

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



Evaluación del Banco de Semillas en el Suelo en un Agostadero Sobrepastoreado  
en el Centro de Coahuila

Por:

**ANDRÉS GUSTAVO RODRÍGUEZ NÚÑEZ**

T E S I S

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA**

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre, 2013.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Evaluación del Banco de Semillas en el Suelo en un Agostadero Sobrepastoreado  
en el Centro de Coahuila

Por:

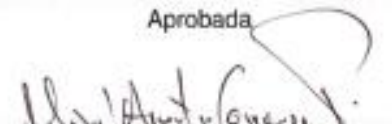
**ANDRÉS GUSTAVO RODRÍGUEZ NÚÑEZ**


TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:


**INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA**

Aprobada

  
Biol. Miguel Agustín Carranza Pérez  
Asesor Principal

  
M.C. David Castillo Quiroz  
Coasesor

  
Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla  
Coasesor

  
Dr. Leobardo Bañuelos Herrera  
Coordinador de la División de Agronomía  
Coordinación  
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre, 2013.

## **AGRADECIMIENTOS**

Principalmente le doy gracias Dios por haberme dado la vida y por darme unos padres tan maravillosos, pero sobre todo por darme la oportunidad de superarme profesionalmente, por cuidarme siempre en mi camino, por haberme dado fuerzas en mi periodo de formación y hasta hoy en día.

Al M.C. David Castillo Quiroz, al Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla y Biol. Miguel Agustín Carranza Pérez por haberme brindado su confianza, por el apoyo que ejercieron en mí, su dedicación en el tiempo transcurrido para este proyecto y por sus conocimientos aportados.

A fondos Mixtos COECYT Coahuila a través del proyecto número COAH-2011-C19-16400 con título, Establecimiento de áreas piloto para la rehabilitación y restauración de agostaderos incendiados con arbustivas y gramíneas en el centro y norte de Coahuila.

A cada uno de los investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias del Campo Experimental Saltillo, por su apoyo incondicional que me demostraron en cada momento.

Al Ing. Víctor Hugo Castro Tavares por su ayuda y aportación en la parte estadística.

A cada una de las personas que directa o indirectamente colaboraron en la realización de este proyecto, a todos ellos...

**GRACIAS.**

## **DEDICATORIA**

**A mis padres:**

**Sr. Alfonso Rodríguez Montesinos y Sra. Bersabe Núñez Ramos**

Por brindarme su apoyo y confianza en esta etapa de mi vida, por sus consejos, por querer siempre lo mejor para mí, por la dedicación de cada día para guiarme por el camino correcto, por todo lo que hacen por mí, por quererme tanto. Por todo el amor y cariño que me brindan, gracias.

**A mi hermana y hermanos:**

**Beatriz Adriana Rodríguez Núñez**

**Juan Carlos Rodríguez Núñez**

**José Rodríguez Núñez (†)**

**Jesús Rodríguez Núñez (†)**

Les agradezco a ellos por el apoyo incondicional que me demostraron en cada momento.

## ÍNDICE

	Página
RESUMEN .....	i
ABSTRACT .....	ii
INTRODUCCCIÓN .....	1
Objetivo general: .....	3
Objetivos específicos: .....	3
Hipótesis: .....	3
REVISION DE LITERATURA .....	4
Banco de semillas en el suelo. ....	4
Conceptos del banco de semillas en el suelo. ....	6
Fuentes del banco de semillas del suelo. ....	7
Distribución vertical de las semillas en el suelo. ....	9
Métodos para estimación del banco de semillas en el suelo. ....	11
Factores que intervienen en el proceso de germinación de las semillas. ....	14
MATERIALES Y MÉTODOS .....	15
Descripción del área de estudio. ....	15
Localización del área. ....	15
Clima. ....	16
Vegetación. ....	16
Edafología. ....	17
Metodología .....	17
Sistema de muestreo .....	19
Identificación de las semillas en el suelo. ....	20
Determinación de la densidad. ....	24
Determinación de la diversidad .....	24
RESULTADOS .....	26

Composición y diversidad florística presente en el área de estudio. ....	26
Resultados en la evaluación del banco de semillas en el suelo en las dos áreas de estudio.....	30
Índice de Shannon- Winner. ....	38
DISCUSIÓN.....	39
CONCLUSION .....	44
LITERATURA CITADA. ....	45

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS, FOTOS, GRAFICAS Y ANEXO

	Página
Cuadro 1. Listado florístico del área de estudio (agostadero sobrepastoreado).....	26
Cuadro 2. Valores de la estructura de la vegetación en el área de estudio (agostadero sobrepastoreado) del Rancho Jaboncillos, municipio de Progreso, Coahuila.....	27
Cuadro 3. Composición florística del banco de semillas en el suelo en las dos condiciones de agostaderos estudiadas en el Rancho Jaboncillos, Progreso, Coahuila.....	30
Cuadro 4. Número de plantas germinadas en el área excluida al pastoreo. ....	31
Cuadro 5. Número de plantas germinadas en el área sobrepastoreada.....	34
Cuadro 6. Valores obtenidos en los dos escenarios estudiados (agostaderos sobrepastoreados y agostaderos excluidos). ....	38
Figura. 1 Ubicación del área de estudio. Rancho Jaboncillos, Progreso, Coahuila. ....	15
Figura 2. Características del suelo en el área de estudio. ....	17
Figura 3. Aspectos generales del área de estudio. Nótese la ausencia de vegetación de importancia forrajera. ....	18
Figura 4. Agostadero excluido al pastoreo. Nótese la presencia de vegetación de importancia forrajera.....	18
Figura 5. Toma de muestras de suelos. ....	20
Figura 6. Procedimiento para el llenado de las cajas con las muestras de suelo..	22
Figura 7. Etapa de floración de las especies. ....	23
Gráfica 1. Densidad relativa de las especies presentes en el área de estudio.....	28
Gráfica 2. Dominancia relativa de las especies presentes. ....	28
Gráfica 3. Frecuencia relativa de las especies presentes.....	29

Gráfica 4. Valor de importancia de las especies presentes. ....	29
Gráfica 5 Composición florística del banco de semillas en el suelo para el área excluida al pastoreo.....	33
Gráfica 6. Composición florística del banco de semillas en el suelo para el área sobrepastoreada.....	35
Gráfica 7. Frecuencia relativa de las especies presentes en el BSS para el área sobrepastoreada.....	36
Gráfica 8. Frecuencia relativa de las especies presentes en el BSS para el área excluida de pastoreo. ....	37
ANEXO 1. Determinación de la diferencia estadística en la densidad de semillas para las dos condiciones de agostaderos.....	53



## RESUMEN

El banco de semillas en el suelo juega un papel importante en la regeneración natural de la vegetación de un área en disturbio, por lo tanto, que antes de definir un plan de manejo para la rehabilitación de un ecosistema, es recomendable realizar un estudio del banco de semillas en el suelo que contribuya a sentar las bases para seleccionar y proponer las prácticas exitosas de rehabilitación de un ecosistema. El objetivo de este estudio fue evaluar la disponibilidad del banco de semillas en el suelo en un agostadero sobrepastoreado y un agostadero excluido al pastoreo por 6 años. El presente estudio se realizó en el Rancho Jaboncillos en el municipio de Progreso Coahuila, ubicado a 27° 35' 9'' LN 101° 23' 01'' LW, con una altitud de 477 m. Se estudió el banco de semillas en el suelo de una pradera sometida a pastoreo con evidencias claras de de sobrepastoreo y otra excluida al pastoreo. La estimación del banco de semillas en el suelo fue evaluado por medio del método de emergencia; se determinó la abundancia, frecuencia y el número de taxa y la diversidad de especies entre ambas condiciones y se estimó la diversidad mediante el índice de Shannon-Winner. En la parcela pastoreada la densidad del banco de semillas fue menor y en esta predominaron especies herbáceas anuales y perennes mientras que las gramíneas fueron muy escasas. En el banco de semillas con exclusión predominaron las gramíneas, seguidas por las herbáceas. El banco de semillas en el suelo para ambas condiciones estuvo integrado por 13 especies, 4 exclusivamente para el agostadero sobrepastoreado, 4 para el agostadero excluido de pastoreo y 5 especies en común. Se encontró una diversidad de semillas de 156 semillas/m<sup>2</sup> para el agostadero sobrepastoreado y 701 semillas/m<sup>2</sup> para el excluido al pastoreo. Las diferencias entre el banco de semillas con y sin pastoreo puede estar influida por la cobertura vegetal presente en cada uno de los tratamientos, así como otros factores ambientales vinculados a la presencia o ausencia de pastoreo.

## ABSTRACT

The seed bank in the soil plays an important role in the natural regeneration of the vegetation of an disturbance area, therefore, before defining a management plan for the rehabilitation of an ecosystem, it is advisable to study the seed bank in the soil that helps in the successful rehabilitation practices of the ecosystem. The objective of this study was to evaluate the availability of the seed bank in the soil of an overgrazed rangeland and a six year grazing excluded rangeland. This study was placed at the Ranch "Jaboncillos" in Progreso Coahuila, located at 27° 35 '9" N 101° 23' 01" W, with an altitude of 477 m. The seed bank in the soil of a prairie under grazing conditions with clear evidence of grazing and other grazing excluded were studied. The soil seed bank was evaluated by the method of emergency. The frequency and abundance were determined, and number of taxa and species diversity between the two conditions was estimated using the Shannon-Winner index. In the grazed plot the density was lower and annual over perennial herbaceous species were predominant while grasses were rare. Foreclosure grasses predominated, followed by herbaceous. The soil seed bank for both conditions consisted of 13 species, 4 exclusively for the rangeland overgrazed rangeland excluded 4 for grazing and 5 species in common. A variety of 156 seeds/m<sup>2</sup> was found in the overgrazed rangeland and 701 seeds/m<sup>2</sup> for the excluded area. The differences between the seed bank with and without grazing may be influenced by vegetation cover present in each of the treatments, as well as other environmental factors related to the presence or absence of grazing.

## INTRODUCCIÓN

En México los agostaderos ocupan más de 60 % del territorio nacional, donde el agostadero es la fuente principal y la más barata de producción de forraje para la alimentación de ganado en pastoreo. Sin embargo, se tiene registros que más del 50% de los agostaderos y praderas en el noreste del país se presentan con altos niveles de deterioro, debido al sobrepastoreo, ramoneo, a la carga animal alta y a un manejo inadecuado de los ecosistemas, lo que ha provocado una disminución del potencial forrajero y la aparición de especies herbáceas y arbustivas poco deseables (Castillo *et al.*, 2011).

En el centro de Coahuila donde la vocación ganadera es principalmente por bovinos, aunado a un manejo inadecuado de los agostaderos y a la falta de precipitación ocurrida en los años 2010-2012, han provocado un fuerte deterioro de los mismos y por lo tanto falta de forraje para la alimentación para el ganado, sobre todo en épocas críticas de sequía; se piensa que al excluir un área sobrepastoreada al paso del ganado garantiza la recuperación y a largo plazo, la recuperación en las condiciones del suelo, sin embargo para que dicha recuperación, debe existir, en primera instancia, un banco de semillas que permita la regeneración de la vegetación del área, dado que el banco de semillas en el suelo juega un papel de carácter medular en la regeneración natural de la vegetación de un área, por lo tanto, que antes de definir un plan de manejo para la rehabilitación del ecosistema sobrepastoreado, es recomendable realizar un estudio del banco de semillas en el suelo que contribuye a sentar las bases para

seleccionar y proponer las prácticas exitosas de rehabilitación más adecuadas para el manejo de los agostaderos (Castillo, 2000).

Por lo anterior, es importante realizar estudios para evaluar el banco de semillas en agostaderos fuertemente afectados por la acción del sobrepastoreo, ya que el banco de semillas en el suelo es un amortiguador de una comunidad dada (Kalisz, 1991), y juega un papel importante en la ecología y evolución, conectando el pasado, presente y futuro de la población y la estructura y dinámica de la comunidad (Thompson y Grime 1979; Leek *et al.*, 1989; Guo *et al.*, 1999), además la composición y dinámica del banco de semillas en el suelo de un ecosistema son fundamentales para predecir el curso de la sucesión secundaria cuando se presentan disturbios (Garwood, 1989), por lo cual es un tema de gran relevancia en ecosistemas sometidos a procesos de conversión intensos (Gámez y White, 2009).

El objetivo de este estudio fue evaluar la disponibilidad del banco de semillas en el suelo en un agostadero sobrepastoreado y un agostadero excluido al pastoreo por 6 años.

### **Objetivo general:**

- Evaluar la disponibilidad del banco de semillas en el suelo en un agostadero sobrepastoreado y un agostadero excluido al pastoreo por 6 años.

