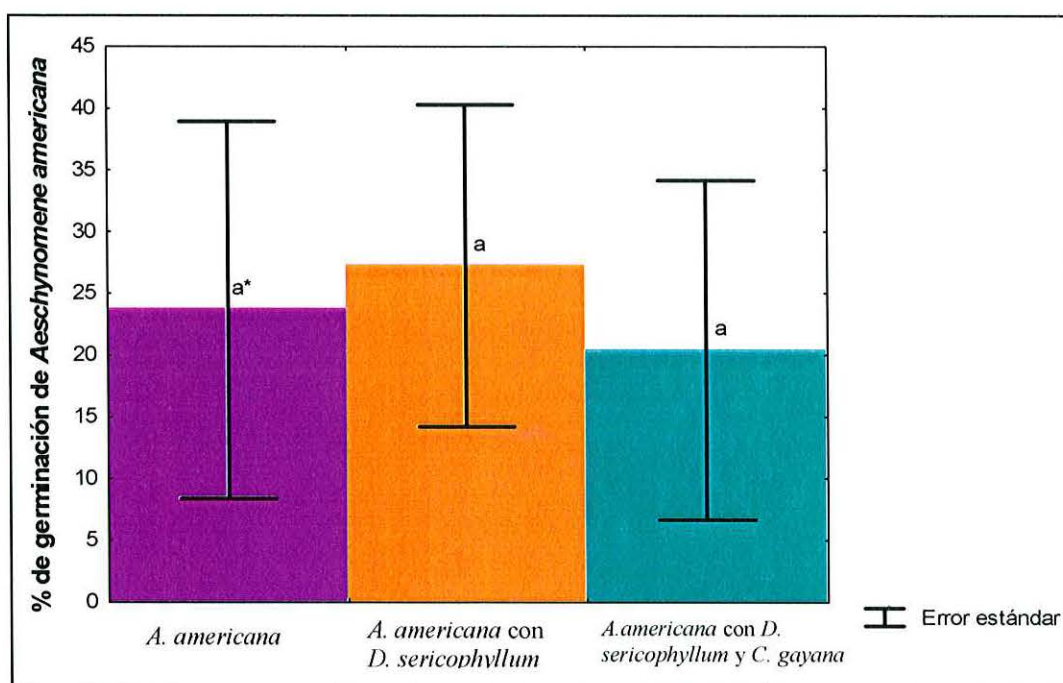


* Las variables seguidas de la misma letra no son estadísticamente diferentes según Tukey ($p < 0.05$)

FIG. 3. PORCENTAJES DE GERMINACIÓN DE CADA TRATAMIENTO

4.1.1 *Aeschynomene americana*

En los resultados de la germinación de las semillas de *Aeschynomene americana*, se observa que fue mayor el porcentaje de germinación cuando esta se sembró al lado de *Desmodium sericophyllum* (27.5%), y el valor mas bajo fue cuando se sembró con *Chloris gayana* y *Desmodium sericophyllum* (20.42%), sin embargo, según la prueba para promedios de Tukey, no hay diferencias estadísticas significativas (Fig. 4).



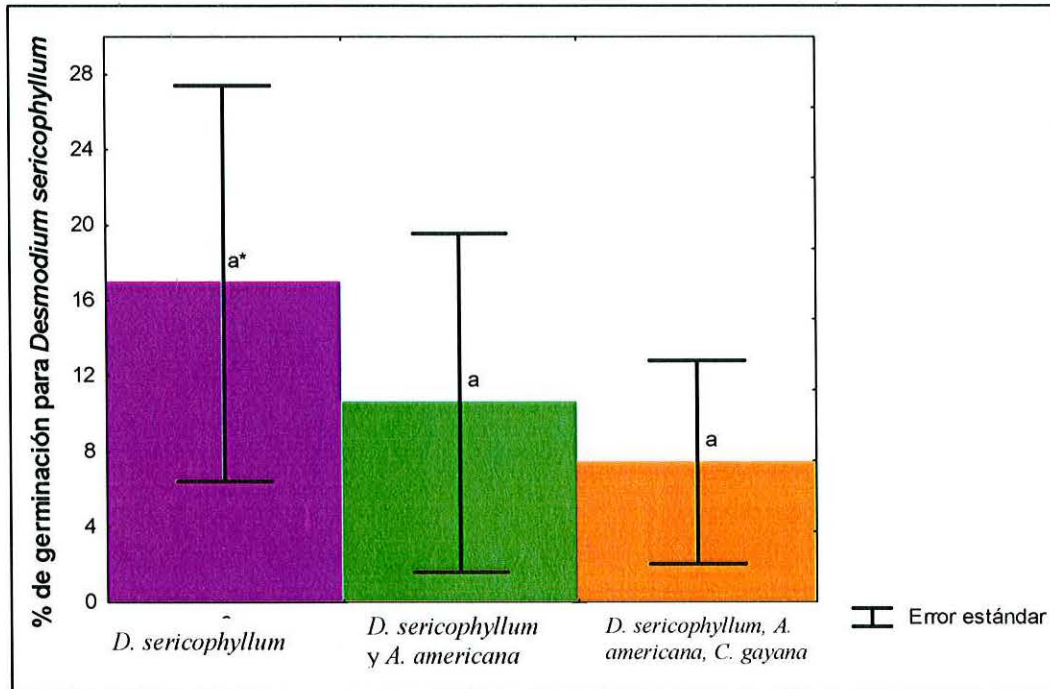
* Las variables seguidas de la misma letra no son estadísticamente diferentes según Tukey ($p < 0.05$)

FIG. 4. PORCENTAJES DE GERMINACIÓN PARA *AESCHYNOMENE AMERICANA* CUANDO SE SEMBRÓ SOLA Y EN LAS MEZCLAS

4.1.2 *Desmodium sericophyllum*

Para *Desmodium sericophyllum* no se encontraron diferencias estadísticas significativas en la germinación de las semillas cuando se sembraron en los diferentes tratamientos (Fig. 5)

Sin embargo, se observa que las semillas de *Desmodium sericophyllum* presentan mayor porcentaje de germinación cuando estas se sembraron solas (16.92%) y cuando se mezclaron disminuyó la cantidad de semillas germinadas, siendo en la mezcla donde se sembraron las tres especies en la que se obtuvo menor cantidad de semillas germinadas (7.42%).

