

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



**TESIS**

**ANÁLISIS DE LA RESTAURACIÓN PASIVA POST-PECUARIA EN  
EL MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO DEL NORESTE DE  
MÉXICO**

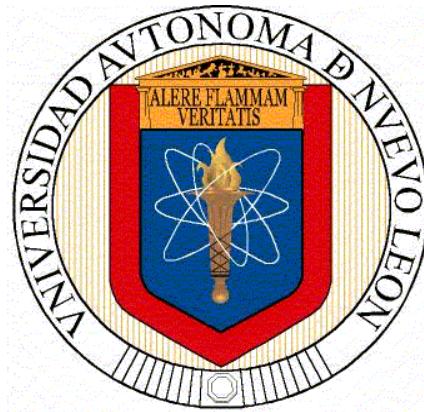
**PRESENTA**

**ING. MIGUEL ANGEL PEQUEÑO LEDEZMA**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES**

**NOVIEMBRE 2013**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO**



**TESIS**

**ANÁLISIS DE LA RESTAURACIÓN PASIVA POST-PECUARIA EN  
EL MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO DEL NORESTE DE  
MÉXICO**

**PRESENTA  
ING. MIGUEL ANGEL PEQUEÑO LEDEZMA**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES**

**LINARES, NUEVO LEÓN, MÉXICO,**

**NOVIEMBRE 2013**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA Y MANEJO FORESTAL

ANÁLISIS DE LA RESTAURACIÓN PASIVA POST-PECUARIA EN  
EL MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO DEL NORESTE DE  
MEXICO

TESIS

Como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES

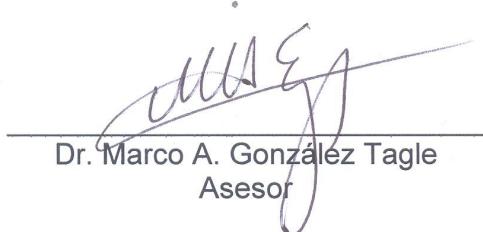
Presenta:

ING. MIGUEL ANGEL PEQUEÑO LEDEZMA

COMISIÓN DE TESIS

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Eduardo Alanis Rodriguez  
Asesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Javier Jiménez Pérez  
Asesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Marco A. González Tagle  
Asesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. José Israel Yerena Yamallel  
Asesor Externo

Linares, Nuevo León, México

Noviembre del 2013

Manifiesto que la presente investigación es original y fue desarrollada para obtener el grado de Maestro en Ciencias Forestales, donde se utiliza información de otros autores se otorgan los créditos correspondientes.

Miguel Angel Pequeño Ledezma

Noviembre del 2010

## **DEDICATORIA**

A Dios por guiar mis pasos, ponerme las personas correctas en mi camino y hacer de este viaje que llamamos vida mucho mas sencillo.

A Mis padres Guadalupe Pequeño y Ninfa Ledezma, por todo el apoyo que me han dado a lo largo del camino, ¡MUCHAS GRACIAS!

A mis hermanos Edwin Pequeño y Melissa Pequeño, por su ayuda y comprensión en momentos difíciles y de tensión.

A la toda mi familia, por estar al pendiente y por brindarme siempre palabras de aliento para seguir adelante.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de tesis, es la culminación de una etapa más de mi formación científica, pero no es un trabajo de una sola persona, en él han participado en diferentes maneras, instituciones y personas a las cuales estoy muy agradecido y si llegara omitir a alguien pido disculpas de antemano.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) quien me otorgó la beca Nacional y Mixta para realizar mis estudios de maestría dentro de la Facultad de Ciencias Forestales UANL y dentro del Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM) en Alicante, España.

A la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León y en especial a su cuerpo académico de profesores-investigadores quienes con su experiencia y amplio conocimiento han sido pieza fundamental para mi formación profesional.

Al Departamento de Silvicultura y Manejo Forestal de la Facultad de Ciencias Forestales por el apoyo brindado para el establecimiento y desarrollo de esta investigación.

A mi asesor y amigo, Eduardo Alanís, Lalo, muchísimas gracias por tu apoyo durante estos años, no tengo mas que palabras de agradecimiento infinito, gracias por esa plática que me motivó a entrar al programa de Maestría, gracias por mostrarme el camino de la investigación y por hacerme parte de un gran equipo de trabajo del cual me siento muy orgulloso de pertenecer, gracias por tu apoyo para la realización de mi estancia y con esto seguir cumpliendo mis sueños, gracias por cada una de las pláticas en las cuales siempre salgo motivado y con ganas de

comerme el mundo entero de un bocado, gracias por que aparte de un excelente investigador conocí una gran persona, siempre preocupado por motivar a sus alumnos para lograr la excelencia, gracias por enseñarme que el trabajo en equipo es la clave del éxito....gracias por todo Lalo!!!

Al comité de tesis, quienes con su conocimiento y experiencia fortalecieron el trabajo de campo y análisis de los datos dando por resultado este trabajo de tesis.

A mi asesor externo el Dr. Israel Yerena por su todo el apoyo brindado para la realización de los trabajos de campo y captura de datos.

A Miguel Cervantes, Agustín, Sergio Mireles, Andrés Solorio, Lacho Gómez, Lorena Cortez y todo el equipo de campo con quienes a su lado aparte de trabajar en la toma de datos, aprendimos, convivimos y nos divertimos durante esta parte de la investigación. MUCHAS GRACIAS!!!

A mi cotutor externo Dr. Alejandro Valdecantos Dema, por todas las facilidades prestadas para mi estancia de investigación en Alicante, España, por esas prácticas en campo que enriquecen mi formación científica, por compartir su conocimiento y dejarme formar parte de su equipo de trabajo.

Al Dr. David Fuentes por el apoyo brindado durante mi estancia en España, por su buena disposición desde el primer día en que llegué a Alicante.

A Thanos Smanis, Aitor Domenech y Cristian Pérez Granados, sin ustedes esa estancia no hubiera sido lo que fue! Muchísimas gracias por su Apoyo, Amistad y buenos consejos!

Al Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo y la Universidad de Alicante, quienes mediante el Dr. Alejandro Valdecantos Dema me abrieron las puertas para realizar una excelente estancia.

A mi primo Diego por su apoyo, consejos y participación en las traducciones de los trabajos de investigación generados.

A mi familia: Tete, Almita, Fatima, Estefania, a mis hermanos, Edwin y Melissa a mis abuelas, y a todos los que durante este proceso estuvieron siempre al pendiente de mis avances y fortalecieron mi crecimiento tanto personal, como científico.

A mis amigos Rob, Juan, Carlos, Gracias por su apoyo!!!

A Ale, Paty, Laura, a mi Tío Joel y muy especialmente a mi Tía Elsa, quienes me han enseñado que los amigos son la familia que nosotros mismos elegimos, y que me han impulsado a seguir adelante, gracias por todo su apoyo!!!. Tía un abrazo hasta el cielo!

A mi grupo de Maestría, compañeros en general de quienes aprendí no solo en el ámbito científico, sino en lo personal, muchas gracias por compartir tanto, por tener esa apertura de aprendizaje en equipo, apoyarnos en los momentos difíciles y celebrar cada uno de nuestros triunfos.

Al M.C. Cuauhtémoc Méndez Osorio con quien compartí gran parte de mi formación y que se volvió un excelente compañero y amigo durante este camino.

A todo el personal administrativo de la Facultad de Ciencias Forestales, mi mas sincero agradecimiento.

A todas las personas que colaboraron de una u otra manera en mi formación durante el programa de maestría, Muchas Gracias!

## Resumen General.

El Matorral es el ecosistema mas abundante e históricamente mas utilizado en las zonas áridas y semiáridas de México. A lo largo de la historia se ha visto afectado por actividades antropogénicas, de la misma manera ha sufrido una continua deforestación para establecer zonas de diferentes usos. Entre los años 1993 al 2002 el matorral sufrió una pérdida de 953,000 ha por cambio de uso de suelo, siendo el segundo ecosistema más afectado en México después de las selvas. Las actividad ganadera en México ocupa 110 millones de hectáreas lo que equivale aproximadamente un 56% del territorio nacional, Particularmente el Estado de Nuevo León cuenta con una superficie ganadera que asciende a un poco mas del 80% de la superficie estatal. Para evaluar la regeneración pasiva post pecuaria en el MET se establecieron sitios de muestreo en 3 estadíos sucesionales con un intervalo de diferencia de 10 años entre ellos y a su vez se comparó la regeneración de estos 3 estadíos con un área prístina de referencia. La investigación está enfocada a conocer la trayectoria sucesional en áreas con 10, 20 y 30 años de abandono. Las especies con mayor presencia en las áreas con restauración pasiva fueron *Vachellia farnesiana*, *Diospyros texana* y *Prosopis laevigata*, siendo *V. farnesiana* la única especie presente en los tres estadíos sucesionales así como en el área de referencia. Se observó una relación directa entre la riqueza de especies y el tiempo que tienen de abandono los sitios, en cualquier caso se encontró un significativo mayor número de especies presentes en el ecosistema de referencia comparado con los 3 estadíos sucesionales estudiados ( $F=28.1$ ,  $P<0.001$ ). El mismo efecto fue encontrado en dos índices de biodiversidad con valores altos de los índices de Shannon ( $F=21.9$ ,  $P<0.001$ ) y Margalef ( $F=46.3$ ,  $P<0.001$ ). para el estudio realizado en el estadío sucesional de 30 años de abandono se registró un total de 9 familias, 11 géneros y 12 especies donde *V. farnesiana* y *P. laevigata* fueron las especies con los valores mas altos en abundancia, dominancia, y frecuencia en el área de estudio, contando con valores IVI de 45.12 y 12.67 respectivamente. De acuerdo al patrón de abundancia relativa se observa que la especie más abundante en el estadío sucesional de 30 años de abandono es *V. farnesiana*, la cual contiene alrededor de un 60% del total

de los individuos presentes en el área de estudio.