### **Objetivos específicos:**

- Cuantificar las especies presentes en el banco de semillas en el suelo para un agostadero degradado por sobrepastoreo.
- Comparar el banco de semillas de un agostadero degradado por sobrepastoreo y un agostadero excluido.
- Identificar las semillas germinadas en el suelo, a nivel de especie.

### **Hipótesis:**

La diversidad florística y la cantidad de semillas en el suelo en un agostadero degradado por sobrepastoreo son similares a un agostadero excluido al pastoreo.

## REVISION DE LITERATURA

### Banco de semillas en el suelo.

La población de las semillas en el suelo en un ecosistema dado es llamado comúnmente banco de semillas en el suelo (BSS); se puede pasar del banco a plántula si se recupera el tamiz que provoca el ambiente, otras mueren o siguen en latencia (Granados y López, 2001), es un importante mecanismo en la regeneración de las comunidades y ecosistemas en disturbio, aunque no todas las especies de una sucesión habiten en el BSS (Pickett y McDonnel, 1989) y juegan un papel decisivo en la rehabilitación de un área en que sufrieron drásticos procesos de disturbio, además es importante en el manejo y la restauración de la vegetación (Thompson, 1992). En las comunidades vegetales, el BSS constituye el potencial regenerativo. La reposición de los individuos a partir del banco de semillas del suelo puede tener un efecto marcado en la composición y en los patrones de vegetación de la comunidad (De Souza *et al.*, 2006). En general, la vegetación de un sitio está formado por un componente real y un componente potencial, la primera representada por los individuos de las especies presentes en el área y la segunda por semillas y propágulos presentes en el suelo (Guevara y Gómez-Pompa, 1976). El BSS debe ser entendido como el conjunto de semillas viables sobre y en el suelo, lo cual implica la existencia actual de unidades reproductivas, así como el potencial regenerativo de una comunidad vegetal.

Por lo que el conocimiento del número y tipos de semillas normalmente presentes en la superficie del suelo, bajo un determinado tipo de vegetación, son

de importancia en la predicción del porcentaje y la dirección de la regeneración posterior al disturbio (Barbour y Lange, 1966) y puede ser utilizada para predecir el total de la vegetación post-disturbio (Castillo, 2000). Un examen de la composición de BSS puede predecir la composición inicial de la vegetación actual, particularmente en los sitios donde se han realizado actividades antropogénicas como cambio de uso del suelo, por remoción de la vegetación y el sobrepastoreo, actividades agrícolas entre otras.

Al efectuar un estudio del BSS se puede obtener información sobre tres características de la nueva vegetación: (1) su composición de especies, (2) la abundancia relativa de las especies y (3) la distribución de cada especie (Welling *et al.*, 1998).

El banco de semillas, presenta una serie de alternativas para permanecer en el tiempo, condición determinada por las estrategias de regeneración que las especies exhiben. Una clasificación del BSS propuesta por Bakker (1989), descrita por Thompson (1992), los divide en tres tipos:

- Transitorios: bancos cuyas especies permanecen en el suelo menos de un año, habitualmente pocos meses.
- Persistentes de corto plazo: bancos con semillas de especies que persisten en el suelo por lo menos un año y hasta cinco años.
- Persistentes de largo plazo: bancos con semillas de especies que permanecen en el suelo por lo menos cinco años. Este tipo, originalmente

denominado “permanente” por Bakker (1989), es el único que contribuye a la regeneración de comunidades vegetales degradadas o destruidas.

En general la vegetación de un lugar está formada por un componente real y un componente potencial, la primera representada por los individuos de las especies presentes en el área y la segunda por las semillas y propágulos existentes en el suelo (Melgoza, 1977). El contenido de semillas (BSS) se conserva en el suelo sin germinar, debido al efecto inducido por factores bióticos (inhibición química, período de latencia, actividad de microorganismos, etc.) y abióticos (luz, temperatura, humedad, etc.) Guevara y Gómez-Pompa (1976) citado por (Melgoza, 1977).

### **Conceptos del banco de semillas en el suelo**

En la literatura se mencionan diversos conceptos o definiciones sobre el BSS por ejemplo, Roberts, 1981; Simpson *et al.*, 1989 y Van Der Valk, 1992, lo definen en una comunidad vegetal como la reserva de un grupo de semillas maduras viables, en la planta (banco de semillas aéreo), enterradas en el suelo y las presentes en los residuos vegetales (banco de semillas en el suelo) y sobre la superficie del suelo y potencialmente de reemplazar las plantas anuales; Henderson *et al.*, 1988 y Baker, 1989, se refieren al BSS como el conjunto de semillas no germinadas que representan el potencial regenerativo de las comunidades vegetales, potencialmente capaces de reemplazar plantas adultas que pueden ser anuales o perennes. Al respecto, Cook (1980) menciona que la presencia de semillas en cantidad y tipo en un área específica resulta dependiente



de la historia de la vegetación de cobertura y de la edad de la flora en el suelo. En un concepto más amplio se refiere a todas las semillas viables presentes sobre el suelo (Bullok, 1996).

### **Fuentes del banco de semillas del suelo.**

El banco de semillas del suelo llega a constituirse o enriquecerse gracias a la dispersión de semillas (Besnier, 1989), las que junto con propágulos llevarán a cabo el proceso de regeneración. Según Guevara y Gómez-Pompa (1976), estas semillas o propágulos provienen de:

- Especies representativas de la vegetación actual.
- Especies que aunque nunca han estado presentes en el área, se encuentran ahí por la alta capacidad de dispersión de sus semillas.

La dispersión permite el ingreso de frutos y semillas al suelo, y de esta manera enriquece el BSS. Las especies al paso del tiempo, han efectuado cambios morfológicos y químicos en sus frutos y semillas, para permitir que puedan ser desplazados o transportados por diversos mecanismos, en búsqueda de lugares apropiados para la germinación de semillas y posterior establecimiento de las plántulas. A una mayor dispersión, mayor posibilidad de contar con diferentes micro hábitat que pueden reunir condiciones adecuadas para la germinación, y mayor probabilidad de supervivencia de plántulas lejos de los árboles parentales (Wenny, 2000).

Cuando las semillas de diferentes especies poseen adaptaciones

especializadas para ser dispersadas, se reconocen los síndromes de dispersión. Entre los más comunes están; anemocoria (dispersión por el viento), hidrocoria (dispersión por el agua), epizoocoria (dispersión por contacto con animales), endozoocoria (dispersión al ser ingeridas por animales), barocoria (dispersión por gravedad) y autocoria (dispersión por mecanismos propios de la planta como la explosión de frutos). Algunas especies según el hábitat son policorias, es decir, presentan más de un síndrome de dispersión (Van Der Valk, 1992). La epizoocoria y la endozoocoria, se conocen conjuntamente como dispersión de tipo zoocoria.

Las plantas, tienen diferentes formas de dispersar sus semillas y, de acuerdo a la forma de llegar estas al suelo, tendrán la posibilidad o no de persistir. Los dispersores, alteran el porcentaje o velocidad de germinación de las semillas y este efecto es diferente según sea el dispersor, lo cual sumado a la presencia de dormancia, establece la potencial persistencia de las semillas en el suelo (Garwood, 1989).

Es frecuente que algunas semillas, después de ser dispersadas y aun viables, sean removidas de su ubicación inicial en dirección tanto horizontal como vertical por acción de vectores como agua, viento y animales, lo cual influye en su distribución espacial. Este fenómeno, se denomina dispersión secundaria (Cole, 2009).

La dispersión secundaria es realizada por roedores, hormigas, escarabajos coprófagos y aves. En muchos casos el movimiento post-dispersión de semillas

por parte de animales, corresponde a una relación de mutualismo entre la planta y el animal, aun a costa de la muerte de muchas semillas a cargo del dispersor. A esta conclusión llegaron Levey y Byrne (1993), al evaluar en Costa Rica el efecto post-dispersión de hormigas de la hojarasca sobre semillas de dos especies de *Miconia*, dispersadas inicialmente por aves.

Por otro lado, el tamaño y la forma de las semillas también influyen en la dispersión secundaria. Las semillas pequeñas o redondas, tienen a ser transportadas más lejos y acumularse en grupos con respecto a las semillas de mayor tamaño y de forma alargada (Van Der Valk, 1992).

### **Distribución vertical de las semillas en el suelo**

La distribución vertical del BSS la mayor parte de las semillas están confinadas en los primeros dos centímetros Besnier (1989) citado por Gámez y White, 2009. La densidad y la diversidad del BSS, también disminuyen de forma notoria en función de la profundidad, aunque en presencia de una capa de hojarasca la densidad de semillas es extremadamente variable (Garwood, 1989).

Childs y Goodall (1973), mencionan que en relación al banco de semillas en suelos desérticos, las tres cuartas partes de la población total de las semillas se encuentran dentro de 1 cm de la superficie del suelo y solamente el 3% se encuentran a más de 5 cm de profundidad.

En otros trabajos realizados por Thompson y Grime (1979); Henderson *et al.*, (1988), la toma de muestras de suelo para estudios del BSS la realizaron en profundidades entre 2.0 a 3.0 cm. Por otro lado, Bullock (1996), Teketay y Granström (1995), mencionan que la distribución vertical de las semillas viables y la más alta densidad están fuertemente concentradas arriba de los 2.0 a 3.0 cm de suelo y son las semillas más probablemente reclutadas naturalmente dentro de la comunidad y que gradualmente decrece a medida que aumenta la profundidad.

En un trabajo realizado por Dzib (2002) en un estudio sobre las características de los BSS en comunidades de gobernadora (*Larrea tridentata*) y hojásén (*Flourensia cernua*), tomaron muestras de suelos a dos profundidades de 0-5 cm y 5-15 cm para cada comunidad, encontró que las semillas de las especies presentes contenidas en el material colectado se obtuvieron a una profundidad de 0-5 cm. Demostrando que a menor profundidad existe la posibilidad de obtener una mayor cantidad de semillas.

En suelos no perturbados por agricultura la mayoría de las semillas se concentran en los primeros dos centímetros debajo de la superficie, y el número de semillas tiende a disminuir con la profundidad (Harper, 1977; Fenner, 1985 y Besnier, 1989). Es importante señalar que existen movimientos verticales de las semillas en el suelo a través de diversos mecanismos entre los que cabe citar movimiento hacia abajo con el agua de lluvia percolante, mecanismos de auto enterramiento, laboreos agrícolas, actividad de las lombrices, topos, aves y roedores, etc. (Harper, 1977).

## **Métodos para estimación del banco de semillas en el suelo.**

Existen tres métodos para analizar el BSS; métodos de separación, métodos de germinación y métodos de enterramiento (Thompson *et al.*, 1997).

Los métodos para separar las semillas de las partículas del suelo y la materia orgánica están basados en las diferencias en el tamaño y la densidad (Roberts, 1981).

El método de separación se divide a su vez en métodos de flotación y métodos de extracción a través de lavados y cribados o tamizados, que tienen la característica del conteo directo de las semillas después de extraerlas del suelo.

1.- Flotación. En este método las muestras de suelo son sumergidas en agua, y se agitan manualmente, posteriormente se separan las semillas del material mineral y los componentes orgánicos, la separación pueden hacerse manualmente.

2.- Cribado. En primer término se lava el suelo. La muestra se pasa por una serie de mallas o cribas de diferentes calibres, iniciando con la de mayor tamaño, acorde al tamaño de las semillas (Bullock, 1996). Las muestras de suelo son colocadas en una malla de tamaño adecuado, reduciendo el volumen del suelo hasta que las semillas puedan ser removidas.

Los suelos comúnmente contienen materia orgánica y con frecuencia contienen óxidos de fierro y cubiertas de carbonato que obligan a que las partículas permanezcan unidas. Los dispersantes químicos son usados para remover esas cubiertas. De igual manera, han sido utilizados en análisis de suelos

para determinar el tamaño de las partículas, entre los más comunes se puede mencionar el hexametáfosfato de sodio (HMP), hidróxido de sodio (NaOH) y carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). El más usado es el HMP (Gee y Bauder, 1986).

Debido al tamaño y peso de las semillas en el suelo es importante aumentar la densidad del agua para favorecer la flotación de las semillas. Esta metodología presenta un claro inconveniente y es que se debe conocer previamente la densidad de las semillas. Sería un método interesante en el caso de que el estudio del banco se centrara en una especie, pero no es recomendable para los estudios de los BSS completos.