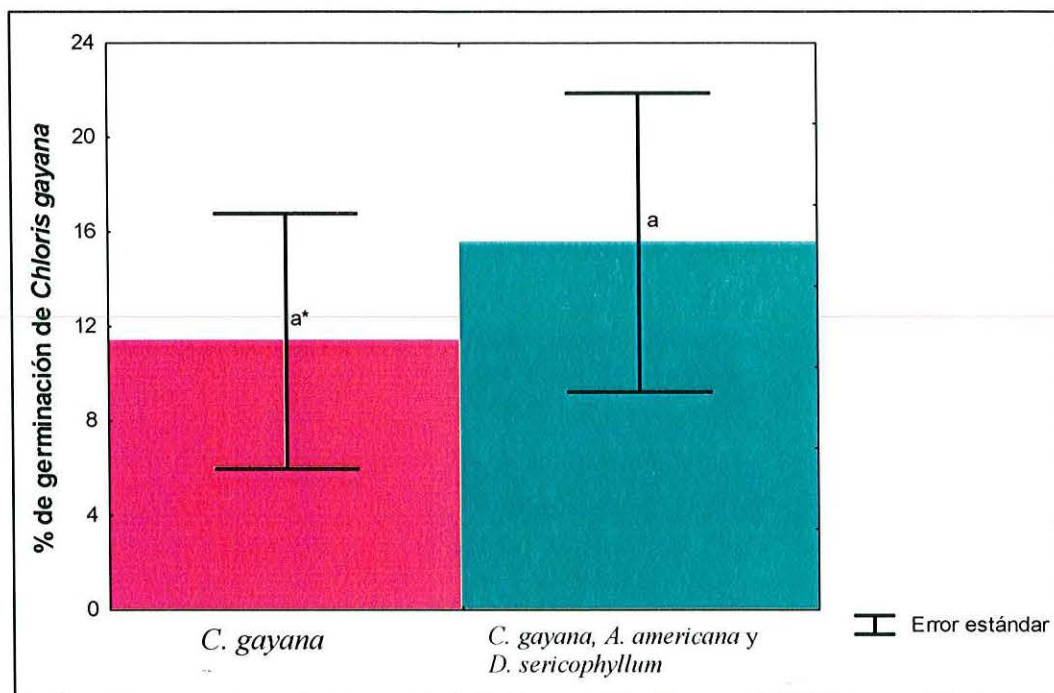


*Las variables seguidas de la misma letra no son estadísticamente diferentes según Tukey ($p < 0.05$)

FIG. 5. PORCENTAJES DE GERMINACIÓN PARA *DESMODIUM SERICOPHYLLUM* CUANDO SE SEMBRÓ SOLA Y EN LAS MEZCLAS

4.1.3 *Chloris gayana*

Para *Chloris gayana*, se encontró que tuvo mayor cantidad de semillas germinadas cuando se sembró en la mezcla con las leguminosas *Aeschynomene americana* y *Desmodium sericophyllum* (15.55%) que cuando se sembró sola (11.38%). En esta especie, al igual que en las anteriores, no se observaron diferencias estadísticas significativas en la germinación de las semillas cuando se sembró sola y cuando se encontró en la mezcla (Fig. 6).



*Las variables seguidas de la misma letra no son estadísticamente diferentes según Tukey ($p < 0.05$)

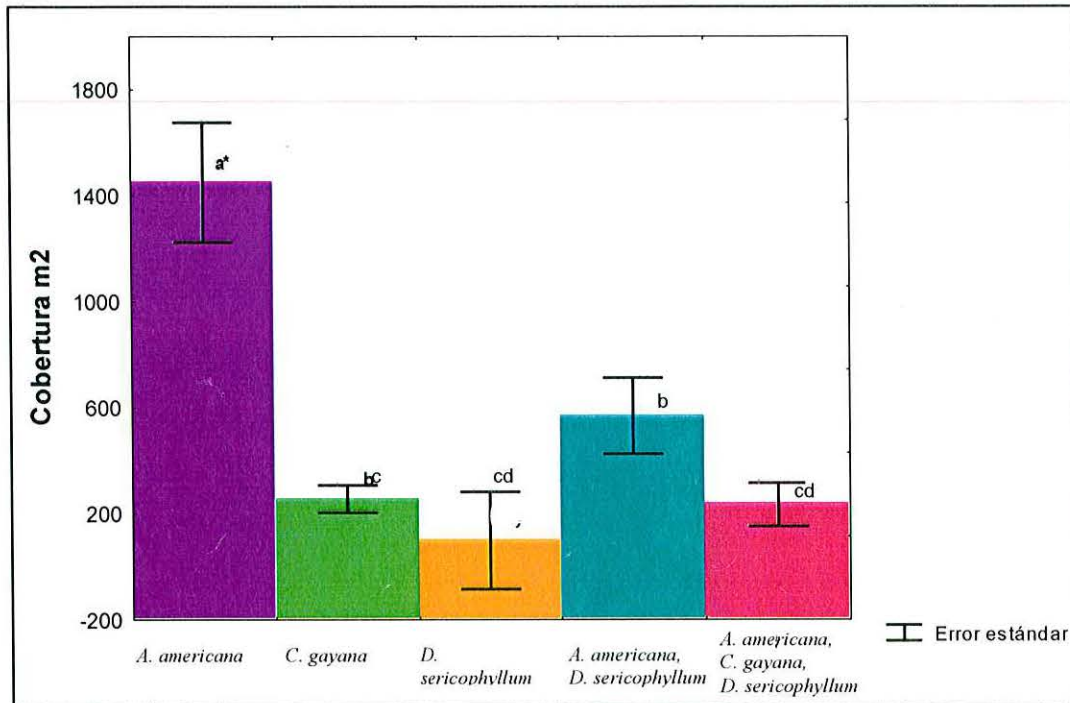
FIG. 6. PORCENTAJES DE GERMINACIÓN PARA CHLORIS GAYANA CUANDO SE SEMBRÓ SOLA Y EN LA MEZCLA CON LAS LEGUMINOSAS

4.2 Cobertura de las especies sembradas en los tratamientos

La cobertura máxima registrada para cada tratamiento indica que si existen diferencias estadísticas significativas ($p < 0.001$), encontrando que el tratamiento que contiene *Aeschynomene americana* fue el que presentó la mayor cobertura (1450.58 m²) y el tratamiento que presentó menor cobertura fue el que contenía *Desmodium sericophyllum* (99.25 m²) según la prueba de Tukey para promedios.