## SUMARY

Shrubland is the most abundant and historically the most used ecosystem in arid and semiarid zones of México. Through history it has been affected by anthropogenic activities, and so has suffer from a continuous deforestation to establish zones for different purposes. Between 1993 and 2002, shrubland suffered a loss of 953,000 Ha for change in soil usage, making it the second most affected ecosystem in México after to the rainforest. Livestock activities in México take 110 million Ha approximately equal to 56% if the Mexican territory. Particularly, in Nuevo Leon state the livestock activities take approximately 80% of the territory. In order to evaluate the passive regeneration after the livestock activities in the MET, sample sites were established in three different successional phases with a time difference of 10 years and the regeneration of these three phases was compared to a reference pristine area. The research is focused to know the successional trajectory in areas with 10, 20 and 30 years of abandon. The species with most presence in the areas with passive restoration where *Vachellia farnesiana*, *Diospyros texana* and *Prosopis laevigata*, being *V. farnesiana* the only species present in the three successional phases and in the reference area. A direct relationship between the species richness and the time of abandon in the sites was observed. In any case a significantly major number of species was found in the reference ecosystem compared with the three studied sites. ( $F=28.1$ ,  $P<0.001$ ). The same effect was found in two biodiversity indexes with high values of Shannon indexes ( $F=21.9$ ,  $P<0.001$ ) and Margalef ( $F=46.3$ ,  $P<0.001$ ). For the study in the successional phase having 30 abandon years a total of 9 families, 11 genera and 12 species were registered, where *V. farnesiana* and *P. laevigata* where the the species with the highest values of abundance, dominance and frequency in the study area having IVI values of 45.12 y 12.67 respectively. According to the pattern of relative abundance in the successional phase having 30 abandon years, *V. farnesiana* contains about 60% if the individual present in the study area.

## Índice

<b>I.- Introducción general .....</b>	<b>01</b>
<b>II. - POST-GRAZING SECONDARY SUCCESSION DYNAMICS OF A TAMAULIPIAN THORNSCRUB .....</b>	<b>07</b>
<b>III.- ANÁLISIS DE LA RESTAURACIÓN PASIVA POST-PECUARIA EN EL MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO DEL NORESTE DE MEXICO CON 30 AÑOS DE ABANDONO .....</b>	<b>23</b>
<b>IV.- Conclusiones Generales .....</b>	<b>41</b>
<b>Literatura Citada .....</b>	<b>43</b>
<b>Anexo Fotográfico .....</b>	<b>48</b>

## **Capítulo I.- Introducción general**

La Trayectoria sucesional después de un abandono bajo condiciones semi-áridas siguen siendo poco comprendidas. En áreas áridas y semi-áridas, la lluvia y el agua disponible en el suelo para las plantas ha sido descrita como una de los factores más decisivos en la productividad y la heterogeneidad en la distribución y formas de vida en las plantas (Noy-Meir, 1973; Zohary, 1973). Bajo estas condiciones medioambientales, la cobertura vegetal tiende a ser baja y escasa (Schelesinger et al., 1990), y se esperan que las interacciones interespecíficas jueguen un papel importante en estos ecosistemas, su intensidad varía en relación directa con el aumento de las condiciones de estrés: la competencia disminuye a medida que aumenta la facilitación (Berntness and Callaway, 1994).

Algunos comentarios sobre la teoría general de la sucesión vegetal (Van Andel et al., 1993; McCook, 1994) propusieron que los estudios regionales juegan un papel importante en la determinación de la importancia relativa de los mecanismos de sucesión que pueden surgir bajo diferentes condiciones medioambientales como ya se había señalado. Después de disturbios, como pastoreo, ganadería, o agricultura, el bosque continua un proceso de regeneración caracterizado por los cambios en la composición florística original y la estructura de edad de las especies presentes

En una escala regional, el matorral espinoso tamaulipeco utilizado en la producción ganadera, afecta la regeneración natural del ecosistema. Actualmente existen escasas investigaciones sobre la estructura de la vegetación leñosa resultante de la sucesión secundaria, como las de Alanís et al. (2008), Jiménez et al. (2009) González et al. (2010) y Jiménez et al. (2012, 2013) y ninguna de ellas evalúa la trayectoria sucesional después de un abandono.

Debido al intenso cambio de uso de suelo y las escasas investigaciones realizadas en estos ecosistemas, es importante desarrollar estudios dinámicos de la comunidades, ya que proveen bases documentales para poder establecer de

manera objetiva, cuál es la relación gestión-impacto, y cuál la dirección del desarrollo sucesional de las distintas asociaciones vegetales (García y Jurado, 2008).

El sector pecuario representa el 5% del Producto Interno Bruto en el mundo, cerca del 29% de la superficie terrestre está ocupada por pastizales permanentes o bien por cultivos forrajeros utilizados para criar ganado (Fresco, 2005). En México, la ganadería es la actividad productiva más común en el medio rural, se realiza, sin excepción, en todas las regiones ecológicas del país y aún en condiciones climáticas adversas (SAGARPA, 2006)

La actividad ganadera en México, ocupa 110 millones de hectáreas lo que equivale a alrededor de un 56% del territorio nacional (SAGARPA, 2006). Particularmente, el estado de Nuevo León cuenta con una superficie ganadera que asciende a un poco más de 5.5 millones de hectáreas (86% de la superficie estatal), de las cuales el 90% son de agostadero y el 10% restante de praderas (SAGARPA, 2009).

El matorral es el ecosistema más abundante e históricamente más utilizado en las zonas áridas y semiáridas de México (García y Jurado, 2008). Entre los años 1993 al 2002 el matorral sufrió una pérdida de 953 mil ha por cambio de uso de suelo, siendo el segundo ecosistema más afectado en México después de las selvas y actualmente se ha observado un incremento en el cambio de uso de suelo para el establecimiento de zonas urbanas (SEMARNAT, 2006).

Las áreas destinadas a la ganadería son utilizadas durante un cierto tiempo y abandonadas cuando bajan su productividad. Estas áreas, pueden regenerarse naturalmente (restauración pasiva), aunque se desconoce cómo serán las comunidades vegetales resultantes. Actualmente existen escasas investigaciones sobre la estructura de la vegetación leñosa, como las de Alanís et al. (2008, 2013), Jiménez et al. (2009) González et al. (2010) Jiménez et al. (2012,2013), Pequeño

et al. (2013), Mora et al. (2013) quienes evaluaron diversas áreas con historial de uso productivo pero sin profundizar en la actividad pecuaria. Por ello, es importante desarrollar un análisis sobre la estructura y regeneración de las especies leñosas en áreas en las que se ha dejado de criar ganado.

## **Objetivos y Estructura de la Tesis**

La presente investigación tiene dos objetivos principales:

1. Analizar las variables de densidad, área basal, área de copa, altura total, altura del 20% de los individuos mas altos (estrato alto) la riqueza específica y diversidad (índice de Shannon) de la vegetación leñosa en relación a los tres estadios sucesionales (10, 20, 30 años de regeneración) post-pecuaria, para conocer la tendencia de esta comunidad y su capacidad de regeneración.
2. Caracterizar la regeneración natural de la vegetación leñosa (>3cm de diámetro) 30 años después de la actividad pecuaria en el matorral espinoso tamaulipeco (MET).

El presente trabajo de tesis está estructurado en dos capítulos, los cuales se describen a continuación

Capítulo I: **Post-grazing secondary succesion dynamics of a tamaulipan thornscrub.** En esta investigación se evaluó la regeneración pasiva post- pecuaria en el MET con el objetivo de conocer su diversidad y capacidad de regeneración en tres estadios sucesionales comparando con un área de referencia.

Capítulo II: **Ánalisis de la restauración pasiva post-pecuaria en el Matorral Espinoso Tamaulipeco del noreste de México con 30 años de abandono.** En este capítulo se analiza la diversidad, riqueza y frecuencia de las especies

presentes en un sitio con 30 años de abandono de todos los individuos leñosos mayores de >3cm de diámetro con el objetivo de conocer cual es la especie mayormente presente en el mismo y el estado de regeneración del sitio.