El método de germinación se basa en la emergencia de plántulas y puede realizarse en condiciones controladas (invernadero o cámara de crecimiento). Para favorecer la germinación de todas las semillas, se extiende la muestra de suelo homogéneamente sobre un sustrato estéril; se riega periódicamente y se espera la aparición de las plántulas. Estas deben extraerse tan pronto como sea posible (Ferrandis *et al.*, 2001) para evitar fenómenos de competencia entre especies y favorecer la germinación del resto de semillas. Si se desconoce el taxón, se trasplanta para que complete su desarrollo y pueda ser identificado. Las limitaciones a tener en cuenta de esta metodología son: no todas las semillas germinan bajo las mismas condiciones; no se tiene en cuenta las semillas en dormancia, que, siendo viables, están en estado de latencia y el espacio ocupado en el invernadero puede ser considerable (Thompson *et al.*, 1997).

Este método proporciona una estimación de las semillas germinables en el

suelo, el uso de uno u otro método está en función del estudio por realizar. Tanto uno como otro tiene sus ventajas y desventajas. Por ejemplo Traba *et al.*, 1998, menciona que el conteo directo puede ser ineficiente en estudios a gran escala, particularmente si las semillas son pequeñas, numerosas y de una amplia variedad de especies, además es extremadamente laborioso, el cual implica un trabajo arduo bajo el estereoscopio, con la finalidad de separar las semillas del suelo y realizar su determinación taxonómica (Castillo, 2000), además este método es poco utilizado en investigaciones de bancos de semillas ya que es muy difícil lograr extraer todas las semillas que se encuentran en las muestras de suelos (Gámez y White, 2009).

En cambio en el método de germinación se corre el riesgo de subestimar el número de semillas debido a que muchas de ellas presentan latencia. Esto último es común en semillas de zonas áridas en donde solo una parte de la población de las semillas germina bajo condiciones óptimas para la germinación (Guo *et al.*, 1998), no así las semillas que provienen de árboles de las zonas cálidas húmedas no presentan latencia y tienen una viabilidad corta. En cambio la latencia de las semillas de árboles de zonas templadas, parece ser el tener una viabilidad larga y presentar latencia (Moreno, 1976).

Castillo (2000), usó el método de separación para la evaluación del BSS, por otra parte Gámez, *et al.* (2009), Dzib (2002), Gámez y White, (2009) y Carrillo *et al.*, (2009) optaron por el método de germinación.

El tercer método, se encuentra muy en desuso, consiste en enterrar en

campo las muestras de suelo a una profundidad conocida a la espera de la germinación de las semillas, con la desventaja de que los estudios por lo general se realizan en lugares lejanos lo que imposibilita la observación y seguimiento continuo (Thompson *et al.*, 1997).

### **Factores que intervienen en el proceso de germinación de las semillas.**

Los factores principales que afectan la persistencia de las semillas en el suelo son: la depredación de semillas y el ataque de patógenos (Simpson *et al.*, 1989).

Los factores ambientales como las bajas temperaturas que determinan una menor tasa metabólica en el embrión y otros tejidos internos de la semillas lo que produce una lenta tasa de consumo de sus reservas nutricionales, favoreciendo la mantención de semillas viables en el suelo por prolongados periodos de tiempo (Billings y Mooney, 1968), y el viento, que arrastra las semillas dañándolas por completo causando daños físicos, o simplemente depositándolas en lugares no apropiados para la germinación.



## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del área de estudio.

#### Localización del área.

La presente investigación se realizó en un área con poco o nula vegetación por sobrepastoreo, localizada en el Rancho Jaboncillos en el municipio de Progreso Coahuila, ubicada bajo las siguientes coordenadas geográficas  $27^{\circ} 35' 9''$  de latitud norte  $101^{\circ} 23' 01''$  de longitud oeste. Con una altitud de 477 m. La vía de acceso al área de estudio es por la carretera 57 Monclova – Sabinas a la altura del Km 78 al oeste de este punto tomando la desviación a San José de Aura. (Figura 1).



Figura. 1 Ubicación del área de estudio. Rancho Jaboncillos, Progreso, Coahuila.

## Clima

El clima de acuerdo a la clasificación de Koppen, modificado por García (1981), es BS (h´) hw´´ (e´). Clima seco, muy extremoso, con lluvias de verano y sequias cortas en temporadas lluviosa (canícula) y escasa precipitación invernal. El rango de precipitación promedio anual de 300 a 500 mm y temperatura de los 16 – 24 °C. (INEGI, 2011).

## Vegetación

El área de estudio queda ubicada dentro del tipo de vegetación matorral desértico micrófilo (Rzedowski, 1978), con una asociación de *Flourensia-Larrea*, con evidencias claras de sobrepastoreo, además se observan grandes superficies desprovistas de vegetación y una reducción en la diversidad florística y baja cobertura vegetal debido posiblemente a la ganadería de tipo extensivo que se practica dentro del área de estudio, dominando en gran parte por *Flourensia cernua* D.C. Es característico observar en el área de estudio la dominancia de especies como *Karwinkia humboldtiana* (R. & S.) Zucc. y *Koeberlinia spinosa* Zucc. y otras especies como *Acacia berlandieri* Benth., *Acacia farnesiana* (L.) Willd., *Jatropha dioica* Cerv., *Prosopis glandulosa* Torr., *Krameria grayi* Rose et Painter, *Cylindropuntia leptocaulis* (DC.) F.M. Kunth, *Gymnosperma glutinosum* (Spreng) Less, *Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg., *Porlieria angustifolia* (Engelm.) A. Gray., *Acacia rigidula* Benth., *Agave scabra* Salm-Dick, y *Lippia graveolens* Kunth.

## **Edafología**

Los suelos del área de estudio corresponden a un tipo aluvial y se presentan altamente perturbados por procesos erosivos, y se caracterizan por estar fuertemente compactados debido posiblemente por el pisoteo del ganado, con baja capacidad de infiltración y alto grado de erosión, sin problemas de salinidad, pendiente de 2 a 3%, y con una profundidad de suelo de 1.0 m. (Figura 2).



Figura 2. Características del suelo en el área de estudio.

## **Metodología**

El primer paso para la realización de la presente investigación fue la selección del área experimental con una superficie aproximadamente de 0.05 ha para el agostadero sobrepastoreado, sometida a un régimen de pastoreo continuo por ganado bovino (Figura 3), y de igual forma para el agostadero excluido al

pastoreo por de seis años (Figura 4).



Figura 3. Aspectos generales del área de estudio. Nótese la ausencia de vegetación de importancia forrajera.



Figura 4. Agostadero excluido al pastoreo. Nótese la presencia de vegetación de importancia forrajera.

La selección de los sitios, para la toma de muestras de suelo, se realizó en

relación a las dos condiciones que se presentaron en el área de estudio; agostaderos sobrepastoreados y área excluida al pastoreo.

El muestreo del banco de semillas del suelo para el presente estudio se tomaron en el mes de septiembre del 2012, previo a la toma de muestras de suelo, se realizó un inventario de la vegetación con el método del punto central de cuadrantes (Cox, 1972), con la finalidad de tener un registro de la especies presentes y la estructura de la vegetación en el área de estudio y determinar la densidad, dominancia y frecuencia relativa, así también el valor de importancia.

### **Sistema de muestreo**

Para la delimitación de los sitios se utilizó un sistema de muestreo dirigido en donde se evaluó las dos condiciones, para ello se trazó una línea recta sobre la cual se tomaron las muestras de suelo a una distancia de 5 m.

Las muestras de suelo en cada uno de los escenarios se tomaron en parcelas de 20 X 20 cm por lo que la superficie inventariada fue de (0.04 m<sup>2</sup>), y a una profundidad de 5 cm con un total de 15 parcelas cubriendo una superficie de 0.6 m<sup>2</sup> para cada condición de agostadero. Para marcar el área de cada parcela se utilizó una cinta métrica expresada en centímetros. El criterio tomado en cuenta para determinar la profundidad en la muestras de suelo en el área de estudio fue en base a la revisión de investigaciones realizadas sobre estudios de banco de semillas en el suelo en ecosistemas desérticos (Childs y Goodall, 1973; Thompon

y Grime, 1979; Henderson *et al.*, 1988; Parke y Venable, 1996; Bigwood y Inouye, 1988; Meisser y Facelli, 1999 y Castillo, 2000).

Para la toma de las muestras se removió la mayor parte del mantillo superficial como rocas y materia orgánica, como herramienta se utilizó un piolet para remover el suelo, y con una pala cuadrada de 20 cm se tomó la muestra de suelo aproximadamente 1.0 kg, cada una de las muestras se colocaron en una bolsa de polietileno y fueron etiquetadas en forma progresiva del 1 al 15 para ambas condiciones (Figura 5) y de esta manera facilitar el traslado al área de trabajo.

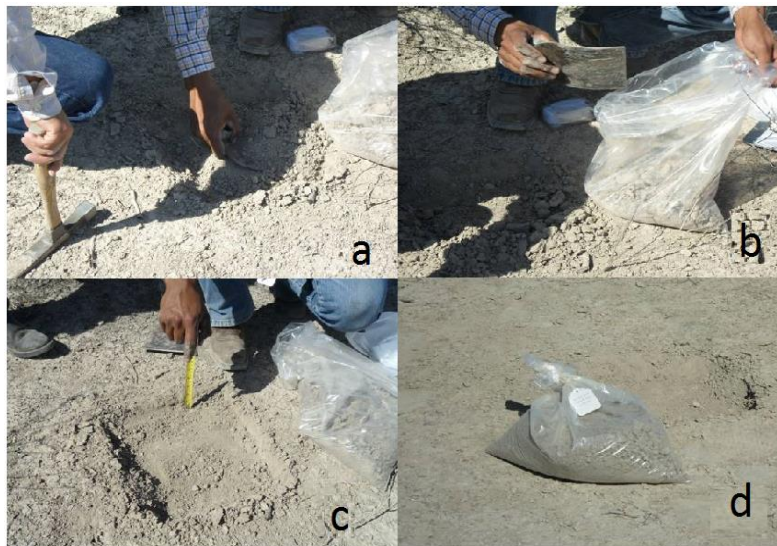


Figura. 5. Toma de muestras (a) extracción del suelo. (b) colecta en bolsas (c) profundidad recomendada de cinco centímetros y (d) etiquetado de las muestras en las bolsas.

### **Identificación de las semillas en el suelo**

El estudio del banco de semillas en el suelo para las dos condiciones del

agostadero fue evaluado por medio del método de emergencia de las plántulas en las muestras de suelo, estimando así el banco de semillas germinables. Este método fue elegido porque tiene la ventaja sobre las demás técnicas de separación física de ser menos laborioso, y no necesita pruebas de viabilidad adicionales (Roberts, 1981), el método de emergencia de plántulas es el único método práctico disponible, y por lo tanto ha sido utilizado por la mayoría de los investigadores (Kjellson, 1992), sin embargo, con éste método no son detectadas las semillas durmientes.

Para efectuar dicho procedimiento se utilizaron 15 cajas de poliestireno para cada condición del agostadero de 53 cm de largo por 34 de ancho ( $0.1802 \text{ m}^2$ ) y 8 cm de profundidad, cada muestra de suelo fue colocada por separado en cada una de las cajas.

Previo a la colocación de las muestras de suelo en las cajas que contenían un sustrato orgánico (Peat Moss) aplicando una capa de 3 cm en cada una de las cajas (Figura 6a) y la cantidad de suelo por muestra fue aproximadamente de  $0.014 \text{ m}^3$ , el suelo se extendió en forma homogénea sobre el sustrato formando una capa de entre 1 y 2 cm. (Figura 6b).

Las cajas con las muestras de suelo fueron llevadas al invernadero del Campo Experimental Saltillo del INIFAP el día 4 de octubre del año 2012, con el propósito de que tuvieran las condiciones favorables de luz, temperatura y humedad para la germinación de la mayoría de las semillas presentes en las muestras de suelo y aislarlas de posibles semillas invasoras que podían ser

llevadas por acción del viento u otros factores a las cajas y modificar los resultados.

Con la finalidad de estimular la germinación de las semillas en las muestras de suelo se aplicó una solución comercial (Biozyme TS). En el primer riego se aplicó en una proporción de 50 en 60 g al total de cajas para cada una de las condiciones de estudio hasta humedecer el suelo a capacidad de campo. (Figura 6c)

Durante el período de evaluación a cada una de las cajas con las muestras de suelo se aplicaron riegos a capacidad de campo cada tercer día con la ayuda de una regadera manual de punto fino, con el propósito de no extraer las semillas del sustrato y que el mismo tuviera las condiciones óptimas de humedad y de esa forma obtener mejores resultados en la germinación de las semillas (Figura 6d) y evitar la mortalidad de las plantas germinadas por estrés hídrico.