En estos resultados, se observa que a pesar de que *Aeschynomene americana* fue la que presentó mayor cobertura, cuando se encuentra en la mezcla al lado de *Desmodium sericophyllum* (tratamiento 4) la cobertura disminuye significativamente. Un caso similar es el tratamiento 5 que contiene la mezcla de las tres especies (*Aeschynomene americana*, *Desmodium sericophyllum* y *Chloris gayana*), el cual es estadísticamente similar al

tratamiento con *Desmodium sericophyllum* que como ya se mencionó es el de menor cobertura (Fig. 7).



* Las variables seguidas de la misma letra no son estadísticamente diferentes según Tukey ($p < 0.05$)

FIG. 7. COBERTURA PROMEDIO DE CADA TRATAMIENTO

4.3 Acumulación de materia seca por planta

En el análisis de varianza para la variable de acumulación de materia seca se observó que:

La acumulación de materia seca de la parte aérea tuvo una variación de 0.10 al 0.87 g por planta y se observó diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$), el tratamiento con las especies *Aeschynomene americana* y *Desmodium sericophyllum* y el tratamiento con *Aeschynomene americana* son estadísticamente superiores mientras que *Chloris gayana* fue la especie que estadísticamente acumuló menos biomasa aérea (Tabla 2) según la prueba para promedios de Tukey.

Tabla 2. Comparación de promedios de la variable de acumulación de materia seca de la parte aérea de las plantas

Tratamiento	Especies	Peso Seco Aéreo (g/planta) ± error estándar	
4	<i>Aeschynomene americana</i> y <i>Desmodium sericophyllum</i>	0.87 ± 0.139	a*
1	<i>Aeschynomene americana</i>	0.77 ± 0.094	ab
3	<i>Desmodium sericophyllum</i>	0.44 ± 0.104	bc
5	<i>Aeschynomene americana</i> , <i>Chloris gayana</i> y <i>Desmodium sericophyllum</i>	0.18 ± 0.021	cd
2	<i>Chloris gayana</i>	0.10 ± 0.004	d

* Las variables seguidas de la misma letra no son estadísticamente diferentes según Tukey ($p < 0.05$)

La acumulación de materia seca de la parte de la raíz tuvo una variación de 0.07 al 0.79 g por planta y se observó diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$) el tratamiento con las especies *Aeschynomene americana* y *Desmodium sericophyllum* y el tratamiento con *Desmodium sericophyllum* son estadísticamente superiores mientras que *Chloris gayana* fue la especie que estadísticamente acumuló menor materia seca en la raíz (Tabla 3) según la prueba de Tukey.

Tabla 3. Comparación de promedios de la variable de acumulación de materia seca de la parte de la raíz de las plantas

Tratamiento	Especies	Peso Seco Raíz (g/planta) ± error estándar	
4	<i>Aeschynomene americana</i> y <i>Desmodium sericophyllum</i>	0.79 ± 0.117	a
3	<i>Desmodium sericophyllum</i>	0.57 ± 0.226	ab
1	<i>Aeschynomene americana</i>	0.56 ± 0.079	b
5	<i>Aeschynomene americana</i> , <i>Chloris gayana</i> y <i>Desmodium sericophyllum</i>	0.10 ± 0.007	c
2	<i>Chloris gayana</i>	0.07 ± 0.003	c

* Las variables seguidas de la misma letra no son estadísticamente diferentes según Tukey ($p < 0.05$)

Lo anterior indica que al igual que en la parte aérea los tratamientos que presentaron mayor cantidad de materia seca son la mezcla de *Aeschynomene americana* y *Desmodium sericophyllum*, y el que contiene *Desmodium sericophyllum*.

Con lo mencionado anteriormente se muestra que efectivamente el mejor tratamiento es el que tiene la mezcla de *Aeschynomene americana* y *Desmodium sericophyllum*, puesto que después de este, en la parte aérea de la planta el tratamiento con *Aeschynomene americana* fue el que acumuló mayor cantidad de materia seca y en la parte de la raíz fue el tratamiento con *Desmodium sericophyllum*, y siendo el mejor tratamiento una mezcla que contiene tanto *Aeschynomene americana* como *Desmodium sericophyllum*, al aplicarlo se obtienen las mejores cantidades de acumulación de materia seca tanto en la parte aérea como en la parte de la raíz.

La leguminosa *Aeschynomene americana* al igual que la gramínea *Chloris gayana* acumularon la mayor cantidad de materia seca en la parte aérea, mientras que *Desmodium sericophyllum* alcanzó el valor más alto de acumulación de materia seca en la parte de la raíz (Fig. 8).