## LITERATURA CITADA

ALANÍS, E., JIMÉNEZ, J., AGUIRRE, O.A., TREVIÑO, E., JURADO, E. Y GONZÁLEZ, M.A. 2008. Efecto del uso del suelo en la fitodiversidad del matorral espinoso tamaulipeco. *Revista Ciencia UANL*, 11(1): 56-62.

ALANÍS, E., JIMÉNEZ, J., GONZÁLEZ, M.A., YERANA J.I., CUELLAR, L.G., MORA-OLIVO, A. 2013. Análisis de la vegetación secundaria del matorral espinoso tamaulipeco, México. *Pyton International Journal of Experimental Botany*. 82:185-192.

BERTNESS, M.D., CALLAWAY, R.M. 1994. Positive interactions in communities. *Trends in Ecology and Evolution* 9, 191–193.

FRESCO, L. O., 2005 Ciencia y la revolución pecuaria. *Revista Enfoques FAO* (en <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0511sp1.htm>)

GARCÍA, J. Y JURADO, E., 2008. Caracterización del matorral con condiciones prístinas en Linares N. L., México. *Ra Ximhai*, 4(1): 1-21.

GONZÁLEZ, H., RAMÍREZ, R., CANTÚ, I., GÓMEZ, M. Y UVALLE, J. 2010. Composición y Estructura de la vegetación en tres sitios del estado de Nuevo León, México. *Polibotánica*, 29: 91-106.

JIMÉNEZ, J., ALANÍS, E., AGUIRRE, O., PANDO, M. AND M.A. GONZÁLEZ. 2009. Análisis sobre el efecto del uso del suelo en la diversidad estructural del matorral espinoso tamaulipeco. *Madera y Bosques* 15(3):5-20.

JIMÉNEZ, J., ALANÍS, E., GONZÁLEZ, M.A., AGUIRRE, O.A., TREVIÑO, E.J. Y CANIZALES, P.A. 2013. Characterizing woody species regeneration in areas with different land history tenure in the tamaulipan thornscrub, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, In press.

JIMÉNEZ, J., ALANÍS, E., RUIZ, J., GONZÁLEZ, M., YERENA, J. Y ALANÍS, G. 2012. Diversidad de la regeneración leñosa del matorral espinoso tamaulipeco con historial agrícola en el noreste de México. *Revista Ciencia UANL*, Año 15, 58: 66-71.

McCOOK, L.J. 1994. Understanding ecological community succession: causal models and theories, a review. *Vegetatio* 110, 115–147.

MORA, C.A., JIMÉNEZ, J., ALANÍS, E., RUBIO, E.A., YERENA, J.I., GONZÁLEZ, M.A. 2013. Efecto de la ganadería en la composición y diversidad arbórea y arbustiva del matorral espinoso tamaulipeco. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 17(4):124-137.

NOY-MEIR, I. 1973. Desert ecosystems: environment and producers. Annual Review of Ecology and Systematics 4, 25–52.

PEQUEÑO-LEDEZMA, M.A., ALANÍS-RODRÍGUEZ, E., JIMÉNEZ-PÉREZ, J., GONZÁLEZ-TAGLE, M.A., YERENA-YAMALLEL, J.I., CUELLAR-RODRÍGUEZ, L.G., MORA-OLIVO, A. 2012. Análisis de la restauración pasiva post-pecuaria en el matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México. *Ciencia UAT*. 24(2):48-53.

SAGARPA 2006. Programa sectorial de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación 2001-2006. 26.

SAGARPA 2009. Nuevo León: Agenda de innovación agroindustrial. 30.

SCHELESINGER, W.H., REYNOLDS, J.F., CUNNINGHAM, G.L., HUENNEKE, L.F., JARRELL, W.M., VIRGINIA, R.A., WHITFORD, W.G. 1990. Biological feedbacks in global desertification. *Science* 247, 1043–1048.

SEMARNAT 2006. El Medio Ambiente en México 2005: en resumen. México. 91.

VAN ANDEL, J., BAKKER, J.P., GROOTJANS, A.P. 1993. Mechanisms of vegetation succession: a review of concepts and perspectives. *Acta Botánica Neerlandica* 42, 413–433.

ZOHARY, M. 1973. Geobotanical Foundations of the Middle East, 2 Vols. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart, Germany.

## Capítulo I.

# POST-GRAZING SECONDARY SUCESION DYNAMICS OF A TAMAULIPIAN THORNSCRUB

**En prensa.**

### **RESUMEN:**

La Trayectoria sucesional después de un abandono bajo condiciones semi-áridas siguen siendo poco comprendidas. En áreas áridas y semi-áridas, la lluvia y el agua disponible en el suelo para las plantas ha sido descrita como una de los factores más decisivos en la productividad y la heterogeneidad en la distribución y formas de vida en las plantas. (Noy-Meir, 1973; Zohary, 1973). En una escala regional, el matorral espinoso tamaulipeco utilizado en la producción ganadera, afecta la regeneración natural en algunas de las especies, resultado de esto es una sucesión secundaria del ecosistema. El resultado de esta investigación pone de manifiesto que las áreas con regeneración pasiva post-pecuaria del matorral espinoso tamaulipeco ubicadas en el municipio de Linares, Nuevo León, están constituidas predominantemente por la familia Fabaceae y a su vez por el género *Prosopis* sp. En total en los 3 estadíos sucesionales fue registrada la presencia de 16 familias, 23 géneros, y 27 especies de las cuales, las especies con mayor valores de abundancia fueron *Vachellia farnesiana*, *Diospyros texana* y *Prosopis laevigata*, siendo *V. farnesiana* la única especie presente en los tres estadíos sucesionales así como en el área de referencia. Se observó una relación directa entre la riqueza de especies y el tiempo de abandono de las áreas de estudio, en cualquier caso se encuentra un mayor número de especies leñosas en el área de referencia comparado con cualquiera de las 3 áreas de estudio.

### **SUMMARY:**

Succesional trayctory after an abandon under semi arid conditions is still not well understood. In arid and semi arid zones, rain and water available in the soil for plants has been described as one of the most decisive factors in the productivity

and heterogeneity in the distribution and living forms of the plants (Noy-Meir, 1973; Zohary, 1973). In a regional scale, Tamaulipas shrubland used in livestock production affects natural regeneration in some of the species, as a result there is a secondary succession in the ecosystem. The results of this research manifests that the areas with passive regeneration after livestock use in Linares municipality are conformed predominantly the Fabaceae family and the *Prosopis* sp Genera. In total, 16 families, 23 genera and 27 species were registered in the successional estate, where the most abundant species were *Vachellia farnesiana*, *Diospyros texana* and *Prosopis laevigata*, being *V. farnesiana* the only one present in the three states and in the reference area. A direct relationship between the species richness and abandon time was observed in the study areas. In any case, a major number of timber species was found in the reference area compares with the other three studied areas.

## **INTRODUCTION:**

Successional trajectories of plant communities after land abandonment under semi-arid conditions are still little understood. In arid and semi-arid lands, rainfall and soil water availability for plants has been described as one of the most decisive factors controlling productivity and heterogeneity in plant distribution and life-forms (Noy-Meir, 1973; Zohary, 1973). Under these environmental conditions, vegetation cover tends to be low and sparse (Schlesinger et al., 1990), and interspecific interactions are expected to play an important role in these ecosystems. The intensity of these interactions directly varies with the increase of stressful conditions (Bertness and Callaway, 1994).

Some reviews on the general theory of vegetation succession (Van Andel et al., 1993; McCook, 1994) have proposed that regional studies play an important role in the determination of the relative importance of succession mechanisms that can emerge under different environmental conditions. After disturbances, such as logging, grazing, or farming, forests follow a revegetation process characterized by

changes in the original floristic composition and the age structure of the species that persist.

On a regional scale, Tamaulipan thornscrub utilization for grazing, affect the natural regeneration of some of the species resulting in a secondary succession of the ecosystem. Currently, there are few publications about the structure of the regenerated woody species resulting from secondary succession (Alanís *et al.*, 2008, Jiménez *et al.*, 2009, González *et al.*, 2010, Jiménez *et al.*, 2012, 2013) and none of them studied the successional trajectories after land abandonment.

Due to the intense change of soil use and the few investigations performed in these ecosystems, it is important to develop studies on the dynamics of these communities, as they will provide scientific basis to establish objectively the relationship between land use and management and the impact and trajectories of succession of the plant component of the ecosystem (García and Jurado, 2008).

## OBJECTIVES

To analyze the variables of density, basal area, canopy area, total height, height of the 20 % of the tallest individuals (high strata), specific richness and diversity (Shannon Index) of the tree and woody vegetation in relation to three successional phases (10, 20 and 30 years of regeneration) post-grazing, in order to evaluate the trend of this community and its regeneration capacity.

The main objective of this study is to establish successional trajectories of a grazed Tamaulipan thornscrub after abandonment, and to assess the recovery rates of key community variables.