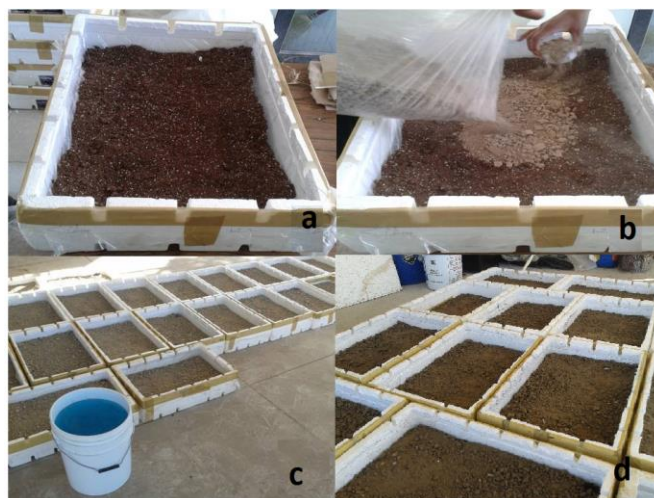


Figura 6. Procedimiento para el llenado de las cajas con Peat moss (a), Muestras de suelo (b), preparación de la solución para riego con hormonas vegetales (c) y riego a capacidad de campo (d).



Se realizó un monitoreo cada tercer día en cada una de las cajas, con la aplicación riegos para observar todas las plantas que germinaran y no perder ningún individuo por estrés hídrico u otros factores que pudieran causar daño.

Las muestras de suelo permanecieron en el invernadero y la observación durante un período de 4 meses.

Todas las plantas que emergieron en cada una de las cajas permanecieron en el invernadero hasta que alcanzaron su floración (Figura 7), posteriormente se tomaron muestras botánicas de cada una de ellas, las cuales se herborizaron y se llevaron al herbario Antonio Narro Saltillo México (ANSM) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro para su determinación taxonómica.

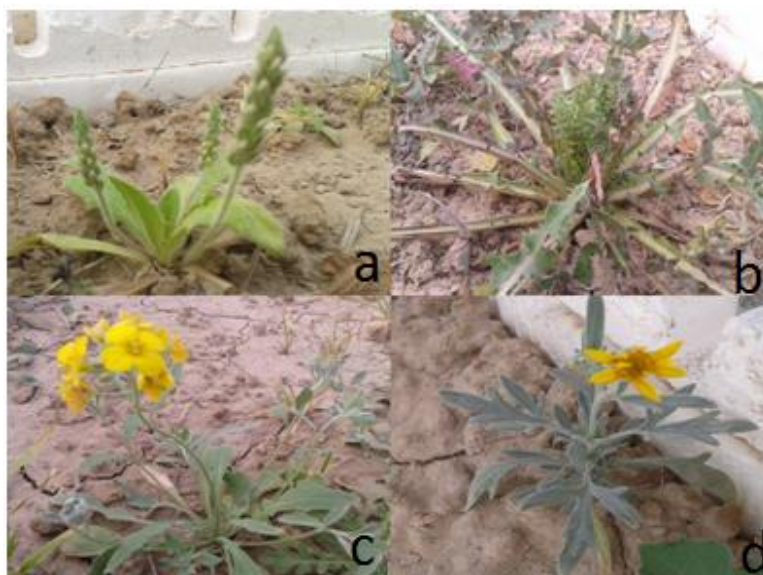


Figura 7. Etapa de floración de las especies; (a) *Plantago virginica* L. (b) *Sonchus oleraceus* L. (c) *Lesquerella fendleri* A. Gray. (d) *Bahia absinthifolia* Benth.

Las plantas que germinaron en cada una de las muestras de suelo fueron registradas en una libreta de campo y se anotó la cantidad de individuos por especie. Se determinó la densidad de semillas germinadas por metro cuadrado, haciendo uso de la fórmula establecida para calcular número de árboles por hectárea (Sörgel, 1985), aquí adaptada para determinar el número de semillas germinadas por metro cuadrado con el siguiente procedimiento.

$$\text{No de sem/m}^2 = \frac{1}{Nm \times Ac} \times \sum \text{sem}$$

Dónde:

Nm: Número de muestras.

Ac: área del cuadrado utilizado (m<sup>2</sup>).

$\sum$  Sem: sumatoria de las semillas.

### **Determinación de la densidad.**

Para estimar la diferencia estadística en la densidad de semillas que germinaron entre las dos condiciones de agostadero se utilizó la prueba de homogeneidad de medias y de varianza. (Ver Anexo 1).

### **Determinación de la diversidad**

Para estimar la diversidad de especies en el BSS, se utilizó del índice de diversidad de Shannon-Weaner (1949), citado por Gámez y White, (2009) adaptado para medir diversidad de semillas;

$$H' = \sum \{(ni/n) \text{ Log } (ni/n)\}$$

Dónde:

$H'$  = Índice general de diversidad de Shannon.

$n_i$  = Numero de semillas en el suelo de la especie  $i$ .

$n$  = Número total de semillas de suelo.

El índice de Shannon-Winner, se usa en ecología u otras ciencias afines para medir la biodiversidad, con este índice normalmente se expresa la diversidad de las especies basada en la teoría de la información; de esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia) (Mercado, 2000). El índice de diversidad de Shannon considera que los individuos que se muestran al azar a partir de una población "indefinidamente grande", esto es, una población efectivamente infinita. Todas las especies están representadas en la muestra.

El índice se representa normalmente como  $H'$  y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas). La mayor limitante de este índice es que no tiene en cuenta la distribución de las especies en el espacio (Mercado, 2000).

## RESULTADOS.

### Composición y diversidad florística presente en el área de estudio.

En el estudio de la diversidad florística en el área de estudio incluyen un total de 18 géneros, 21 especies y 13 familias. Del total de la vegetación presente en el área de estudio, aproximadamente el 71% está representado por especies arbustivas perennes y el resto por plantas arbóreas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Listado florístico del área de estudio (agostadero sobrepastoreado).

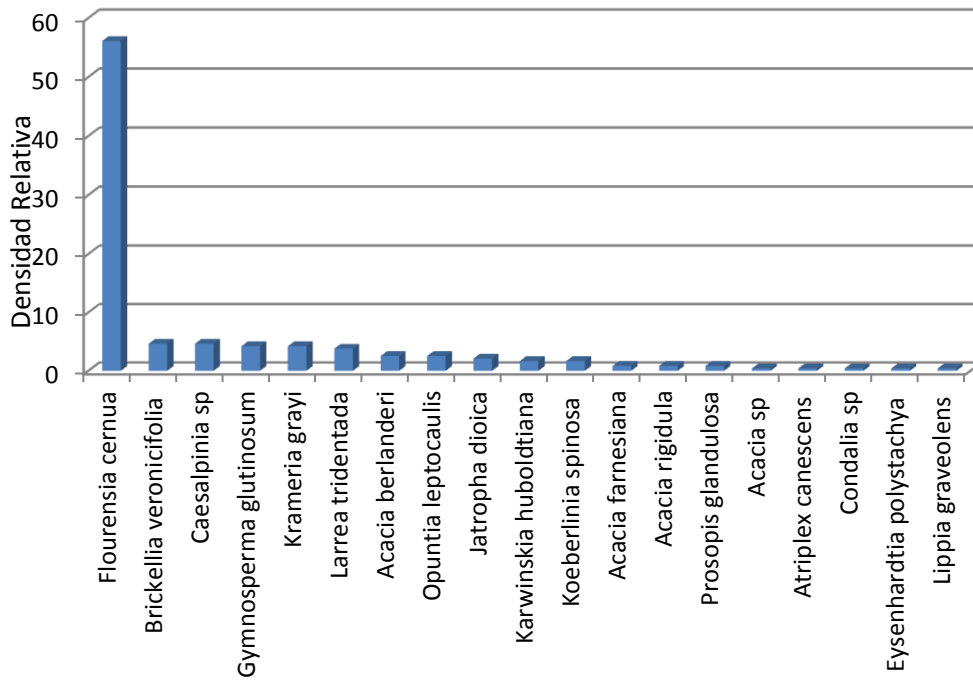
Nombre Científico	Familia	Forma de Vida y Longevidad
<i>Acacia berlanderi</i> Benth.	Fabaceae	Arbórea
<i>Acacia farnesiana</i> L.	Fabaceae	Arbórea
<i>Acacia rigidula</i> Benth.	Fabaceae	Arbórea
<i>Acacia</i> sp	Fabaceae	Arbórea
<i>Agave scabra</i> Salm-Dyck.	Agavaceae	Arbustiva, Perenne
<i>Atriplex canescens</i> Pursh.	Chenopodiaceae	Arbustiva, Perenne
<i>Brickellia veronicifolia</i> Kunth	Asteraceae	Arbustiva, Perenne
<i>Caesalpinia</i> sp	Fabaceae	Arbustiva, Perenne
<i>Candalia</i> sp	Rhamnaceae	Arbustiva, Perenne
<i>Eysenhardtia polystachya</i> Ortega	Fabaceae	Arbórea
<i>Flourensia cernua</i> D.C.	Asteraceae	Arbustiva, Perenne
<i>Gymnosperma glutinosum</i> Spreng.	Asteraceae	Arbustiva, Perenne
<i>Jatropha dioica</i> Cerv.	Euphorbiaceae	Arbustiva, Perenne
<i>Karwinskia huboldtiana</i> Roem.	Rhamnaceae	Arbustiva, Perenne
<i>Koeberlinia spinosa</i> Zucc.	Capraraceae	Arbustiva, Perenne
<i>Krameria grayi</i> Rose et Painter	Krameriaceae	Arbustiva, Perenne
<i>Larrea tridentada</i> D.C.	Zygophyllaceae	Arbustiva, Perenne
<i>Lippia graveolens</i> Kunth.	Verbenaceae	Arbustiva, Perenne
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i> L.	Cactaceae	Arbustiva, Perenne
<i>Prosopis glandulosa</i> Torr.	Fabaceae	Arbórea
<i>Porlieria angustifolia</i> Engelm.	Zygophyllaceae	Arbustiva, Perenne

A continuación se presentan los resultados obtenidos del cálculo de densidad, dominancia y frecuencia relativa, así también el valor de importancia para cada especie presente en el área de estudio (Cuadro 2).

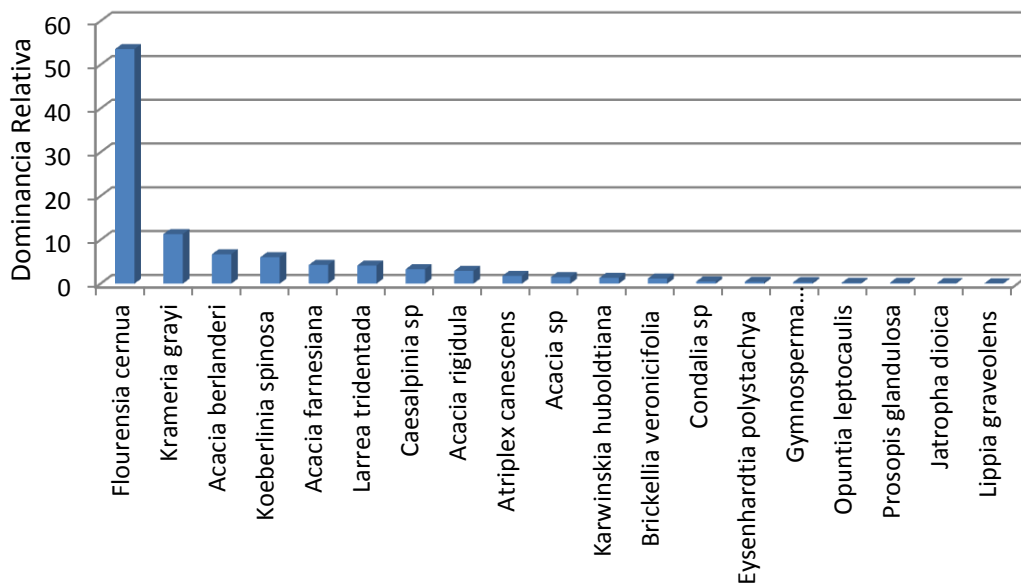
Cuadro 2. Valores de la estructura de la vegetación en el área de estudio (agostadero sobrepastoreado) del Rancho Jaboncillos, Progreso, Coahuila.