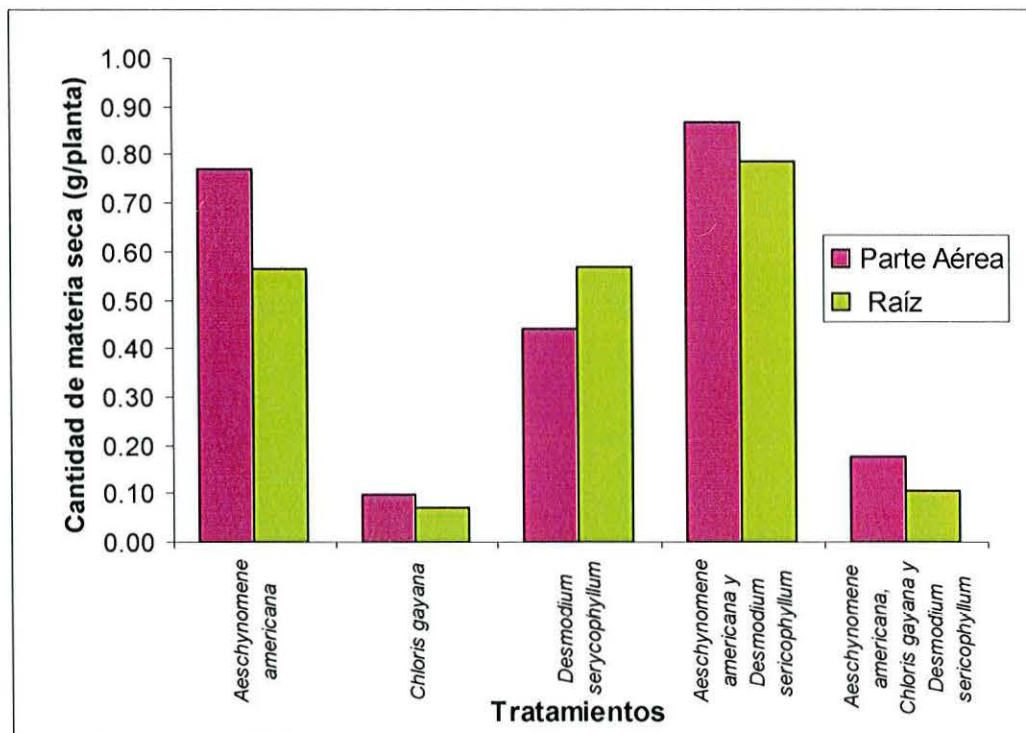


FIG. 8. COMPARACIÓN DE LAS CANTIDADES DE MATERIA SECA DE LA PARTE AÉREA Y DE LA RAÍZ

Para comprobar si existe o no competencia entre las especies cuando estas crecen juntas, se realizaron análisis de varianza comparando las especies cuando crecían solas y cuando crecían en las mezclas.

4.3.1 *Aeschynomene americana*

La acumulación de materia seca de la parte aérea tuvo una variación de 1.13 al 0.55 g por planta y se observó diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$), el tratamiento con las tres especies *Aeschynomene americana*, *Chloris gayana* y *Desmodium sericophyllum* y el tratamiento con *Aeschynomene americana* son estadísticamente similares y superiores al tratamiento con *Aeschynomene americana* y *Desmodium sericophyllum*, según la prueba de Tukey. Para la parte de la raíz, no se encontraron diferencias estadísticas significativas (Tabla 4).

Tabla 4. Comparación de promedios de la variable de acumulación de materia seca de la parte aérea y de la raíz de *Aeschynomene americana*

Tratamiento	Especies	Peso Seco Aéreo (g/planta) \pm error estándar	Peso Seco Raíz (g/planta) \pm error estándar
5	<i>Aeschynomene americana</i> , <i>Chloris gayana</i> y <i>Desmodium sericophyllum</i>	1.13 \pm 0.19 a*	0.34 \pm 0.03 a*
1	<i>Aeschynomene americana</i>	0.77 \pm 0.09 ab	0.56 \pm 0.18 a
4	<i>Aeschynomene americana</i> y <i>Desmodium sericophyllum</i>	0.55 \pm 0.25 b	0.46 \pm 0.18 a

* Las variables seguidas de la misma letra no son estadísticamente diferentes según Tukey ($p < 0.05$)

4.3.2 *Desmodium sericophyllum*

La acumulación de materia seca de la parte aérea tuvo una variación de 1.25 al 0.34 g por planta y para la parte de la raíz la variación fue de 1.18 al 0.42, se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$), en ambas variables el tratamiento con dos especies *Aeschynomene americana* y *Desmodium sericophyllum* mostró ser superior a los otros dos tratamientos; el tratamiento con *Desmodium sericophyllum* y el tratamiento con la mezcla de las tres especies *Aeschynomene americana*, *Chloris gayana* y *Desmodium sericophyllum* son estadísticamente similares, según la prueba de Tukey (Tabla 5).

Tabla 5. Comparación de promedios de la variable de acumulación de materia seca de la parte aérea y de la raíz de *Desmodium sericophyllum*

Tratamiento	Especies	Peso Seco Aéreo (g/planta) ± error estándar		Peso Seco Raíz (g/planta) ± error estándar	
4	<i>Aeschynomene americana</i> y <i>Desmodium sericophyllum</i>	1.25 ± 0.07	a*	1.18 ± 0.12	a*
3	<i>Desmodium sericophyllum</i>	0.44 ± 0.10	b	0.57 ± 0.23	b
5	<i>Aeschynomene americana</i> , <i>Chloris gayana</i> y <i>Desmodium sericophyllum</i>	0.34 ± 0.09	b	0.42 ± 0.06	b

* Las variables seguidas de la misma letra no son estadísticamente diferentes según Tukey ($p < 0.05$)

4.3.3 *Chloris gayana*

La acumulación de materia seca de la parte aérea tuvo una variación de 0.10 al 0.08 g por planta y se observó diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.02$), el tratamiento con *Chloris gayana* mostró ser superior al tratamiento con la mezcla de las tres especies (*Aeschynomene americana*, *Chloris gayana* y *Desmodium sericophyllum*) según la prueba de Tukey. Para la parte de la raíz no se observaron diferencias estadísticas significativas (Tabla 6).