## MATERIALS AND METHODS

### *Study area*

The study area was located in Linares, Nuevo Leon (Northeastern México); 25°09' - 24° 33'N and 99° 54' - 99° 07' W (Figure 1) with an average altitude of 350

m.a.s.l. and main soil type corresponds to vertisol (Foroughbakhch and Heiseke, 1990).

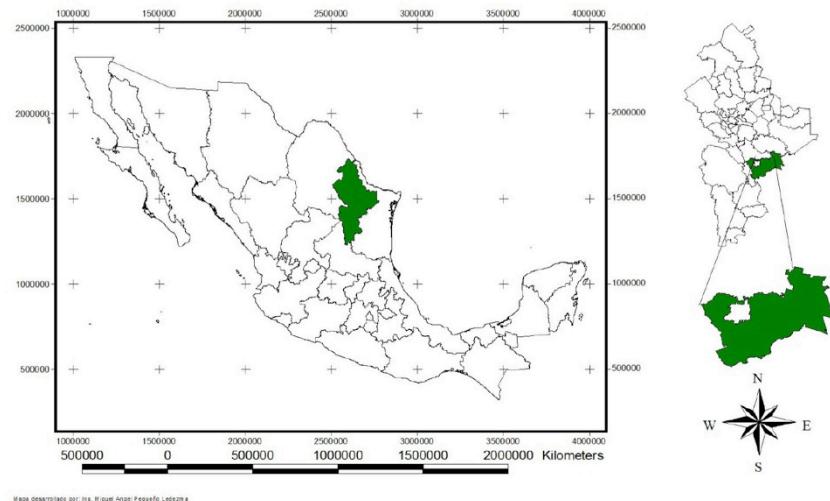


Figure 1. Location of the study site.

We selected three different areas that historically were used for grazing as well as one reference undisturbed area. The natural vegetation of the three grazed areas was removed with heavy machinery for pasture establishment (*Pennisetum ciliare*) for cattle. Grazing was excluded from these areas 10, 20 and 30 years before the start of the study and allowed for secondary succession. The reference area presented a mature vegetation of Tamaulipan Spiny Shrubland without records of disturbances or changes in its land use. The four areas had similar geographic conditions (Table 1) and differ on time since abandonment.

Table 1. General characteristics of the four experimental areas. S10, S20 and S30 represent the sites with 10, 20 and 30 years of grazing exclusion, respectively.

Characteristics	S10	S20	S30	Reference
Latitude (N)	25°36'10''	25°35'59''	25°36'23''	24°46'56''
Longitude (W)	100°20'57''	100°20'41''	100°21'19''	99°31'30''
Elevation (m.a.s.n.l.)	411	392	350	367

Four sampling square plots (40 x 40 m) were randomly established within each experimental area to evaluate the regeneration of the woody vegetation (basal diameter at 10 cm above ground level -  $d_{0.10} \geq 1\text{cm}$ ). This square form was selected due to its feasibility to measure dense vegetation (Canizales *et al.*, 2009).

### *Sampling methods*

All individuals of the woody species were recorded within each site, measuring the morphological variables of total height ( $h$ ), diameter ( $d_{0.10}$ ) and projected canopy (in two axes, north-south and east-west). Diameter measurement was carried out 0.10 m above the base of the soil, which represents a standard measurement for woody species regeneration of the Tamaulipan thornscrub (REF). This measurement ( $d_{0.10} \geq 1\text{cm}$ ) is also useful to have a better representativity of species. To analyze the height, 20 % of the highest individuals were selected and the mean height was estimated (Kramer y Akça, 1995).

### *Analysis*

We analyzed the relative abundance, dominance, importance value index and height of largest individuals of woody species. The absolute abundance is  $A_i=N_i/S$ , where  $A_i$  is the absolute abundance of species  $i$ ,  $N_i$  is the number of individuals of species  $i$ , and  $S$  the surface of the sampling plot. The relative abundance of species was calculated using the equation:  $Ar_i = (A_i/\sum A_i) * 100$ , where  $Ar_i$  is the relative abundance of species  $i$  and  $\sum A_i$  is the total abundance of species (Jiménez *et al.*, 2009). To estimate dominance, the basal area for each individual was calculated. The absolute dominance is  $D_i=Ab_i/S$ , where  $D_i$  is the absolute dominance of species  $i$ ,  $Ab_i$  is the basal area of species  $i$ , and  $S$  the surface of the sampling plot. The relative dominance was calculated using the equations  $Dr_i=(D_i/\sum D_i) * 100$ , where  $Dr_i$  is the relative dominance of species  $i$ , and  $\sum D_i$  is the total dominance of species. Finally, the relative frequency is  $Fr_i=(F_i/\sum F_i) * 100$ , where  $Fr_i$  is the relative frequency of species  $i$ ,  $F_i$  is the number of sites where the species  $i$  is present and  $\sum F_i$  is the total frequency of all species (Edwards & Webb, 1993; Mostacedo and Fredericksen, 2000).

The importance value index (IVI) was calculated as follows:  $IVI = Ar_i + Dr_i + Fr_i$  (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974). Species richness (S) was determined as the total number of species for each site. Diversity was calculated for each site (Shannon, 1948) as:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i * \ln(p_i)$$

$$p_i = n_i / N$$

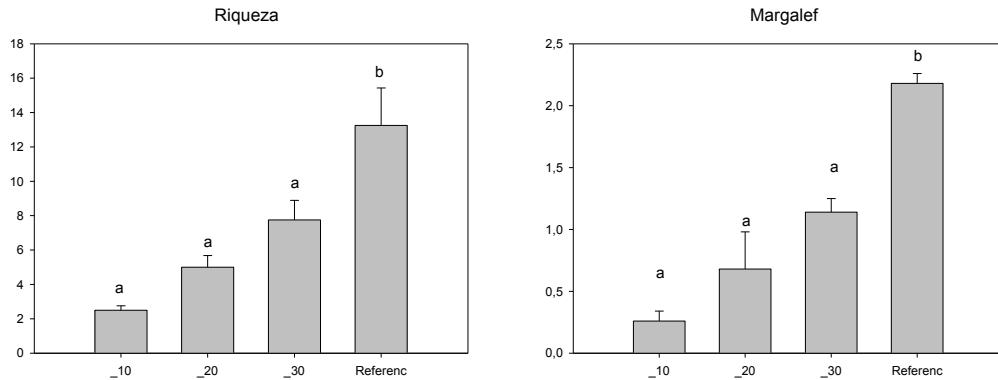
where  $H'$  is the Shannon index of diversity,  $\ln$  is the natural logarithm,  $p_i$  is the proportion of the species in the site,  $n_i$  is the number of individuals of species  $i$  and  $N$  is the total number of individuals.

To evaluate the effect of the time since abandonment, we conducted analysis of variance (ANOVA;  $P < 0.05$ ). If differences are found then a multiple comparisons with the Tukey and Games Howell tests were conducted. All analyzes were conducted using the SPSS program version 15.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

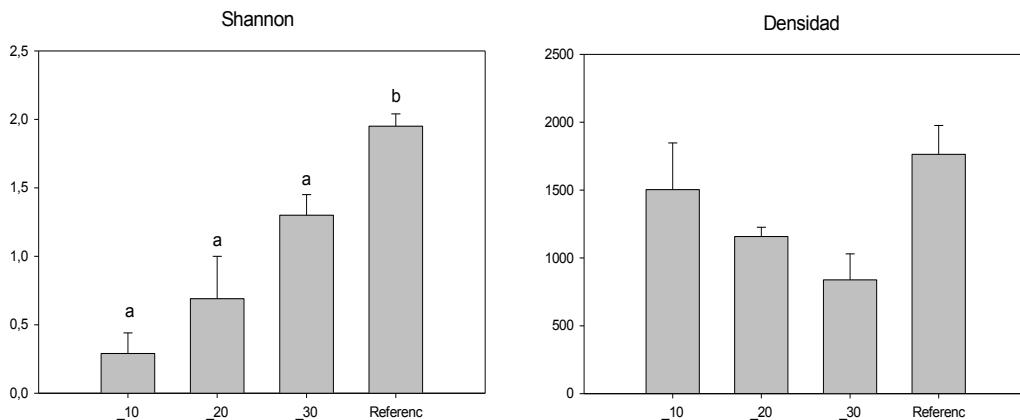
## Results

In total, 16 families, 23 genera, and 27 species were registered (Annex 1). The species with higher abundance values were *Vachellia farnesiana*, *Diospyros texana* and *Prosopis laevigata*, being *V. farnesiana* the only species present in the three successional states as well as in the reference area.