Nombre Científico	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	Valor de Importancia
<i>Acacia berlanderi</i>	2.53	6.72	3.36	4.20
<i>Acacia farnesiana</i>	0.84	4.28	0.84	1.98
<i>Acacia rigidula</i>	0.84	2.91	1.68	1.81
<i>Acacia sp</i>	0.42	1.52	0.84	0.92
<i>Atriplex canescens</i>	0.42	1.80	0.84	1.02
<i>Brickellia veronicifolia</i>	4.64	1.18	7.56	4.62
<i>Caesalpinia sp</i>	4.64	3.32	7.56	5.07
<i>Condalia sp</i>	0.42	0.51	0.84	0.58
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	0.42	0.42	0.84	0.55
<i>Flourensia cernua</i>	56.10	53.57	38.65	49.44
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	4.21	0.34	6.72	0.53
<i>Jatropha dioica</i>	2.10	0.14	2.52	1.59
<i>Karwinskia huboldtiana</i>	1.68	1.32	3.36	2.12
<i>Koeberlinia spinosa</i>	1.68	6.03	3.36	3.69
<i>Krameria grayi</i>	4.21	11.32	8.40	7.97
<i>Larrea tridentada</i>	3.79	4.14	5.04	4.32
<i>Lippia graveolens</i>	0.42	0.07	0.84	0.44
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	2.53	0.21	5.04	2.59
<i>Prosopis glandulosa</i>	0.84	0.21	1.68	0.91

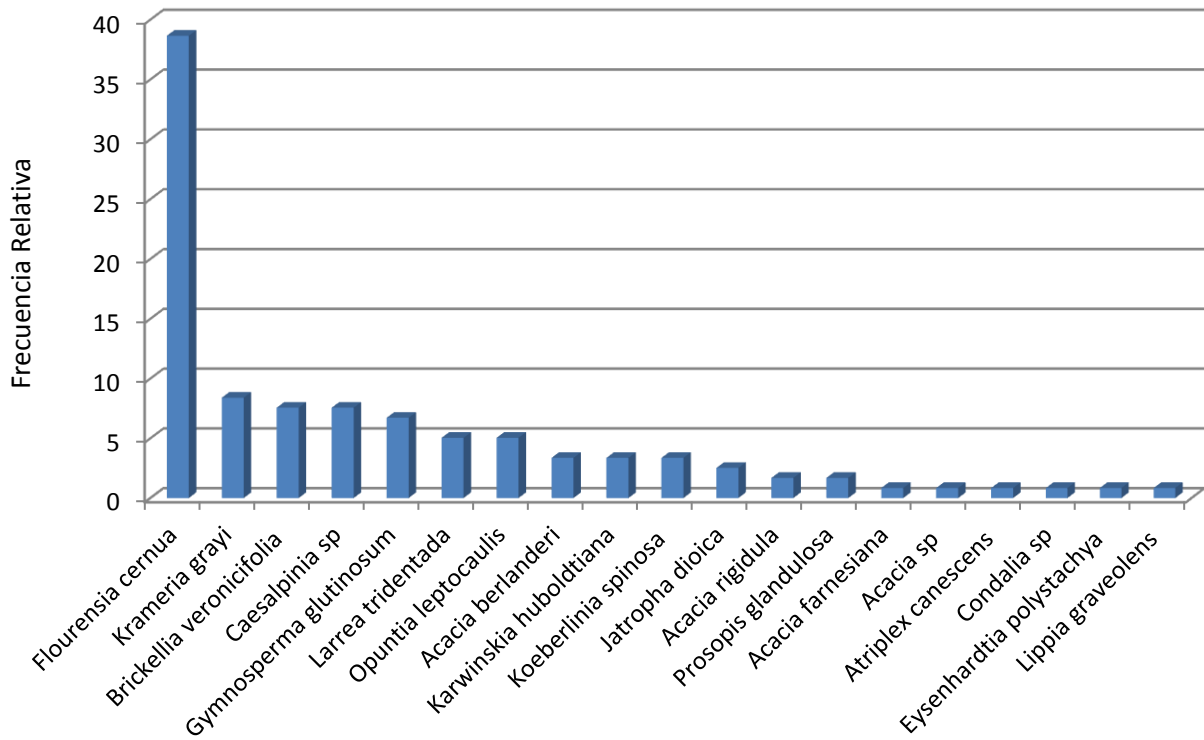
El cálculo de los parámetros se puede apreciar de una manera más clara para cada una de las especies presentes en el área de estudio en las gráficas, 1, 2, 3 y 4 respectivamente.



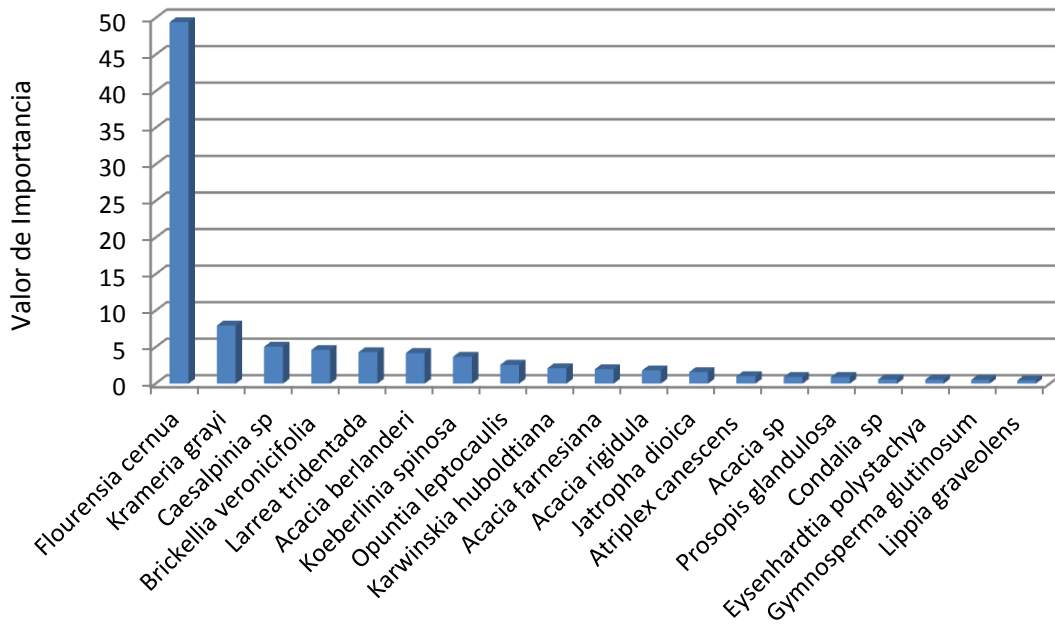
Gráfica 1. Densidad relativa de las especies presentes en el área de estudio.



Gráfica 2. Dominancia relativa de las especies presentes.



Gráfica 3. Frecuencia relativa de las especies presentes.



Gráfica 4. Valor de importancia de las especies presentes.

**Resultados en la evaluación del banco de semillas en el suelo en las dos áreas de estudio.**

En cuanto a la composición florística del banco de semillas en el suelo para los dos escenarios (agostadero sobrepastoreado y área excluida al pastoreo) estuvo representado por un total de 13 especies, dominada en su mayoría por especies ruderales de tipo herbáceo de ciclo anual y perennes (10), una arbustiva, una gramínea nativa perenne y una gramínea introducida perenne, de las cuales 5 especies fueron comunes para las dos condiciones de suelo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Composición florística del banco de semillas en el suelo en las dos condiciones de agostaderos estudiadas en el Rancho Jaboncillos, Progreso, Coahuila.

<b>Nombre Científico</b>	<b>Familia</b>	<b>Área Sobrepastoreada</b>	<b>Área excluida al pastoreo</b>
<i>Aphanostephus ramosissimus</i> D.C.	Asteraceae		X
<i>Bahia absinthifolia</i> Benth.	Asteraceae		X
<i>Bouteloua gracilis</i> Kunth.	Poaceae	X	
<i>Cenchrus ciliare</i> L.	Poaceae		X
<i>Gnaphalopsis micropoides</i> DC.	Asteraceae	X	
<i>Larrea tridentata</i> D.C.	Zygophyllaceae	X	
<i>Lesquerella fendleri</i> A. Gray.	Brassicaceae	X	X
<i>Nama undulatum</i> Kunth	Hydrophyllaceae	X	X
<i>Oenothera rosea</i> Ait.	Onagraceae	X	X
<i>Oligomeris linifolia</i> Vahl.	Resedaceae		X
<i>Plantago virginica</i> L.	Plantaginaceae	X	X
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Asteraceae	X	X
<i>Verbena neomexicana</i> A. Gray	Verbenaceae	X	



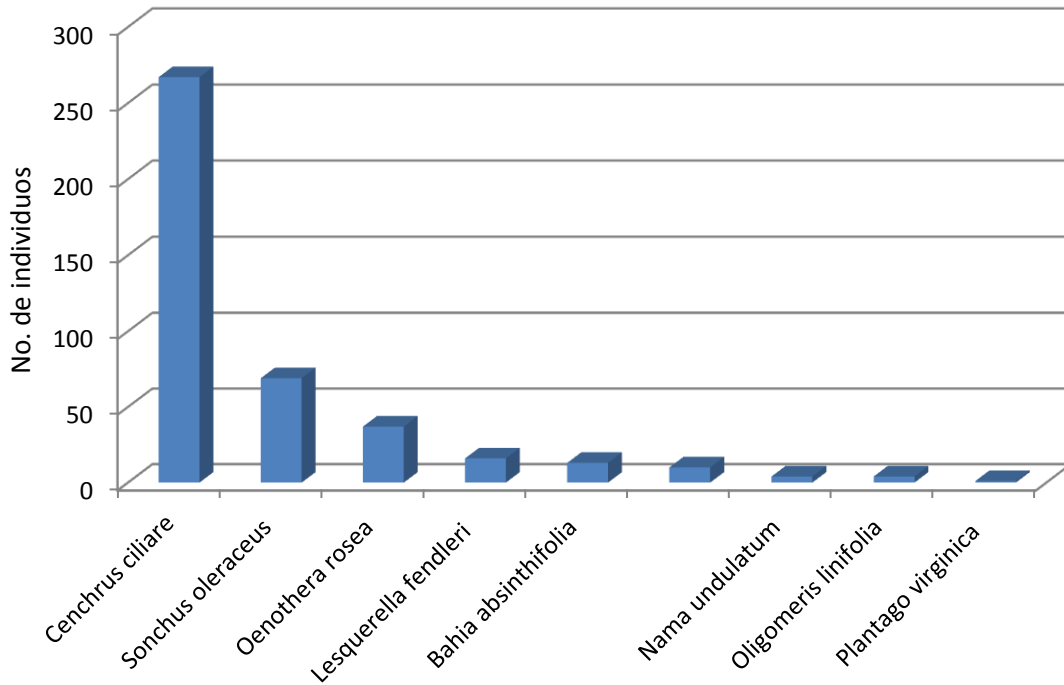
En el banco de semillas en el suelo durante el período de evaluación del presente estudio se detectó en total la presencia de 516 semillas germinadas. Siendo la parcela excluida al pastoreo con el mayor número de germinaciones con un total de 421 representada por nueve especies, con la dominancia de plantas de ciclo anual y por lo tanto dependientes de su reproducción por semilla (Cuadro 4).

Cuadro 4. Número de plantas germinadas en el área excluida al pastoreo.