Tabla 6. Comparación de promedios de la variable de acumulación de materia seca de la parte aérea y de la raíz de *Chloris gayana*

Tratamiento	Especies	Peso Seco Aéreo (g/planta) ± error estándar		Peso Seco Raíz (g/planta) ± error estándar	
2	<i>Chloris gayana</i>	0.10 ± 0.004	a*	0.07 ± 0.003	a*
5	<i>Aeschynomene americana</i> , <i>Chloris gayana</i> y <i>Desmodium sericophyllum</i>	0.08 ± 0.005	b	0.06 ± 0.004	a

* Las variables seguidas de la misma letra no son estadísticamente diferentes según Tukey ($p < 0.05$)

Con respecto a la parte aérea (Fig. 9), la gramínea *Chloris gayana* tiene efectos negativos sobre *Desmodium sericophyllum* cuando crecen todas juntas debido a que la acumulación de materia seca desciende considerablemente pudiendo considerarse esto como un efecto de la competencia por el espacio y/o recursos, sin embargo, *Aeschynomene americana* presentó mayor acumulación de materia seca cuando creció en la mezcla de las tres especies. Al crecer juntas las dos leguminosas, *Desmodium sericophyllum* mostró un mejor desarrollo, pero en *Aeschynomene americana* disminuyó la biomasa

cuando creció junto a *Desmodium sericophyllum*. *Chloris gayana* tuvo un mejor desarrollo cuando creció sola que cuando creció en la mezcla.

Para la parte de la raíz (Fig. 10), *Desmodium sericophyllum* tuvo un desempeño sobresaliente al crecer al lado de *Aeschynomene americana*, sin embargo, *Aeschynomene americana* acumuló mayor biomasa cuando creció sola y al contrario de la parte aérea, cuando creció en la mezcla de las tres especies fue cuando acumuló menor biomasa. Para *Chloris gayana* no hubo diferencias significativas cuando creció sola y cuando creció en la mezcla.