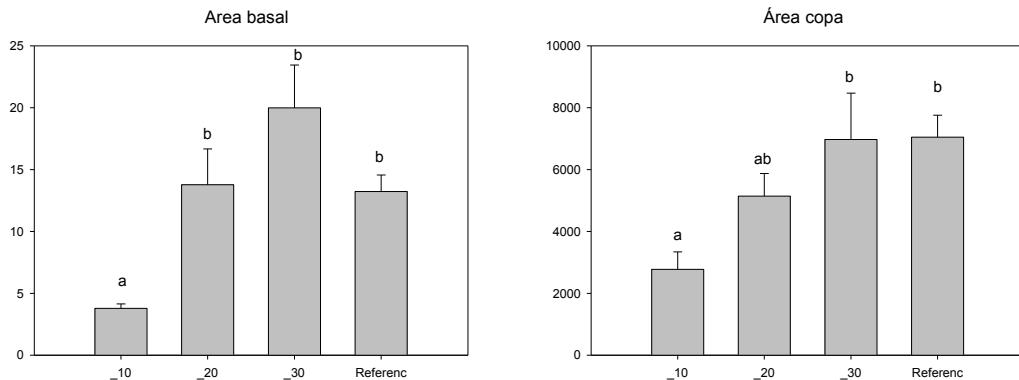
We observed a direct relationships between species richness and time since abandonment showing, in any case, significantly higher number of woody plant species in the reference ecosystem than in the three grazed ones ( $F=28.1$ ,  $P<0.001$ ). The same effect was found in the two biodiversity indexes, with higher values of the Shannon ( $F=21.9$ ,  $P<0.001$ ) and Margalef ( $F=46.3$ ,  $P<0.001$  variances not homogeneous) indexes in the ever grazed than in any of the grazed ones sites.



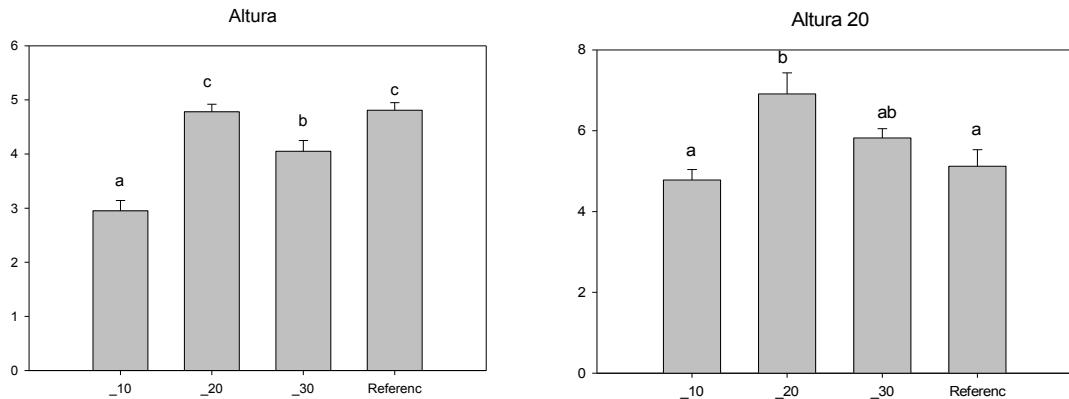
On the other hand, density values showed a not significant decreasing trend with the time since grazing stopped with a 45% reduction in the number of woody individuals in the 30-yr site in relation to the 10-yr site. However, the highest values in density were found in the reference site.



Both basal area and projected cover were significantly lower in the youngest ecosystem. The greatest differences were found between 10-yr and 30-yr for basal area (more than 5 times higher;  $F=7.99$ ,  $P=0.003$ ) and 10-yr and the reference for canopy cover (2.5 times higher;  $F=4.48$ ,  $P=0.025$ ). However, canopy closure and overlapping were not reached in any ecosystem (values lower than  $10.000 \text{ m}^2$ ).



The average height of the plants 20 years after abandonment reached the same value than in the reference and was significantly higher than in the 30-yr site ( $F=26.8$ ,  $P<0.001$ ). The youngest site showed an average height ca. 2 m lower than in the reference system.



## DISCUSSION

The high representation of the family Fabaceae agrees with several studies carried out in the Tamaulipan thornscrub (e.g. González *et al.* (1997), Estrada and Jurado (2005), Espinoza and Návar (2005), Jiménez *et al.* (2009), González *et al.* (2010) and Molina *et al.* (2013)). The large number of individuals from this family in areas with relatively young secondary vegetation can be related with diverse factors, such as scarce availability of nutrients in the soil, intolerance to shade, and mechanisms related with reproduction (Estrada *et al.*, 2004; Estrada and Jurado, 2005). It has been suggested that the areas that have been stripped of their natural

plant cover and later subjected to agricultural and farm use, are likely to show low availability of nitrogen when they are abandoned (González *et al.* 1997; Jiménez *et al.* (2012a); therefore, species capable of fixing atmospheric nitrogen (a common trait in Fabaceae) are likely to be abundant. Fabaceae also have other adaptations that would likely make them abundant, such as small leaflets in compound leaves and the ability to be drought deciduous by losing the leaves during summer. They might also be abundant because endozoochory is the main dispersal mechanism in some of them and seeds are eaten by cattle and spread in droppings.

The vegetation composition of the site with 30 years of abandon was the most similar to the reference, as it is comprised by 12 species distributed in 11 genera and 9 families. These data represent half of the species, genera and families (22, 22 and 14 respectively) registered in the reference area. Total species richness uses to follow a humped-back model with time since abandonment but woody species shows an increase fitting a logarythmic model (Bonet and Pausas 2004). Our chronosequence includes a series of 30 years after abandonment and within this period we found a steady increase in woody species richness. This ecological indicator seems still far from the reference system.

With the resulting data from the three successional states and the reference ecosystem, it can be seen in its successional trajectory that according to the obtained values in abundance and dominance as well as the importance value index, the expected results for this studies are achieved. This due to the fact that the data show a recovering trend, which is closer to the reference ecosystem in the site with more years of abandon (30 years). In contrast, in the younger site relatively low values and scarce species presence are observed. This agrees with Mullier (1940) who mention that as soon as the soil can support a plant layer, the original vegetation appears scattered and scarcely.

Figure X represents the above-mentioned values relative to the reference ecosystem. Positive and negative figures indicate that the given ecosystem presented higher and lower values, respectively, than the reference in a given variable while values close to zero indicate no change. Several things arise from this figure. Firstly, the youngest ecosystem seems to be far from a complete

recovery as it shows all ecological values but density fair below the reference and the other systems. Secondly, diversity and structural variables follow different recovery rates. Twenty years after the cease of grazing the structure of ecosystem is quite similar to the reference ungrazed one but the diversity of woody plant species are still far from the reference. The dispersal mechanisms of the late-successional species that are by now lacking in the transitional stages of the ecosystem may be responsible of this slower recovery of the diversity indexes than the structural ones.

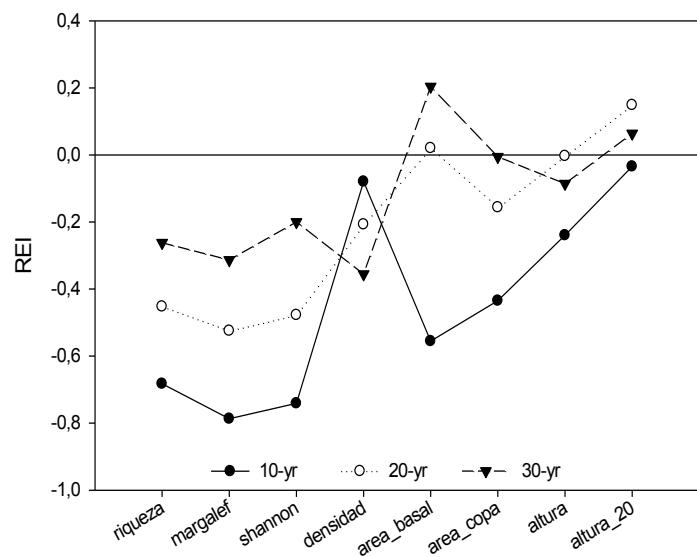


Figure X.

The results provide valuable information of the state of the natural regeneration of woody species locally. Nevertheless, it is important to continue with further research to evaluate the issue at the regional level in order to increase the knowledge about this ecosystem.

The use of this type of information has increased among scientists, technicians and managers of natural resources, and it serves as a starting point for correct decision making within rehabilitation and ecological restoration programs in the state of Nuevo Leon (González *et al.*, 2007; Alanís *et al.*, 2011).

## Conclusion

Passive restoration through grazing exclusion triggers the recovery of biodiversity and structure of the woody component of Mexican Tamaulipan thornscrub, although these two ecosystem services change at different rates, faster the structure and slower the diversity. Active restoration by non-aggressive techniques may represent a suitable action to faster the establishment of these late-successional species.

### Acknowledgment

The authors would like to thank the Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) for the grant awarded to the first author. Dr. R Domínguez helped with identification of the species. The study was partially supported by Programa de Mejoramiento al Profesorado (PROMEP/103.5/12/3585) y al Programa de Investigación Científica y Tecnológica (PAICYT).

Table 1. Absolute abundance (N/ha) of woody species in the three stages after grazing abandonment and the ungrazed system (mean and standard error).