<b>CAJA</b>	<b>Familia</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Núm. de semillas germinadas</b>
<b>1</b>	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	3
	Onagraceae	<i>Oenothera rosea</i> Ait.	1
	Poaceae	<i>Cenchrus ciliare</i> L.	6
<b>2</b>	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	2
	Brassicaceae	<i>Lesquerella fendleri</i> A. Gray.	4
	Poaceae	<i>Cenchrus ciliare</i> L.	64
<b>3</b>	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	5
	Poaceae	<i>Cenchrus ciliare</i> L.	33
<b>4</b>	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	6
	Onagraceae	<i>Oenothera rosea</i> Ait.	1
	Poaceae	<i>Cenchrus ciliare</i> L.	1
<b>5</b>	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	12
	Asteraceae	<i>Aphanostephus ramosissimus</i> D.C.	3
	Poaceae	<i>Cenchrus ciliare</i> L.	57
<b>6</b>	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	5
	Poaceae	<i>Cenchrus ciliare</i> L.	26
<b>7</b>	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	4
	Poaceae	<i>Cenchrus ciliare</i> L.	7
<b>8</b>	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	8
	Onagraceae	<i>Oenothera rosea</i> Ait	8
	Asteraceae	<i>Aphanostephus ramosissimus</i> D.C.	1
	Poaceae	<i>Cenchrus ciliare</i> L.	11
<b>9</b>	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	7
	Brassicaceae	<i>Lesquerella fendleri</i> A. Gray	3
	Plantaginaceae	<i>Plantago virginica</i> L.	1
	Asteraceae	<i>Aphanostephus ramosissimus</i> D.C.	3
	Poaceae	<i>Cenchrus ciliare</i> L.	9
<b>10</b>	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	2

	Brassicaceae	<i>Lesquerella fendleri</i> A. Gray	9
	Asteraceae	<i>Aphanostephus ramosissimus</i> D.C.	1
	Onagraceae	<i>Oenothera rosea</i> Ait.	26
	Hydrophyllaceae	<i>Nama undulatum</i> Kunth	4
	Poaceae	<i>Cenchrus ciliare</i> L.	26
11	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	1
	Asteraceae	<i>Aphanostephus ramosissimus</i> D.C.	1
	Onagraceae	<i>Oenothera rosea</i> Ait.	1
	Resedaceae	<i>Oligomeris linifolia</i> Vahl.	1
12	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	2
	Asteraceae	<i>Bahia absinthifolia</i> Benth.	13
	Asteraceae	<i>Aphanostephus ramosissimus</i> D.C.	1
13	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	1
14	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	3
15	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	8
	Resedaceae	<i>Oligomeris linifolia</i> Vahl.	3
	Poaceae	<i>Cenchrus ciliare</i> L.	27
		<b>Total de semillas germinadas</b>	<b>421</b>

En cuanto a la composición florística del banco de semillas en el suelo para el área excluida al pastoreo la especie dominante fue el zacate buffel (*Cenchrus ciliare* L.) con 228 germinaciones, seguido de *Sonchus oleraceus* L. con 64 (Gráfica 5).



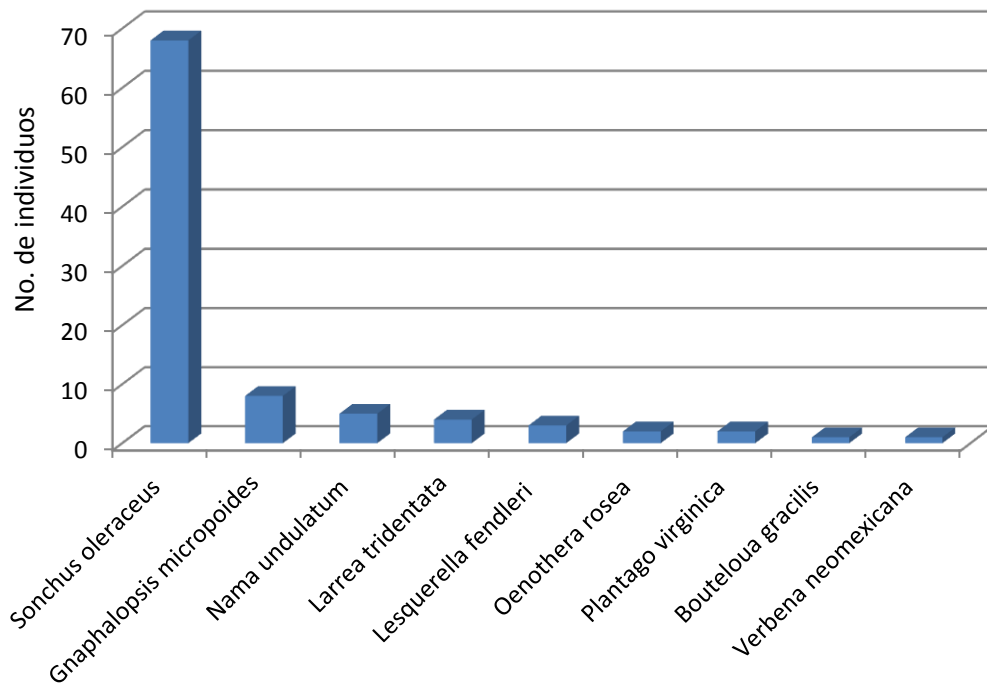
Gráfica 5. Composición florística del banco de semillas en el suelo para el área excluida al pastoreo.

Para el área sobrepastoreada con 94 semillas germinadas de nueve especies, por lo que el número total de semillas germinadas para la parcela excluida al pastoreo fue mayor en aproximadamente 81% que en el área sobrepastoreada (Cuadro 5).

Cuadro 5. Número de plantas germinadas en el área sobrepastoreada.

CAJA	Familia	Nombre científico	Núm. de semillas germinadas
1	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	2
2	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	2
3	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	6
4	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	13
5	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	6
	Plantaginaceae	<i>Plantago virginica</i> L.	1
	Asteraceae	<i>Gnaphalopsis micropoides</i> D.C.	1
	Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i> D.C.	3
	Onagraceae	<i>Oenothera rosea</i> Ait.	1
6	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	5
7	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	3
	Plantaginaceae	<i>Plantago virginica</i> L.	1
	Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i> D.C.	1
	Verbenaceae	<i>Verbena neomexicana</i> A. Gray.	1
8	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	8
9	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	4
	Brassicaceae	<i>Lesquerella fendleri</i> A. Gray.	1
10	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	5
	Asteraceae	<i>Gnaphalopsis micropoides</i> D.C.	3
	Hydrophyllaceae	<i>Nama undulatum</i> Kunth	5
	Onagraceae	<i>Oenothera rosea</i> Ait.	1
11	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	5
12	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	1
	Asteraceae	<i>Gnaphalopsis micropoides</i> D.C.	3
	Poaceae	<i>Bouteloua gracilis</i> Kunth	1
13	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	4
	Brassicaceae	<i>Lesquerella fendleri</i> A. Gray.	2
	Asteraceae	<i>Gnaphalopsis micropoides</i> D.C.	1
14	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	3
15	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	1
<b>Total de semillas germinadas</b>			<b>94</b>

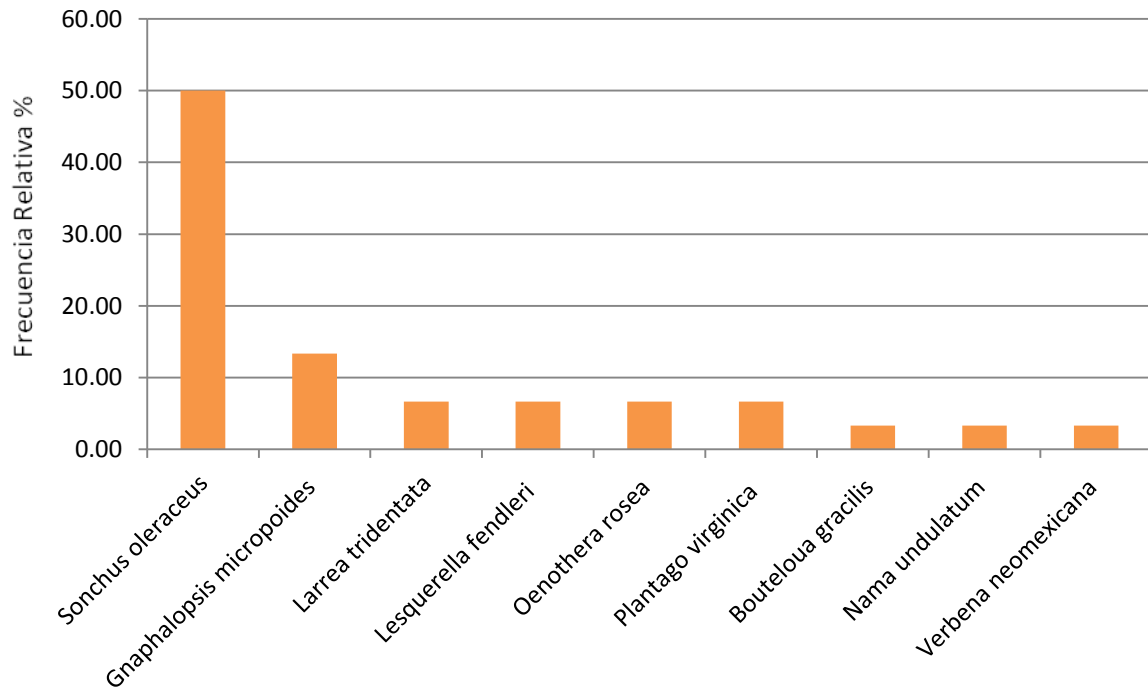
La composición florística del banco de semillas en el suelo para el área sobrepastoreada, la especie más abundantes fue *Sonchus oleraceus* L. con 69 germinaciones, seguido de *Gnaphalopsis micropoides* D.C. con 8 (Gráfica 6).



Gráfica 6. Composición florística del banco de semillas en el suelo para el área sobrepastoreada.

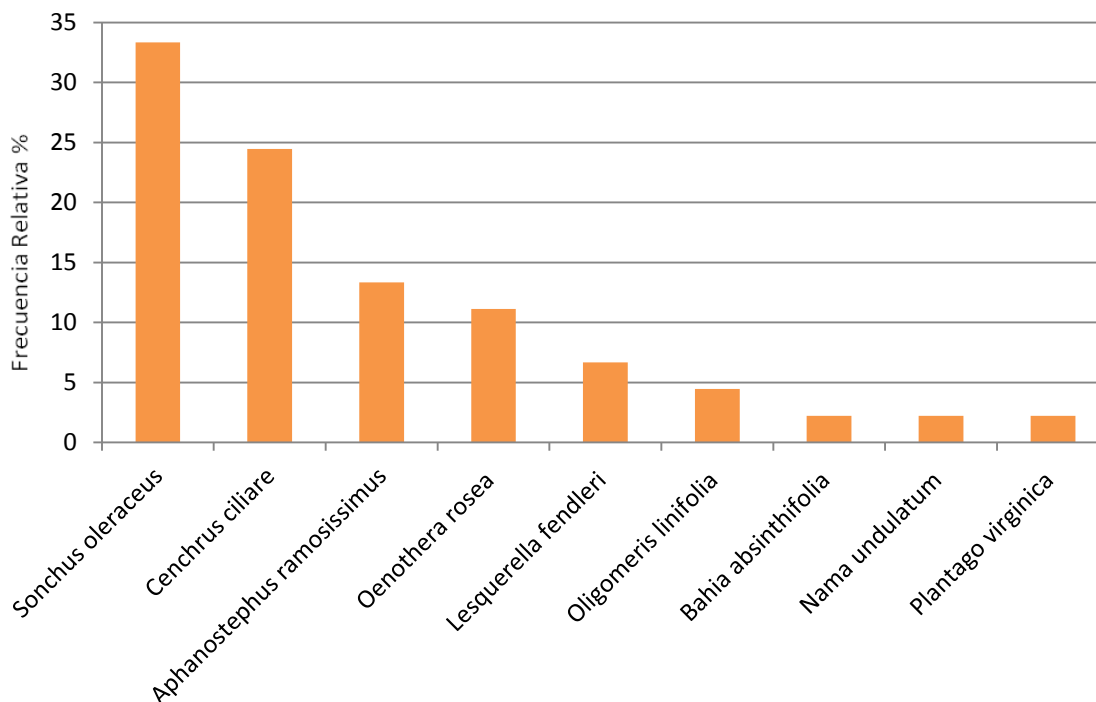
Extrapolando estos valores a número medio de semillas por m<sup>2</sup>, según la fórmula establecida para calcular número de árboles por hectárea de Sörgel (1985), en la parcela sobrepastoreada se encontró una media de 156 semillas/m<sup>2</sup>, y en la parcela excluida de pastoreo una media de 701 semillas/m<sup>2</sup>.

Los resultados obtenidos al calcular la frecuencia relativa de las especies para el área sobrepastoreada, los valores más altos los obtuvo *Sonchus oleraceus* L. con el 50 %, seguida de *Gnaphalopsis micropoides* D.C. con el 13.3 % (Gráfica 7).



Gráfica 7. Frecuencia relativa de las especies presentes en el BSS para el área sobrepastoreada.

Para el área excluida al pastoreo los resultados para la frecuencia relativa fueron: *Sonchus oleraceus* con el 33.3 %, seguido de una gramínea, *Cenchrus ciliare* con el 24.4 % y *Aphanostephus ramosissimus* con el 13.3 % (Gráfica 8).



Grafica 8. Frecuencia relativa de las especies presentes en el BSS para el área excluida de pastoreo.

En cuanto a la composición florística del banco de semillas para los dos sitios muestreados la especie más representativa fue *Sonchus oleraceus* con un total de 137 germinaciones; *Oenothera rosea* 39 germinaciones y *Lesquerella fendleri* con 19 germinaciones.

En lo que se refiere a la comparación florística entre el banco de semillas para el área sobrepastoreada y la vegetación existente sólo se presentó *Larrea tridentata* que es una especie con habito de crecimiento de tipo arbustivo y el banco de semillas para dicha condición de agostadero estuvo dominado por especies de tipo herbáceo. Para la condición de agostadero excluido al pastoreo

solo se presentó en el banco de semillas *Cenchrus ciliare* y que fue la especie dominante tanto en el banco de semillas como en el rodal.