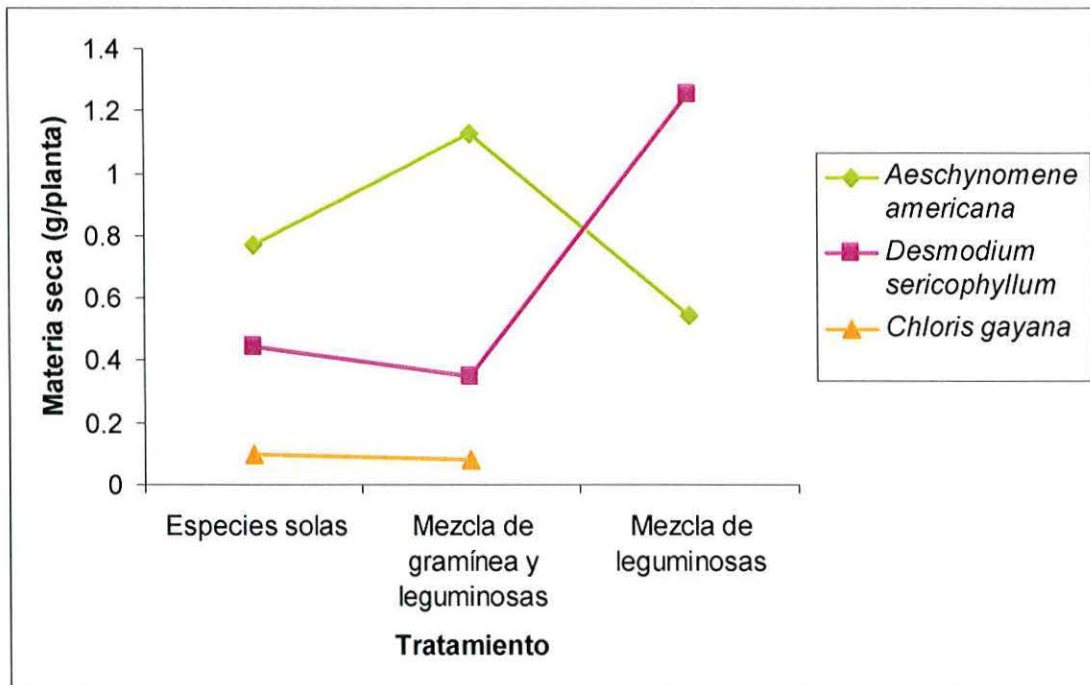


FIG. 9. MATERIA SECA ACUMULADA EN LA PARTE AÉREA

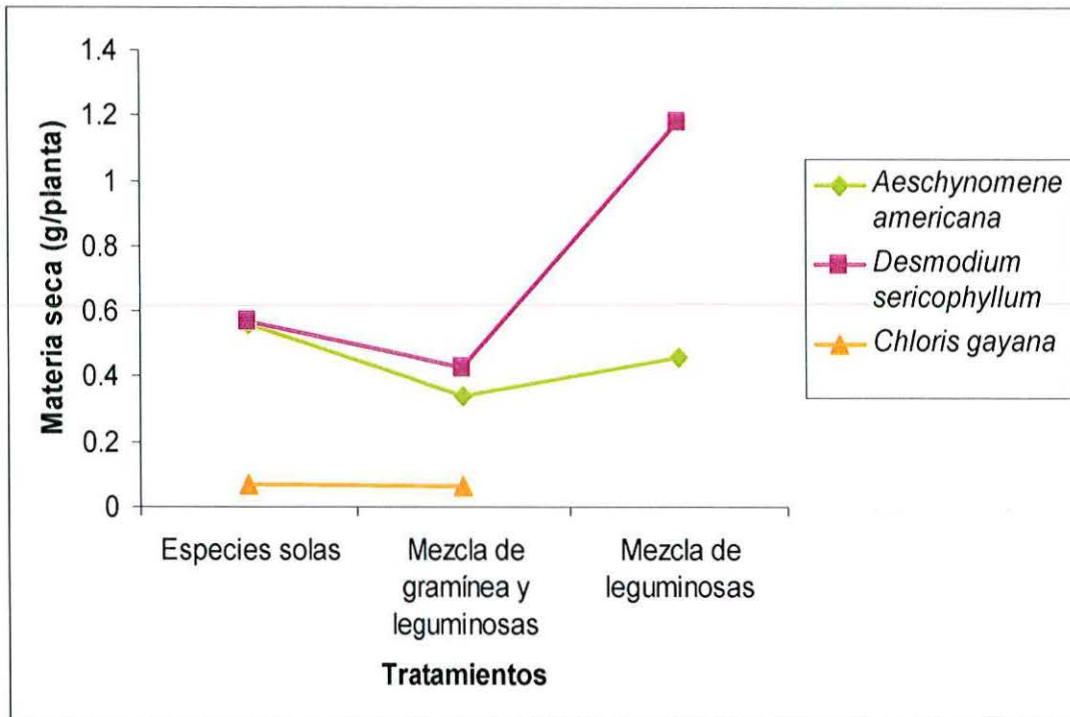


FIG. 10. MATERIA SECA ACUMULADA EN LA PARTE DE LA RAÍZ

V. DISCUSIÓN

Cuando se establecieron las tres especies en las diferentes mezclas se observó que las leguminosas juntas (*Aeschynomene americana* y *Desmodium sericophyllum*) proporcionan valores altos en la acumulación de materia seca, tanto en la parte aérea como en la raíz, sin embargo, cuando estas se mezclaron con la gramínea (*Chloris gayana*) la cantidad de materia seca acumulada disminuyó significativamente, lo cual nos indica que la presencia de *Chloris gayana* es perjudicial para las leguminosas. Resultados similares han sido observados por Nguluve *et al.* (2004) y Guretzky *et al.*, (2005), los que coinciden en que la sobrevivencia de las leguminosas se ve inhibida por la competencia de las gramíneas.

Gastine *et al.* en 2003 observaron en sus experimentos que las gramíneas producen significativamente menor cantidad de materia seca, comparadas con las leguminosas, siendo estas últimas las que acumularon más del 50% de materia seca del total acumulado. Resultados similares obtuvieron Warembourg *et al.* en 2004, en los estudios de los pastizales del Mediterráneo, donde encontraron que en dichos pastizales, que están caracterizados por gramíneas y leguminosas anuales cuyo ciclo de vida es corto, la fuerte competencia puede afectar la producción de semillas y la persistencia de leguminosas en la asociación.

Por lo tanto, para tener un mejor rendimiento es necesario disminuir la competencia entre las especies. En el caso de las leguminosas y las gramíneas, es necesario reducir la competencia de las gramíneas antes y después de la siembra de las leguminosas para soportar su aparición (Guretzky *et al.*, 2004).

Los estudios realizados en zonas áridas de Turquía por Sengul en 2003, mostraron que la mayor cantidad de materia seca fue producida por la mezcla de leguminosas con una o dos gramíneas, sin embargo eran condiciones ambientales totalmente diferentes a las condiciones del sitio donde se llevó a

cabo el estudio presentado en este escrito, es por eso que estos resultados difieren totalmente a los aquí presentados. Como ya se mencionó anteriormente la mezcla que contenía la gramínea (*Chloris gayana*) y las dos leguminosas (*Aeschynomene americana* y *Desmodium sericophyllum*) fue la que acumuló menor cantidad de materia seca. Sin embargo la mezcla que resultó ser la mas efectiva tanto para la parte aérea como para la raíz fue la que contenía las dos leguminosas (*Aeschynomene americana* y *Desmodium sericophyllum*). Esto nos indica que entre las leguminosas hay una relación en la que en vez de competir por los recursos y/o espacio, se favorecen mutuamente, y como resultado tenemos una cantidad mayor de materia seca acumulada.

Observando las especies cuando crecieron solas, tenemos que para la parte aérea, *Aeschynomene americana* presentó la mayor cantidad de materia seca y para la parte de la raíz *Desmodium sericophyllum* fue la que acumuló mas materia seca. Este punto explica porque el tratamiento mas efectivo fue el que contenía *Aeschynomene americana* y *Desmodium sericophyllum*; puesto que una acumula mayor cantidad de materia seca en la parte aérea y la otra en la raíz, lo que nos hace pensar que estas no compitieron por espacio, ya que cada especie explota una porción de los recursos no aprovechables por los demás (Smith y Smith, 2001).

Lanta y Leps (2006), toman esto como un caso de efecto complementario, donde hay un incremento de biomasa causado por la diferente habilidad de las especies para tomar los nutrientes, o como facilitación, donde la asimilación de nutrientes de una especie mejora las condiciones para las otras especies vecinas. Dichas interacciones se presentan comúnmente en ambientes estresantes.

Al analizar por separado las dos leguminosas *Aeschynomene americana* y *Desmodium sericophyllum* cuando crecieron en la mezcla, se tuvo un comportamiento diferente a cuando crecieron solas, ya que *Desmodium sericophyllum* se vio altamente favorecida con la presencia de *Aeschynomene americana*; lo cual se puede explicar como una interacción de comensalismo,

• donde una especie, en este caso *Aeschynomene americana*, proporciona una condición necesaria para el bienestar de la otra (*Desmodium sericophyllum*), pero al mismo tiempo no afecta su propio bienestar, pues las diferencias encontradas en *Aeschynomene americana* cuando creció sola y cuando creció al lado de *Desmodium sericophyllum* no fueron estadísticamente significativas.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos establecidos y la hipótesis planteada se llegó a las siguientes conclusiones:

- El tratamiento compuesto por la mezcla de *Aeschynomene americana* y *Desmodium sericophyllum* fue el que presentó mayor cantidad de semillas germinadas, y fue también el que acumuló mayor cantidad de materia seca.
- La leguminosa *Aeschynomene americana* fue la que presentó el valor mas alto de cobertura, pero al mezclarse con *Chloris gayana* y *Desmodium sericophyllum* los valores de cobertura disminuyeron significativamente, haciendo que las mezclas no sean tan efectivas como se esperaba.
- En la acumulación de materia seca, la mezcla de *Aeschynomene americana*, *Chloris gayana* y *Desmodium sericophyllum* no tuvo el desarrollo esperado, siendo apenas superior al tratamiento que contenía *Chloris gayana* que estadísticamente fue el que acumuló menor cantidad de materia seca.
- La gramínea *Chloris gayana* es un factor fuerte de competencia por espacio y/o recursos para las leguminosas *Aeschynomene americana* y *Desmodium sericophyllum*.
- Las leguminosas *Aeschynomene americana* y *Desmodium sericophyllum* no compiten entre si por espacio y/o recursos, sino que presentan una relación de comensalismo donde se beneficia *Desmodium sericophyllum* y *Aeschynomene americana* no es afectada en su crecimiento y en acumulación de materia seca.