Species by Families	Years since abandonment			REFERENCE
	10	20	30	
<b>Boraginaceae</b>				
<i>Cordia boissieri</i> A. DC.	0	20	19	186
<b>Cannabaceae</b>				
<i>Celtis pallida</i> Torr.	0	29	69	28
<b>Capparaceae</b>				
<i>Koeberlinia spinosa</i> Zucc.	0	0	38	0
<b>Ebenaceae</b>				
<i>Diospyros texana</i> Sheeles	0	0	181	427
<b>Euphorbiaceae</b>				
<i>Bernardia myricifolia</i> (Sheeles) Benth. & Hook. f.	0	0	0	2
<b>Fabaceae</b>				
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	0	0	0	48
<i>Mimosa monancistra</i> Benth.	0	2	0	0
<i>Parkinsonia texana</i> (A. Gray) S. Watson	0	0	125	31
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.	0	86	363	20
<i>Vachellia amentacea</i> DC.	27	0	31	328

<i>Vachellia farnesiana</i> (L) Willd.	1416	931	1838	9
<i>Vachellia rigidula</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	47	0	0	0
<b>Leguminosae</b>				
<i>Caesalpinia mexicana</i>	0	23	0	0
<i>Ebenopsis ebano</i> (Berland.) Barneby et J. W. Grimes	0	5	0	31
<i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britton & Rose	9	28		419
<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	0	0	81	0
<b>Liliaceae</b>				
<i>Yucca filifera</i> Chabaud	0	0	0	5
<b>Oleaceae</b>				
<i>Forestiera angustifolia</i> Torr.	0	17	0	8
<b>Rhamnaceae</b>				
<i>Condalia hookeri</i> M.C. Johnst.	0	0	0	50
<b>Rubiaceae</b>				
<i>Randia obcordata</i> S. Watson	0	5	0	0
<i>Randia rhagocarpa</i> Standl	0	0	0	3
<b>Rutaceae</b>				
<i>Helietta parvifolia</i> (A. Gray) Benth.	0	3	0	30
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L..) Sarg.	5	0	88	52
<b>Sapotaceae</b>				
<i>Sideroxylon celastrinum</i> (Kunth) T.D. Penn.	0	8	113	77
<b>Scrophulariaceae</b>				
<i>Leucophyllum frutescens</i> (Berland.) I.M. Johnst.	0	0	0	2
<b>Simaroubaceae</b>				
<i>Castela erecta</i> subsp. <i>texana</i> (Torr. & A. Gray) Cronquist	0	0	106	5
<b>Zygophyllaceae</b>				
<i>Guaiacum angustifolium</i> Engelm.	0	0	0	3

### Literature cited

ALANÍS, E., JIMÉNEZ, J., AGUIRRE, O.A., TREVIÑO, E., JURADO, E. Y GONZÁLEZ, M.A. 2008. Efecto del uso del suelo en la fitodiversidad del matorral espinoso tamaulipeco. Revista Ciencia UANL, 11(1): 56-62.

ALANÍS, E., JIMÉNEZ, J., VALDECANTOS, A., PANDO, M., AGUIRRE O.A. AND E.J. TREVIÑO. 2011. Caracterización de regeneración leñosa post-incendio de un ecosistema templado del Parque Ecológico Chipinque, México. Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente 17(1):31-39.

BERTNESS, M.D., CALLAWAY, R.M. 1994. Positive interactions in communities. *Trends in Ecology and Evolution* 9, 191–193.

CANIZALES, P. A., ALANÍS, E., ARANDA, R., MATA, J. M., JIMÉNEZ, J., ALANÍS, G., UVALLE, J. I. Y RUIZ, M.G. 2009. Caracterización estructural del matorral submontano de la Sierra Madre Oriental, Nuevo León, México. *Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 15(2): 115–120.

EDWARDS, P. E. AND N. WEBB. 1993. Large-scale ecology and conservation biology. Gran Bretaña. 1991 p.

ESPINOZA, R. B. AND J.J. NÁVAR. 2005. Producción de biomasa, diversidad y ecología de especies en un gradiente de productividad en el matorral espinoso tamaulipeco del nordeste de México. *Revista Chapingo Serie de Ciencias Forestales y del Ambiente* 11(1):25-31.

ESTRADA, E. AND E. JURADO. 2005. Leguminosas del norte del estado de Nuevo León, México. *Acta Botánica Mexicana* 73: 1-18.

ESTRADA, E.; YEN, C.; DELGADO, A. AND J.A. VILLARREAL. 2004. Leguminosas del centro del estado de Nuevo León, México. *Anales del Instituto de Biología Serie Botánica* 75(1):73-85.

FOROUGHBAKHCH, R. Y HEISEKE, D. 1990. Manejo silvícola del matorral: raleo, enriquecimiento y regeneración controlada. *Reporte científico, FCF-UANL* 19:1-41.

GARCÍA, J. Y JURADO, E., 2008. Caracterización del matorral con condiciones prístinas en Linares N. L., México. *Ra Ximhai*, 4(1): 1-21.

GONZÁLEZ, H., RAMÍREZ, R. G., CANTÚ I., GÓMEZ, M. AND J.I. UVALLE. 2010. Composición y estructura de la vegetación en tres sitios del estado de Nuevo León, México. *Polibotánica* 29: 91-106.

GONZÁLEZ, H., RAMÍREZ, R., CANTÚ, I., GÓMEZ, M. Y UVALLE, J. 2010. Composición y Estructura de la vegetación en tres sitios del estado de Nuevo León, México. *Polibotánica*, 29: 91-106.

GONZÁLEZ, M., TREVIÑO, E. AND E. JURADO. 1997. Diversidad florística de la vegetación secundaria en un área de matorral del noreste de México. *Journal International of Phytologia* 83(4):280-281.

GONZÁLEZ, M.A., SCHWENDENMANN, L., JIMÉNEZ, J. AND L. HIMMELSBACH. 2007. Reconstrucción del historial de incendios y estructura forestal en bosques mixtos de pino encino en la Sierra Madre Oriental. *Madera y Bosques* 13(2): 51-63.

JIMÉNEZ, J., ALANÍS, E., AGUIRRE, O., PANDO, M. AND M.A. GONZÁLEZ. 2009. Análisis sobre el efecto del uso del suelo en la diversidad estructural del matorral espinoso tamaulipeco. *Madera y Bosques* 15(3):5-20.

JIMÉNEZ, J., ALANÍS, E., AGUIRRE, O., PANDO, M. Y GONZÁLEZ, M.A. 2009. Análisis sobre el efecto del uso del suelo en la diversidad estructural del matorral espinoso tamaulipeco. *Revista Madera y Bosques*, 15(3):5-20.

JIMÉNEZ, J., ALANÍS, E., GONZÁLEZ, M.A., AGUIRRE, O.A., TREVIÑO, E.J. Y CANIZALES, P.A. 2013. Characterizing woody species regeneration in areas with different land history tenure in the tamaulipan thornscrub, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, In press.

JIMÉNEZ, J., ALANÍS, E., RUIZ, J., GONZÁLEZ, M., YERENA, J. Y ALANÍS, G. 2012. Diversidad de la regeneración leñosa del matorral espinoso tamaulipeco con historial agrícola en el noreste de México. *Revista Ciencia UANL*, Año 15, 58: 66-71.

JIMÉNEZ, J.; ALANÍS, E.; RUIZ, J.L.; GONZÁLEZ, M.A.; YERENA, J.I. AND G.J. ALANÍS. 2012a. Diversidad de la regeneración leñosa del matorral espinoso tamaulipeco con historial agrícola en el NE de México. Ciencia UANL 15(2):66-71.

KRAMER H.; AKÇA, A. 1995. Leitfaden zur Waldmeßlehre. J.D. Saurländer's Verlag. pp 145.

McCOOK, L.J. 1994. Understanding ecological community succession: causal models and theories, a review. *Vegetatio* 110, 115–147.

MOLINA, V. M.; M. PANDO, E. ALANÍS, P. A. CANIZALES, H. GONZÁLEZ, J. JIMÉNEZ. 2013. Composición y diversidad vegetal de dos sistemas de pastoreo en el matorral espinoso tamaulipeco del Noreste de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. In press.

MORA, C. A.; J. JIMENEZ, E. ALANIS, E.A. RUBIO, J.I. YERENA, M.A. GONZALEZ. 2013. Efecto de la ganadería en la composición y diversidad arbórea y arbustiva del matorral espinoso tamaulipeco. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. In press

MOSTACEDO B. AND T.S. FREDERICKSEN. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y análisis en Ecología Vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible. Santa Cruz de la Sierra Bolivia. 87 pp.

MULLER, C. H. 1940. Plant succession in the Larrea-Flourensia climax. *Ecology* 21:206-212.

MÜLLER-DOMBOIS D. AND H. ELLEMBERG. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons, New York, (EUA). 547 p.

NOY-MEIR, I. 1973. Desert ecosystems: environment and producers. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4, 25–52.

SCHELESINGER, W.H., REYNOLDS, J.F., CUNNINGHAM, G.L., HUENNEKE, L.F., JARRELL, W.M., VIRGINIA, R.A., WHITFORD, W.G. 1990. Biological feedbacks in global desertification. *Science* 247, 1043–1048.