### Índice de Shannon- Winner.

Los resultados obtenidos mediante el cálculo del índice de diversidad por medio de la fórmula de Shannon-Winner (1949), para cada uno de los escenarios en el área de estudio se presentan a continuación en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Valores obtenidos en los dos escenarios estudiados (agostaderos sobrepastoreados y agostaderos excluidos).

Escenarios	Índice de Shannon- Winner
Agostaderos sobrepastoreados	$H' = 1.104$
Agostaderos excluidos	$H' = 1.22$

Según los valores obtenidos en el banco de semillas en el suelo en los dos sitios estudiados representan una zona que tiene poca diversidad, característicos para zonas desérticas, como en el área de estudio.



## DISCUSIÓN

El conocimiento sobre bancos de semillas en el suelo puede ayudar a prescribir los tratamientos que propicien condiciones de vegetación deseadas desde la perspectiva de hábitat para el ganado y la fauna silvestre, reducción de competencia con especies de importancia y otros problemas relacionados con el manejo de la vegetación.

Para el área con sobrepastoreo las semillas de las especies que germinaron según su forma de vida fueron las herbáceas, y únicamente con presencia de un individuo de las gramíneas. En comparación con lo reportado por Williams (1993) en un estudio en cuatro bosques de baja montaña (entre 1000 y 2000 msnm), encontró que las herbáceas era la forma de vida predominante en los respectivos bancos de semillas de tres de ellos y en el último, con vegetación en su mayoría tropical, dominaban árboles y arbustos.

Pérez y Santiago (2001), en un estudio en BSS encontraron que las gramíneas superaron en especie y número de semillas de las demás familias que componían el BSS en una pradera en Venezuela, seguida del grupo de las leguminosas y de especies de la familia Cyperaceae. En relación a lo encontrado en el área excluida al pastoreo fue también una gramínea que superó en número de semillas germinadas de al resto familias que componen el BSS para dicho sitio.

En los estudios más recientes de los BSS destacan los siguientes; en

comunidades vegetales de gobernadora (*Larrea tridentata*) y hojuesen (*Flourensia cernua*) por Dzib (2002) quien recolectó muestras de suelo a dos profundidades diferentes de cada comunidad vegetal para determinar la persistencia de los BSS en cada uno de ellos, encontró una similitud en el número de semillas que germinaron en ambas comunidades vegetales con 21 individuos. En el presente trabajo existió diferencia de 327 semillas más que germinaron en el agostadero excluido al pastoreo.

Carrillo (2009), estudiaron la variación del banco de semillas en el suelo de un bosque de *Pinus montezumae* Lamb., por medio del método de emergencia en muestras de suelo; determinaron la abundancia y el número de taxa mediante el muestreo en cuatro parcelas en un área de regeneración natural donde encontraron un total de 43 especies (dos de árboles, 17 de arbustos, una de pasto y 23 de hierbas). La abundancia de semillas viables fue similar para la mayoría de ellas en la capa de humus y suelo mineral; en tanto que las dominantes del rodal (*Pinus montezumae*) y codominantes (*Pinus ayacahuite*, *Abies religiosa* y *Alnus firmifolia*), no estuvieron presentes en el banco, en el cual dominaron herbáceas anuales y perennes. La diversidad de especies es alta si se compara con las 13 especies encontradas en las dos condiciones de estudio para el agostadero (sobrepastoreado y excluido) y donde solo se encontró en el BSS una especie que estaba presente en el rodal, *Larrea tridentata* y una gramínea; *Cenchrus ciliare* respectivamente.

La diferencia en la densidad de semillas presentes en las dos condiciones de

suelo analizadas, agostaderos sobrepastoreados y excluidos se asemeja con lo observado en la densidad de la vegetación presente en cada una de las áreas con diferencias en el número de plantas presentes en una y otra condición.

Para ambas condiciones se presentó una baja densidad de semillas (156 semillas/m<sup>2</sup> para el agostadero sobrepastoreado y 701 semillas/m<sup>2</sup> para el área excluida al pastoreo), así como una baja diversidad florística con un total de 13 especies para ambas condiciones. Al comparar las cifras reportadas por Meissner y Facelli (1999) para áreas desertificadas con los valores obtenidos en esta investigación, se observa que estos últimos son muy bajos. Dichos autores reportaron para el área pastoreada un total de 35 especies, con una densidad máxima de 13 350 semillas/m<sup>2</sup> y una mínima de 270 semillas/m<sup>2</sup>.

El grado y tipo de perturbación del suelo, el patrón de uso de suelo en áreas adyacentes, el estado del desarrollo de la comunidad vegetal, la presencia de agentes dispersores y las estaciones del año, son los principales factores que determinan los atributos del banco de semillas en un terreno en particular (Garwood, 1989; Dalling, 2002). Entre los atributos que identifican el banco de semillas, están la densidad (número de semillas por metro cuadrado), la composición (a nivel taxonómico, longevidad, formas de vida) y la riqueza de especies (Chandrashekara y Ramakrishnan, 1993; Dupuy y Chazdon, 1998; Thompson, 2000).

Con respecto a la diversidad florística, los resultados obtenidos haciendo uso del índice de diversidad de Shannon-Winner, el área excluida al pastoreo es la más diversa donde  $H' = 1.22$  de acuerdo con Gámez y White, (2009) quienes estudiaron tres comunidades de vegetales diferentes; bosques secundario, bosque de pinos y un cafetal, reportaron que el área con mayor diversidad el  $H' = 1.749$ , se puede percibir una similitud en la diversidad si se considera que el tipo de ecosistema de los agostaderos es de zonas áridas.

La sola presencia del banco de semillas no es suficiente para la recuperación de la vegetación, se requiere de factores que intervienen en la consolidación de la vegetación en un sitio y se relacionen con la germinación y posterior reclutamiento de las plántulas que emergen a partir del banco de semillas, procesos considerados críticos en la determinación de la estructura final de la comunidad vegetal (Parker *et al.*, 1989; Cardona y Vargas, 2004).

Esta población de semillas, se encuentra por lo general dominada por las semillas de unas pocas especies de arbustos pioneros, en espera de las condiciones ambientales propicias para germinar (Dalling, 2002). A diferencia del rebrote, el banco de semillas permite la conservación de la variabilidad genética (Baker, 1989).

Las perturbaciones originadas por actividades humanas, afectan de manera más notoria la abundancia (o densidad de semillas) y la composición del banco de semillas que las perturbaciones generadas por fuerzas naturales (Álvarez *et al.*,

2005). En el primer caso, la densidad de semillas tiende a ser mayor y la composición corresponde, en su mayoría, a especies de tipo herbáceo de amplia distribución (arvenses). Con estas nuevas condiciones, se favorece la aparición y establecimiento de especies arbóreas propias de estadios sucesionales más avanzados (Quintana-Ascencio *et al.*, 1996; Dupuy y Chazdon, 1998; Middleton, 2003).

La descripción de las características del banco de semillas (composición, tamaño, permanencia) de un bosque o terreno en particular, permite obtener información sobre el estado de sucesión, el grado de perturbación, los mecanismos de dispersión de semillas y, de manera indirecta, el tipo de fauna asociada, las posibles fuentes de propágulos, entre otros aspectos. Toda esta información, es necesaria para conocer los factores limitantes de la sucesión en cada terreno (Holl, 1999) y proponer planes de manejo que incluyan el monitoreo del proceso de regeneración del ecosistema. No obstante, un banco de semillas pequeño y con pocas especies, es el reflejo de la pérdida de diversidad en un lugar determinado, y la simplificación de las comunidades vegetales futuras que llegaren a establecerse. Conocer la relación que existe entre el banco de semillas y la vegetación en pie es, en resumen, útil para entender los cambios en la composición de la comunidad (vegetal) con respecto a la perturbación, la sucesión y las acciones de restauración desarrolladas para tal fin (Hopfensperger, 2007).

Finalmente, se debe recalcar que el método de germinación para los BSS no estima a los individuos de la población que están durante un período crítico, el de

la sequía estival; después, con la lluvia de otoño unas semillas germinarán, otras permanecerán en estado latente y otras morirán. Los disturbios en el suelo causan una alta mortalidad de semillas, lo que conduce a pensar que el evidente impacto antropogénico sobre el área de estudio, sumado a las condiciones climáticas adversas como por ejemplo, el factor lluvia que no se presentó durante dos años consecutivos en los sitios de muestreo y que han sido los responsables de la baja densidad de las semillas y diversidad florística en el banco de semillas. Como recomendación se debería realizar nuevos experimentos para obtener resultados más certeros una vez que se presente las lluvias.

## **CONCLUSION**

Se concluye que el banco de semillas del área degradada es más pobre en densidad de semillas que el de una no degradada, dada la falta de cobertura vegetal y la sobrecarga animal en el pastoreo.

## LITERATURA CITADA.

- Baker, H.G. 1989. Some aspects of the natural history of seed banks. *In*: Leek, M.A., Parker, V.T. y Simpson, R.L. (Eds.) Ecology of Soil Seed Banks, pp. 9 - 21. Academic Press. San Diego, California.
- Bakker, J.P., 1989. Nature management by grazing and cutting. On the Ecological Significance of Grazing and Cutting Regimes applied to Restore species-rich Grassland Communities in the Netherlands. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 400 p.
- Barbour, M.G. y Lange R.T. 1966. Seed populations in some natural Australian topsoil. *Ecology* 48 (1): 153 - 154.
- Besnier, F. 1989. Semillas: Biología y tecnología. Madrid, España, Mundiprensa 637 p.
- Bigwood, D.W. Inouye D.W. 1988. Spatial pattern analysis of seed banks: An improved method and optimized sampling. *Ecology* 69 (2): 479- 507.
- Billings W.D. y Mooney H.A. 1968. The ecology of arctic and alpine plants. *Biological Review* 43: 481- 529.
- Bullock, J. 1996. Plants. *In*: Ecological census techniques. Edited by Williams J. Sutherland, pp. 111 - 113.
- Cardona, C.A. y Vargas, O.R., 2004.- Plántulas procedentes del banco de semillas germinable de un bosque subandino. 15: 113-149.
- Carrillo-Anzures, F. 2009. Seed stored in the forest floor in a natural satnd of *Pinus montezumae* Lamb. Universidad de Chapingo. Texcoco, México. 60 p.

- Castillo, D. 2000. Evaluación del Germoplasma en el Suelo en un Ecosistema con Alto Grado de Desertificación en el Noreste de México. Tesis de Maestría en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares N. L. México. 80 p.
- Castillo, Q.D.; M. Narcia V. y C.A. Berlanga R. 2011. Tecnología para la implantación de praderas con gramíneas y arbustivas en áreas agrícolas abandonadas al cultivo en le región sureste de Coahuila. Folleto técnico Núm. 49. Campo Experimental Saltillo- INIFAP. 37 p.
- Chandrashekara, U.M. y Ramakrishnan, P.S., 1993. Germinable Soil Seed Bank Dynamics During the Gap Phase of a Humid Tropical Forest in the Western Ghats of Kerala, India. *Journal of Tropical Ecology* 9 (4): 455-467.
- Childs, S. y Goodall D.W. 1973. Seed reserves of desert soil. US/IBP. Desert Biome Research Memorandum 73-5 pp. Logan Utah State University. USA.
- Cole, R.J., 2009. Post-dispersal seed fate of tropical montane trees in an agricultural landscape, southern Costa Rica: 64-99 (*In Ecological and socioeconomic aspects of restoring forest in a tropical agricultural landscape, southern Costa Rica*). University of California, Santa Cruz.
- Cook, R., 1980. The biology of seeds in the soil. *In*: Solbrig, O.T. (ed.) Demography and evolution in plant populations. Botanical Monographs 15:107-129.
- Cox. G. W., 1972. Laboratory Manual of General Ecology. Second edition USA.