VII.BIBLIOGRAFÍA

1. Albiach, R., R. Canet, F. Pomares y F. Ingelmo. 2000. Microbial biomass content and enzymatic activities after the application of organic amendments to a horticultural soil. *Bioresource Technology*, 75: 43-48
2. Atiyeh, R.M.; Arancon, N.; Edwards, C.A.; Metzger, J.D. 2000. Influence of earthworms-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Bioresource Technology*. Elsevier. No. 75: 175-180
3. Barea, J. M., 1999. Interacciones suelo - microorganismo - planta y su manejo en un contexto de sostenibilidad. *Lombricultura y abonos orgánicos*. Simposium internacional y primera reunión nacional. Universidad Autónoma de Chapingo, Colegio de Postgraduados.
4. Bradshaw, A. y Chadwick M., 1980. The restoration of land, The ecology and reclamation of derelict and degraded land. Blackwell Scientific Publications, *Studies in ecology*. USA, 404 pp
5. Bradshaw, A. 1997. Restoration of mined lands - using natural processes. *Ecological Engineering* 8: 255 – 269
6. Calderón de Rzedowski, Graciela. Flora fanerogámica del valle de México Pátzcuaro, Michoacán CONABIO: Instituto de Ecología 2001.
7. Caloggero, S. and Parera, C.A. 2000. Improved germination and emergence of *Pistacia mutica* by presowing chemical scarification. *Seed Sci. & Technology*, 28: 253-260

8. Cantliffe, D.J; Tang, A.C.; Guedes, A.C. 1980. Seed treatment of hairy indigo *Indigofera hirsuta* to overcome hard seed dormancy. *Hortscience*. 15 (4). 518-520.
9. Casas, A. , Maria del Carmen V.. Juan L. V., and Javier C. 1996 Plant management among the Nahua and the Mixtec in the Balsas River Basin, Mexico: an ethnobotanical approach to the study of plant domestication. *Human Ecology*. 24 (4), 455-478
10. Contreras, S.H. Informe Preventivo de Impacto Ambiental Predio Parcelas 92 y 277, Parcela "La Goterita", Ejido La Venta del Astillero. Zapopan Jal. Marzo 2001.
11. Contreras, S.H., Alejandro M., Rosa R. C., y José S. Inédito. Pruebas de germinación de dos leguminosas herbáceas colectadas en bancos de material abandonados. Departamento de Ciencias Ambientales. CUCBA. Universidad de Guadalajara.
12. Dissmeyer, R. G. y G. R. Foster, 1981. Estimating the cover – management factor (C) in the universal soil loss equation for forest conditions. *Journal of Soil and Water Conservation*. 1: 235-240
13. Eweis J.B. Principios de Biorremediación, Tratamientos para la descontaminación y regeneración de suelos y aguas subterráneas mediante procesos biológicos y fisico-químicos. Mc Graw Hill. España, 1999.
14. Fernandez-Abascal, I., Reyes T., and Estanislao L.C. 2004. Ten years of recovery after experimental fire in a heathland: effects of sowing native species. *Forest Ecology and Management*. 203: 147-156
15. Gastine, A., J. Roy, P. W. Leadley. 2003. Plant biomass production and soil nitrogen in mixtures and monocultures of old field Mediterranean annuals. *Acta Oecologica* 24: 65-7

16. González, M., Diego, G. Restauración de ríos y riberas. Mundi-prensa. España, 1998.
17. Grime, P. J., 1982. Estrategias de adaptación de las plantas y procesos que controlan la vegetación, García, A. (trad.), Limusa, México, 291 pp
18. Guadarrama R.; Marisela, T. La lombricultura, una propuesta al medio rural. Huitzilac, Morelos, estudio de caso. 2004. Memória del Primer Congreso Internacional de Lombricultura y Abonos Orgánicos. México.
19. Guretzky, J. A., Kenneth J. M., Allen D. K., and E. Charles Brummer. 2004. Emergence and survival of legumes seeded into pastures varying in landscape position. *Crop Science*. 44, (1). 227-233
20. Guretzky, J. A., Kenneth J. M., Charles B., and C. Lee Burras. 2005. Species diversity and functional composition of pastures that vary in landscape position and grazing management. *Crop Science*. 45, (1). 282-289
21. <http://www.inegi.gob.mx>
22. Killham, K., 1994. Soil ecology. Cambridge University Press. pp: 151-158
23. Lanta, V., Jan L. 2006. Effect of functional group richness and species richness in manipulated productivity-diversity studies: a glasshouse pot experiment. *Acta Oecologica* 29: 85-96
24. Lynch, D.H., R.P. Voroney and P.R. Warman. 2004. Nitrogen availability from composts for humid region perennial grass and legume-grass forage production. *Journal of environmental Quality*. 33 (4). 1509-1519