SHANNON, C. E. 1948. A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27, 379-423 and 623-656.

VAN ANDEL, J., BAKKER, J.P., GROOTJANS, A.P. 1993. Mechanisms of vegetation succession: a review of concepts and perspectives. *Acta Botánica Neerlandica* 42, 413–433.

ZOHARY, M. 1973. Geobotanical Foundations of the Middle East, 2 Vols. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart, Germany.

# ANÁLISIS DE LA RESTAURACIÓN PASIVA POST-PECUARIA EN EL MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO DEL NORESTE DE MEXICO

## ABSTRACT

In Mexico, the terrestrial surface used for cattle breeding, is about 56% of the national territory. The thornscrub ecosystem has the widest distribution in Mexico and historically had been used for livestock purposes in arid and semiarid regions. To analyze the post-livestock passive restoration in Tamaulipan thornscrub of NE Mexico there were established four sampling sites of 40 x 40 m (1600 m<sup>2</sup>). All trees and shrubs  $\geq$  3 cm in diameter at 10 cm were measured. We used ecological indicators of abundance, dominance, frequency, importance value index, Margalef index and index of Shannon & Wiener. There were two dominant species (*Vachellia farnesiana* and *Prosopis glandulosa*) with 74% of absolute dominance, while the remaining 26% is divided among the remaining 10 species. There was an absolute abundance of 3050 individuals, where *Vachellia farnesiana* represents 60% of the total. According to the diameter distribution, we observed that all individuals of *Vachellia farnesiana*, 57% (168 individuals) were in the range of 0 to 10 cm in diameter, which indicates an active regeneration of the ecosystem.

Keywords: Tamaulipan thornscrub, density, abundance, Margalef, Shanon.

## RESUMEN

La superficie con actividad ganadera en México es alrededor de 56% del territorio nacional. El matorral es el ecosistema más distribuido e históricamente más utilizado para fines pecuarios en las zonas áridas y semiáridas de México. Para analizar la restauración pasiva post-pecuaria en el matorral espinoso tamaulipeco del NE de México se establecieron cuatro sitios de muestro de 40 x 40 m (1600 m<sup>2</sup>). En los sitios de muestreo se midieron todos los árboles y arbustos  $\geq 3$  cm de diámetro a 10 cm. Se utilizaron los indicadores ecológicos de abundancia, dominancia, frecuencia, índice de valor de importancia, índice de Margalef e índice de Shannon & Wiener. Se registraron dos especies dominantes (*Vachellia farnesiana* y *Prosopis glandulosa*) con el 74% de la dominancia absoluta, mientras el restante 26% está dividido entre las 10 especies restantes. Se registró una abundancia absoluta de 3050 individuos, donde *Vachellia farnesiana* representa el 60% del total. De acuerdo a la distribución diamétrica, se observó que de todos los individuos de *Vachellia farnesiana*, el 57% (168 individuos) se encuentran en el rango de 0 a 10 cm de diámetro, lo cual indica que se está regenerado activamente.

Palabras clave: matorral espinoso tamaulipeco, densidad, abundancia, Margalef, Shannon.

## INTRODUCCIÓN

El sector pecuario representa el 5% del Producto Interno Bruto en el mundo, cerca del 29% de la superficie terrestre está ocupada por pastizales permanentes o bien por cultivos forrajeros utilizados para criar ganado (Fresco, 2005). En México, la ganadería es la actividad productiva más común en el medio rural, se realiza, sin excepción, en todas las regiones ecológicas del país y aún en condiciones climáticas adversas (SAGARPA, 2006)

La actividad ganadera en México, ocupa 110 millones de hectáreas lo que equivale a alrededor de un 56% del territorio nacional (SAGARPA, 2006). Particularmente, el estado de Nuevo León cuenta con una superficie ganadera que asciende a un poco más de 5.5 millones de hectáreas (86% de la superficie estatal), de las cuales el 90% son de agostadero y el 10% restante de praderas (SAGARPA, 2009).

El matorral es el ecosistema más abundante e históricamente más utilizado en las zonas áridas y semiáridas de México (García y Jurado, 2008). A lo largo de la historia se ha visto afectado por actividades antropogénicas como la extracción de especies vegetales para diferentes usos (seto, combustible, textil, medicinal y alimenticio) (Estrada *et al.*, 2004; Rzedowski, 2006; García y Jurado, 2008). De la misma manera, ha sufrido una continua deforestación para establecer zonas de uso agrícola, industrial y urbano (Alanís *et al.*, 2008; Arriaga, 2009). Por otra parte, debido a que el uso ganadero es la práctica más frecuente, el efecto más notable

del pastoreo es la substitución paulatina de las plantas nativas (Rzedowski, 2006; García y Jurado, 2008). Entre los años 1993 al 2002 el matorral sufrió una pérdida de 953 mil ha por cambio de uso de suelo, siendo el segundo ecosistema más afectado en México después de las selvas y actualmente se ha observado un incremento en el cambio de uso de suelo para el establecimiento de zonas urbanas (SEMARNAT, 2006).

Las áreas destinadas a la ganadería son utilizadas durante un cierto tiempo y abandonadas cuando bajan su productividad. Estas áreas, pueden regenerarse naturalmente (restauración pasiva), aunque se desconoce cómo serán las comunidades vegetales resultantes. Actualmente existen escasas investigaciones sobre la estructura de la vegetación leñosa, como las de Alanís *et al.* (2008), Jiménez *et al.* (2009) González *et al.* (2010) y Jiménez *et al.* (2012a,b) quienes evaluaron diversas áreas con historial de uso productivo pero sin profundizar en la actividad pecuaria. Por ello, es importante desarrollar un análisis sobre la estructura y regeneración de las especies leñosas en áreas en las que se ha dejado de criar ganado.

El objetivo general de la presente investigación fue caracterizar la regeneración natural de la vegetación leñosa (>3cm de diámetro) 30 años después de la actividad pecuaria en el matorral espinoso tamaulipeco (MET).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El estudio se desarrolló en el municipio de Linares, N. L., (Noreste de México) situado entre las coordenadas  $25^{\circ}09'$  y  $24^{\circ} 33'$  de latitud norte, y  $99^{\circ} 54'$  y  $99^{\circ} 07'$  de longitud oeste (Figura 1), a una altitud promedio de 350 msnm. Los suelos de la zona corresponden a un típico vertisol de origen aluvio-coluvial, profundos y de color oscuro en la parte más plana y rendzina de origen lutita calichosa de profundidad mediana en los lomeríos (Foroughbakhch y Heiseke, 1990).

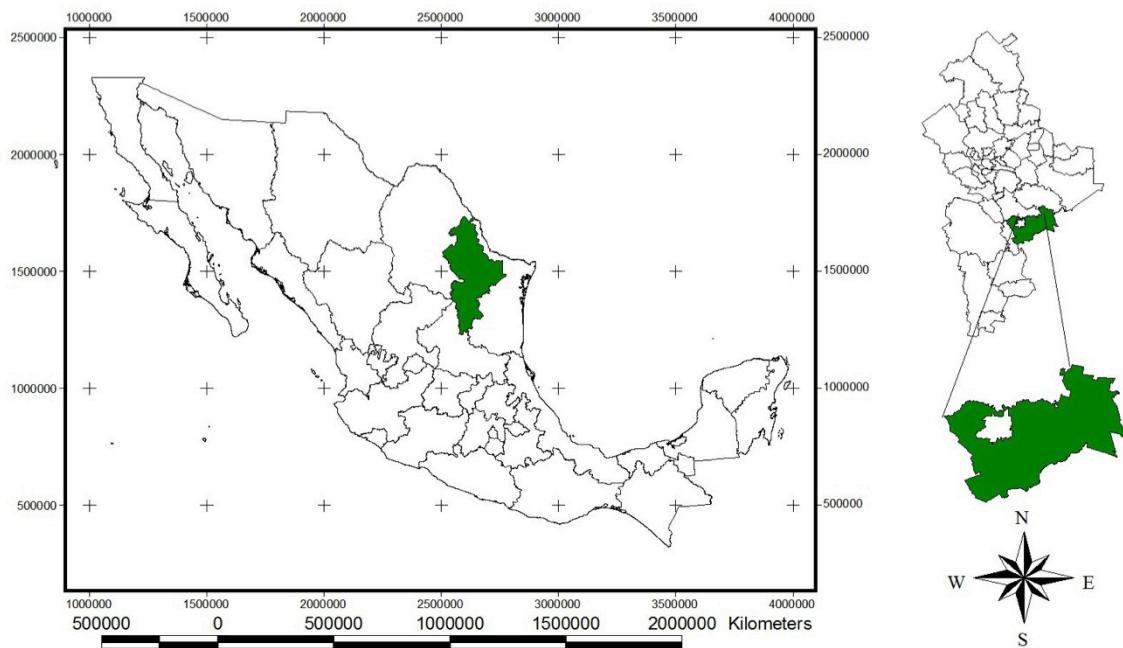


Imagen 1. Localización del área de estudio.