- Dalling, J.W., 2002.- Ecología de semillas: 345-375 Guariguata, M.R. y Kattan, G.H. (ed.) Ecología y Conservación de bosques neotropicales. Primera edición. Ediciones LUR.
- De Souza M. F.C. Maia y Pérez M.A. 2006. Soil seed banks. Agriscientia XXIII. 33-44 Summary.
- Dupuy, J.M. y Chazdon, R.L., 1998.- Long-term effects of forest regrowth and selective logging on the seed bank of tropical forests in northeastern Costa Rica. Biotropica 30 (2): 223-237.
- Dzib, E. 2002. Características de los bancos de semilla en comunidades de gobernadora–hojasén en el Municipio Saltillo, Coahuila. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. 59 p.
- Fenner, M. 1985. Seed Ecology. Chapman y Hall, London, U.K.
- Ferrandis, P., de las Heras, J., Martínez-Sánchez, J.J. y Herranz, J. M. 2001. Influence of a low-intensity fire on a *Pinus halepensis* Mill. Forest seed bank and its consequences on the early stages of plant succession. Israel Journal of Plant Sciences 49: 105-114.
- Gámez, J. y White E., 2009. Evaluación del banco de semillas del suelo de tres comunidades vegetales del Parque Ecológico Municipal Cerro Canta Gallo, Condega, Estelí, Nicaragua. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 53 p.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación de Köppen. Larios, S.A. México, D.F.

- Garwood, N.C., 1989. Tropical soil seed banks: a review: 149-209 (*En*) Leek, M.A.; Parker, V.T y Simpson, R.L. (ed.) Ecology of soil seed banks. Academic Press, San Diego, California.
- Gee, G.W. y Bauder. J.W. 1986. Particle-size analysis. *In*: Methods of soil analysis, Part 1. Physical and mineralogical methods. Agronomy Monograph No. 9 (2nd Edition). American Society of Agronomy-Soil Society of America.
- Granados S. D. y López R. G. 2001. Ecología de poblaciones vegetales. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, México. 144 p.
- Guevara S. y Gómez-Pompa A. 1976. Determinación del contenido de semillas en muestras de suelo superficial de una selva tropical en Veracruz, México, *In*: Gómez-Pompa, Vázquez-Yanes, (Ed), Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México, Inst, Biol. UNAM. México, D.F.
- Guo, Q., W.P. Rundel y Goodall D.W. 1998. Horizontal and vertical distribution of desert seed banks: patterns, causes, and implications. *Journal of Arid Environments* 38: 465-478.
- Guo, Q., P.W. Rundel y D.W. Goodall. 1999. Structure of desert seed banks: comparisons across four North American desert sites. *Journal of Arid Environments* 42: 1-14.
- Harper, J. L. 1977. Population biology of plants. Academic Press, London.
- Henderson, C.B., Petersen K.E. y Redak R.A. 1988. Spatial and temporal patterns in the seed bank and vegetation of a desert grassland community. *Journal of Ecology*. 76: 717 - 728.

- Holl, K.D., 1999. Factors limiting tropical rain forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate, and soil. *Biotropica*, 31: 229-242.
- Hopfensperger, K. 2007. A review of similarity between seed bank and standing vegetation across ecosystems. *Oikos* 116: 1438-1448.
- Kalisz, S. 1991. Experimental determination of seed bank age structure in the winter annual *Collinsia verna*. *Ecology* 72 (2): 575- 585.
- Kjellson, G. 1992. Seed banks in Danish deciduous forests: species composition, seed influx and distribution pattern in soil. *Ecography* 15:86-100.
- Levey, D.J. y Byrne, M.M., 1993. Complex Ant-Plant Interactions: Rain-Forest Ants as Secondary Dispersers and Post-Dispersal Seed Predators. *Ecology*, 74 (6): 1802-1812.
- Meissner, R.A. y. Facelli J.M. 1999. Effect of sheep exclusion on the soil seed bank and annual vegetation in chenopod shrublands of South Australia. *Journal of Arid Environments* 42: 117-128.
- Melgoza, C. A. 1977. Estudio florístico-ecológico de comunidades secundarias de matorral submontano en Santiago, N.L. México. Tesis Licenciatura Biólogo. Universidad Autónoma de Nuevo León. 50 p.
- Mercado, S. 2000. Índices de integridad biótica de aproximación a su desarrollo. Diversidad biológica de ríos y arroyos del centro de México: Bases para su conocimiento y conservación. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. 49 p.

- Middleton, B.A., 2003.- Soil seed banks and the potential restoration of forested wetlands after farming. *Journal of Applied Ecology*, 4: 1025-1034.
- Moreno-Casasola, P. 1976. Viabilidad de semillas de árboles tropicales y subtropicales: Una revisión bibliográfica. *In: Gómez-Pompa y Vázquez-Yanes (ed.) Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas Veracruz, México, Inst. Biol. UNAM. México, D.F.*
- Pake, C.E y Venable D.L. 1996. Seed banks in desert annuals: Implications for persistence and coexistence in variable environments. *Ecology* 77 (5):1427-1435.
- Parker, V.; Simpson R. y Leck, M. 1989. Pattern and process in the dynamics of seed banks: 367-384 (*En*) Leck, M.A.; Parker, V. y Simpson, R.L. (eds.) *Ecology of soil seed banks*. Academic Press INC., San Diego, California.
- Pérez, E.M. y Santiago, E.T., 2001.- Dinámica Estacional del Banco de Semillas en una Sabana en los Llanos Centro-Orientales de Venezuela. *Biotropica*, 33 (3): 435-446.
- Pickett, S.T.A. y McDonnell, M.L. 1989. Seed bank dynamics in temperate; deciduous forest. *In: Leek, M.A., Parker, V.T. y Simpson, R.L. (eds.) Ecology of Soil Seed Banks*, pp 123 -145. Academic Press. San Diego, California
- Quintana-Ascencio, P. F., M. González-Espinoza, N. Ramírez-Marcial, G. Domínguez-Vázquez y Martínez-Ico M. 1996. Soil seed banks and regeneration of tropical rain forest from milpa fields at the Selva Lacandona, Chiapas, México. *Biotropica* 28(2): 192-209.
- Roberts, H. A. 1981. Seed banks in soils. *In: Coaker, T. H. (ed.). Advances in Applied Biology VI*. Academic Press, Ltd. London, UK.

- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México, D.F. 432 p.
- Shannon, C y Weaner, W. 1949. The Matematical theory of communication, The University of Illinois press. Urbana, Illinois. 19-27.
- Simpson R.L, Ma Leck y Parker V.T, 1989. Seed banks: general concepts and methodological issues. *In*: MA Leck, VT Parker y Simpson R.L. (eds.), Ecology of soils seed banks: 3-8. Academic Press, San Diego.
- Sörgel N. 1985. Introducción en inventarios forestales. Servicio Alemán de Cooperación Social Técnica, Managua, Nicaragua.
- Teketay, D. y Granström, A. 1995. Soil seed Banks in dry afro-montane Forest of Ethiopia. *Journal of vegetation. Science* 6: 777-786.
- Thompson, K. 1992. The functional ecology of seed banks. *In*: Fenner, M. (ed.) Seed. Ecology of regeneration in plant communities, pp. 321-258. CAB. International.
- Thompson, K., Bakker, J. y Bekker, R. 1997. The soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity. Cambridge University Press. UK. 276 p.
- Thompson, K., y Grime J.P. 1979. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *Journal of Ecology* 67:893-921.
- Thompson, K., 2000. The functional ecology of seed banks: 215-235, Fenner M. (ed.) *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*. 2nd edition. CAB International, Wallingford, UK.

- Traba, J., C. Levassor y Peco, B. 1998. Concentrating samples can lead to seed losses in soil bank estimations. *Ecology* 12: 975 - 982.
- Van der Valk, A.G., 1992. Establishment, colonization and persistence: 60-102 (*In*) Glenn-Lewin, D.C.; Peet R.K. y Veblen T.T. (eds.) *Plant Succession: Theory and prediction*. Chapman y Hill, London, UK.
- Welling, C.H., R.L. Pederson y Van Der Valk, A.G. 1988. Recruitment from the seed bank and the development of emerging zonation during a draw in a prairie wetland. *Journal of Ecology* 76: 483-496.
- Wenny, D.G., 2000. Seed dispersal, seed predation, and seedling recruitment of a neotropical montane tree. *Ecol. Mon.*, 70 (2): 331-351.

**ANEXO 1. Determinación de la diferencia estadística en la densidad de semillas para las dos condiciones de agostaderos.**

1.1 Prueba de homogeneidad de medias.

PARCELAS	$X_A$ SOBREPASTOREO	$(X_A - \bar{X}_A)^2$	$X_B$ PASTOREO	SIN	$(X_B - \bar{X}_B)^2$
1	2	(2-6.26)=18.1476	10		(10-28.06)=326.1636
2	2	(2-6.26)=18.1476	70		(70-28.06)=1758.9636
3	6	(6-6.26)=0.0676	38		(38-28.06)=98.8036
4	13	(13-6.26)=45.4276	8		(8-28.06)=402.4036
5	12	(12-6.26)=32.9476	72		(72-28.06)=1930.7236
6	5	(5-6.26)=1.5876	31		(31-28.06)=8.6436
7	6	(6-6.26)=0.0676	11		(11-28.06)=291.0436
8	8	(8-6.26)=3.0276	28		(28-28.06)=0.0036
9	5	(5-6.26)=1.5876	23		(23-28.06)=25.6036
10	14	(14-6.26)=59.9076	68		(68-28.06)=1595.2036
11	5	(5-6.26)=1.5876	4		(4-28.06)=578.8836
12	5	(5-6.26)=1.5876	16		(16-28.06)=145.4436
13	7	(7-6.26)=0.5476	1		(1-28.06)=732.2436
14	3	(3-6.26)=10.6276	3		(3-28.06)=628.0036
15	1	(1-6.26)=27.6676	38		(38-28.06)=98.8036
	$\sum X_A = 94$	$\sum (X_A - \bar{X}_A)^2 = 222.934$	$\sum X_B = 421$		$\sum (X_B - \bar{X}_B)^2 = 8620.934$
	$N_A = 15$	$N_A - 1 = 14$	$N_B = 15$		$N_B - 1 = 14$
	$\bar{X}_A = 6.26$	$S_A^2 = 15.9238$	$\bar{X}_B = 28.06$		$S_B^2 = 15.9238$

Fórmula para calcular varianza.

$$S^2 = \frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Con los datos obtenidos en el experimento se calculo el estadístico de prueba (UANL).

$$Tc = \frac{|\bar{X}_A - \bar{X}_B|}{\sqrt{\left(\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}\right) \left[\frac{(n_A - 1)S_A^2 + (n_B - 1)S_B^2}{n_A + n_B - 2}\right]}}$$

Dónde:

$$T_C = 3.3597$$

El estadístico de prueba se compara con un estadístico de tabla.

$$T_{TABLA} = T_{\alpha; (n_A + n_B - 2) \text{ g.L.}}$$

$$\alpha = 5\% (0.05)$$

Dónde:

$$T_{TABLA} = 1.701$$

Regla de decisión.

Si  $T_C > T_{TABLA}$  Se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ .

$$H_0: \mu_A = \mu_B$$

$$H_1: \mu_A \neq \mu_B$$

Conclusión estadística.

Dado que el estadístico de prueba ( $T_C = 3.3597$ ) es mayor que el estadístico de comparación ( $T_{TABLA} = 1.701$ ) se rechaza la hipótesis inicial de homogeneidad de medias y se acepta la hipótesis alternativa de heterogeneidad de medias.

Conclusión práctica.

En base a la conclusión estadística, nos dice que la media de la densidad de semillas es diferente la dedicada al pastoreo a la excluida al pastoreo.



La prueba de homogeneidad no es concluyente, requiere del soporte de la prueba de homogeneidad de varianza.

## 1.2 Prueba de homogeneidad de varianza.

Con los datos obtenidos en el experimento se cálculo el estadístico de prueba.

$$F_C = \frac{\text{Varianza mayor}}{\text{Varianza menor}}$$

Como resultado se tiene que:

$$F_C = 38.6704$$

El estadístico de prueba se compara con un estadístico de tabla.

$$F_{\text{TABLA}} = F_{\alpha}; \text{ g.l. Numerador, g.l. Denominador.}$$

Dónde:

$$F_{\text{TABLA}} = 2.4833$$

Regla de decisión.

Si  $F_C > F_{\text{TABLA}}$  Se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ .

$$H_0: S_A^2 = S_{(B)}^2$$

$$H_0; S_A^2 \neq S_B^2$$

Dado que el estadístico de prueba ( $F_C = 38.6704$ ) es mayor que el estadístico de comparación ( $F_{\text{TABLA}} = 2.4833$ ) se rechaza la hipótesis inicial de

homogeneidad de varianzas y se acepta la hipótesis alternativa de heterogeneidad de varianzas.

#### PRUEBA DE COMPARACIÓN

MEDIAS	VARIANZAS	OBSERVACIONES
Homogéneas	Homogéneas	Iguals
Homogéneas	Heterogéneas	Diferentes
Heterogéneas	Homogéneas	Diferentes
Heterogéneas	Heterogéneas	Diferentes