25. Maciel, R. 2000. Restauración de un área degradada por el hombre. Estudio de caso. Maestría en Salud Ambiental. Banco de material geológico en San Martín de las Flores. CUCBA, UDG. Tlaquepaque, Jalisco. 11 pp
26. Mackay, W. A., Davis T. D. And Sankhla, D. 1995. Influence of scarification and temperature treatments on seed germination of *Lupinus havardii*. *Seed Sci. & Technology*, 23: 815-821
27. Mahler, D. H. y J. Walther. 1990. Habitat restoration on a central Texas office building site. *Restoring the Earth, USA*, 160-169
28. Manual de conservación del suelo y del agua. México. Colegio de postgraduados. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1991
29. Martínez, F.; B. J. Calero. 1999. Evolución de la materia orgánica en los suelos y acciones para su conservación. Lombricultura y abonos orgánicos, Simposium internacional y primera reunión nacional. Universidad Autónoma de Chapingo, Colegio de Postgraduados.
30. McVaugh, Rogers. *Flora Novo-Galiciana A descriptive account of the vascular plants of western México*, ANN ARBOR, The University of Michigan Press, 1987.
31. Mueller-Dombois, D. and Heinz E. *Aims and methods of vegetation ecology*. USA, 1974, 525 pp
32. Naidu, C.V., Rajendrudu, G. and Swamy, P.M. 1999. Effect of temperature and acid scarification on seed germination of *Sapindus trifoliatus* Vahl. *Seed Sci. & Technology*, 27: 885-892
33. Nguluve, D. W., Muir P., Roger W., Randall R., and Twain J. Butler. 2004. Yield and nutritive value of summer legumes as influenced by dairy

manure compost and competition with crabgrass. *Agronomy Journal*. 96, (3). 812-817

34. Owen, Oliver. *Conservación de Recursos Naturales*. Pax. Colombia, 1999. 648 pp

35. Patil, S. L. 2000. Effect of in-situ moisture conservation practices and integrated nutrients management on nutrient availability and grain yield of rabi sorghum (*Sorghum bicolor*) in the vertisols of semi arid tropics of south. *Soil / Water conservation. Res. 2*: 56-64.

36. *Reglamento de la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental, Capítulo I. Gobierno del Estado de Jalisco*. 2001.

37. Reinés, A. M. 1998. *Lombricultura: "Alternativa de desarrollo sustentable"*. CUCBA, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco. 108 pp

38. Rich, J., David Wright, Jim Marois, and Dick Sprenkel. 2003. *Selected legumes used as summer cover crops*. University of Florida, IFAS Extension.

39. Rodríguez - Quiroz, G.; Valenzuela - Quiñónez, W.; Méndez - Lozano, J. 2004. *Lombricomposta como fuente de nitrógeno en la germinación de frijol azufrado higuera (*Phaseolus vulgaris*) en charolas*. Memoria del primer congreso internacional de lombricultura y abonos orgánicos. México.

40. Romo, C. R.; Alejandro, M. U.; Sergio, C. R. Inédito. *Efecto del vermiabono en el desarrollo de *Aeschynomene americana* L. en suelos*

- degradados. Departamento de Ciencias Ambientales, CUCBA, Universidad de Guadalajara.
41. Romo, C. R. 1998. Evaluación de especies herbáceas con potencial de adaptación a suelos degradados del bosque La Primavera. Tesis de maestría. CUCBA, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco. 108 pp
 42. Romo, C. R.; Sergio, C. R.; Alejandro, M. U. 2004. Evaluación de dos abonos orgánicos y su efecto sobre el desarrollo de *Aeschynomene americana* L. en suelos degradados. Memoria del primer congreso internacional de lombricultura y abonos orgánicos. México.
 43. Romo, C., R. de L., Alejandro M., Sergio H. C., Eulogio P. 2001. Evaluación de herbáceas con potencial de adaptación a suelos degradados con base en caracteres anatómico fisiológicos. Boletín, IBUG, 9, (1-2). 37-45
 44. Sánchez, H.; Victor, M. O.; Moises, A. A. 2004. Evaluación del vermicompost como sustrato en la producción de plántulas hortícolas y forestales. Memoria del primer congreso internacional de lombricultura y abonos orgánicos. México.
 45. Sanderson, M.A. and G.F. Elwinger. 2002. Plant density and environment effects on orchardgrass - white clover mixtures. *Crop Science*. 42 (6). 2055-2063
 46. SEMARNAT. 2001. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
 47. SEMARNAT-INE. 2001. Plan de manejo Bosque La Primavera. Edit. Semarnat-ine. Universidad de Guadalajara, México, D. F. 18 pp
 48. SEMARNAT. 2000. Programa de manejo Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera. México.

49. Sengul, S. 2003. Performance of some forage grasses or legumes and their mixtures under dry land conditions. *Europ. J. Agronomy* 19: 401-409
50. Singh, A. N., A. S. Raghubanshi and J. S. Singh. 2002. Plantations as a tool for mine spoil restoration. *Current Science*. 82, (12) 1436-1441
51. Skerman, P. J., D. G. Cameron y F. Riveros. 1991. *Leguminosas forrajeras tropicales*, FAO, Roma, 316 pp
52. Skinner, R. H., David L. G., and Matt A. S. 2004. Grow water relations, and nutritive value of pasture species mixtures under moisture stress. *Crop Science*. 44, (4). 1361-1369
53. Smith, R. L., T. M. Smith. *Ecología*. Pearson Education. 4ta. Edición. España, 2001
54. Suárez, O. C. 1996. Evaluación de tres tipos de acolchados vegetativos para la rehabilitación de terrenos degradados. Tesis facultad de Agronomía. CUCBA, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco. 104 pp
55. Tinsley, M. J., Mark T. S., and Steve W. 2006. The establishment success of native versus non-native herbaceous seed mixes on a revegetated roadside in Central Texas. *Ecological Engineering*. 26: 231-240
56. Trinidad, A., 1999. El papel de los abonos orgánicos en la productividad de los suelos. *Lombricultura y abonos orgánicos*, Simposium internacional y primera reunión nacional. Universidad Autónoma de Chapingo, Colegio de Postgraduados
57. Warembourg, F.R., C. Roumet and F. Lafont. 2004. Interspecific control of non-symbiotic carbon partitioning in the rhizosphere of a grass-clover

association: *Bromus madritensis* - *Trifolium angustifolium*. *Journal of Experimental Botany*. 55 (397). 743-750

58. Warren, B.2000. Local seed for revegetation. *Ecological management restoration*. 2 (1) 93-101.