Image 1. Location of the study area.

### *Análisis de la vegetación*

Para analizar la regeneración del elemento leñoso, se seleccionó una superficie del MET con historial de uso pecuario. El área fue desmontada en la década de los setentas con maquinaria agrícola y posteriormente se sembró zacate buffel (*Pennisetum ciliare*). Posteriormente fue abandonada en el año 1982, después de ser utilizada para el pastoreo intensivo de ganado vacuno.

En el verano del año 2012 (30 años después de que se suspendiera la actividad pecuaria) se establecieron cuatro sitios de muestreo para evaluar la regeneración de la vegetación leñosa. Los sitios de muestreo fueron cuadros de 1600 m<sup>2</sup> (40 x 40 m). La forma cuadrada de los sitios se utilizó debido a su facilidad de delimitación y medición en vegetación densa (Canizales *et al.*, 2009). Los cuatro sitios son similares en sus características fisiográficas (altitud entre los 350 a 380 msnm, pendiente de < 3% y suelo de tipo vertisol).

En los sitios de muestreo se desarrolló un censo de las especies leñosas, las variables utilizadas fueron altura total (*h*), diámetro (*d<sub>0,10</sub>*) y el área de copa, la cual se obtuvo utilizando una cinta métrica midiendo el espacio ocupado por la copa en sentido norte-sur y este-oeste. La medición del diámetro se efectuó a 0,10 m sobre la base del suelo, ya que es una medida estándar empleada para la regeneración de las especies leñosas del MET. Se evaluaron los individuos con un diámetro  $d_{0,10} \geq 3\text{cm}$ , para obtener una mayor representatividad de las especies.

Para cumplir con los objetivos, se investigaron: 1) los parámetros ecológicos de abundancia (*AR<sub>i</sub>*), dominancia (*DR<sub>i</sub>*), frecuencia (*FR<sub>i</sub>*) relativas de cada variable.

Los resultados se utilizaron para obtener un valor ponderado a nivel de taxón denominado índice de valor de importancia (*IVI*) que adquiere valores porcentuales en una escala del 0 al 100.

2) la diversidad a mediante el índice de Shannon & Weiner.

#### *Análisis de la información*

Para evaluar el papel relativo de las especies en el ecosistema regenerado se utilizaron los indicadores ecológicos de abundancia, dominancia, frecuencia e índice de valor de importancia (Magurran, 2004). Para la estimación de la abundancia relativa se empleó la siguiente ecuación:

$$A_i = \frac{N_i}{S}$$

$$AR_i = \left( \frac{A_i}{\sum A_i} \right) * 100$$

$$i = 1, \dots, n$$

donde  $A_i$  es la abundancia absoluta,  $AR_i$  es la abundancia relativa de la especie  $i$  respecto a la abundancia total,  $N_i$  es el número de individuos de la especie  $i$ , y  $S$  la superficie de muestreo (ha).

La dominancia relativa se evaluó mediante:

$$D_i = \frac{Ab_i}{S(ha)}$$

$$DR_i = \left( \frac{D_i}{\sum D_i} \right) * 100$$

$$i = 1, \dots, n$$

donde  $D_i$  es la dominancia absoluta, donde  $DR_i$  es la dominancia relativa de la especie  $i$  respecto a la dominancia total,  $Ab$  el área de copa de la especie  $i$  y  $S$  la superficie muestreada (ha).

La frecuencia relativa se obtuvo con la siguiente ecuación:

$$F_i = P_i / NS$$

$$FR_i = \left( \frac{F_i}{\sum F_i} \right) * 100$$

$$i = 1, \dots, n$$

donde  $F_i$  es la frecuencia absoluta, donde  $FR_i$  es la frecuencia relativa de la especie  $i$  respecto a la frecuencia total,  $P_i$  es el número de sitios en la que está presente la especie  $i$  y  $NS$  el número total de sitios de muestreo. El índice de valor de importancia ( $IVI$ ) se define como:

$$IVI = \frac{AR_i + DR_i + FR_i}{3}$$

Para estimar la riqueza de especies se utilizó el índice de Margalef ( $D_{Mg}$ ) y para la diversidad alfa el índice de Shannon & Weiner ( $H'$ ) mediante las ecuaciones:

$$D_{Mg} = \frac{(s - 1)}{\ln(N)}$$

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i * \ln(p_i)$$

$$p_i = n_i / N$$

Donde  $s$  es el número de especies presentes,  $N$  es el número total de individuos y  $n_i$  es el número de individuos de la especie  $i$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron 9 familias, 11 géneros y 12 especies (Cuadro 1). *Vachellia farnesiana* y *Prosopis laevigata* fueron las especies con los valores más altos en abundancia, dominancia y frecuencia en el área de estudio. Esta información coincide con los resultados de Estrada *et al.* (2004) y de Jiménez *et al.* (2012a,b) quienes refieren que las áreas que han sufrido algún tipo de disturbio por la actividad antropogénica, en este caso el sobrepastoreo, tienden a reflejar una baja disponibilidad de nitrógeno, resultando en el establecimiento de especies con esta características en las primeras fases de sucesión ecológica. Siendo *Vachellia farnesiana* la especie con mayor peso ecológico en el ecosistema (Cuadro 2).

Nombre Científico	Nombre Común	Familia	Forma de Vida
<i>Castela erecta</i> subsp. <i>texana</i> (Torr. & A. Gray) Cronquist	Chaparro amargoso	Simaroubaceae	Arbustiva
<i>Celtis pallida</i> Torr.	Granjeno	Ulmaceae	Arbustiva
<i>Cordia boissieri</i> A. DC.	Anacahuita	Boraginaceae	Arbustiva
<i>Diospyros texana</i> Sheeble	Chapote blanco	Ebenaceae	Arbórea
<i>Koeberlinia spinosa</i> Zucc.	Corona de cristo	Coeberlineaceae	Arbustiva
<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	Retama	Caesalpiniaceae	Arbórea
<i>Parkinsonia texana</i> (A. Gray) S. Watson	Palo verde	Caesalpiniaceae	Arbustiva
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.	Mezquite	Mimosaceae	Arbórea
<i>Sideroxylon celastrinum</i> (Kunth) T.D. Penn.	Coma	Sapotaceae	Arbórea
<i>Vachellia rigidula</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	Gavia	Mimosaceae	Arbustiva
<i>Vachellia farnesiana</i> (L.) Wight & Arn.	Huizache	Mimosaceae	Arbustiva
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	Colima	Rutaceae	Arbustiva

Cuadro 1. Nombre científico, Común, Familia y Forma de vida de las especies leñosas presentes en el área de estudio.

Table 1. Scientific name, common, family and Form of life of the woody species present in the study area.

Nombre Científico	Abundancia		Dominancia		Frecuencia			IVI
	N/ha	rel	m <sup>2</sup> /ha	rel	Abs	rel		
<i>Vachellia farnesiana</i>	1838	60.25	4228.33	61.77	100.00	13.33	45.12	
<i>Prosopis laevigata</i>	363	11.89	875.95	12.80	100.00	13.33	12.67	
<i>Castela erecta texana</i>	106	3.48	373.76	5.46	75.00	10.00	6.31	
<i>Celtis pallida</i>	69	2.25	183.57	2.68	100.00	13.33	6.09	
<i>Diospyros texana</i>	181	5.94	126.41	1.85	75.00	10.00	5.93	
<i>Parkinsonia texana</i>	125	4.10	340.63	4.98	50.00	6.67	5.25	
<i>Zanthoxylum fagara</i>	88	2.87	169.24	2.47	75.00	10.00	5.11	
<i>Sideroxylon celastrinum</i>	113	3.69	116.25	1.70	50.00	6.67	4.02	
<i>Parkinsonia aculeata</i>	81	2.66	255.03	3.73	25.00	3.33	3.24	
<i>Cordia boissieri</i>	19	0.61	28.30	0.41	50.00	6.67	2.56	
<i>Vachellia rigidula</i>	31	1.02	96.62	1.41	25.00	3.33	1.92	
<i>Koeberlinia spinosa</i>	38	1.23	50.79	0.74	25.00	3.33	1.77	
	<b>3050</b>	<b>100.00</b>	<b>6844.87</b>	<b>100</b>	<b>750</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	

Cuadro 2. Abundancia (N/ha), dominancia (m<sup>2</sup>/ha), frecuencia e índice de Valor de Importancia de la regeneración de especies leñosas del matorral espinoso tamaulipeco.

Table 2. Abundance (N / ha), dominance (m<sup>2</sup>/ha), frequency and Importance Value Index of regeneration of woody species of Tamaulipan Thornscrub.

#### Indicadores ecológicos

De acuerdo con el patrón de abundancia relativa se observa que la especie más abundante en el MET es *Vachellia farnesiana*, la cual contiene alrededor de un 60% del total de los individuos registrados. Las especies dominantes son *Vachellia farnesiana* y *Prosopis laevigata*, que en conjunto presentan más del 70% de la cobertura total. Las especies con mayor frecuencia son *Vachellia farnesiana*,

*Prosopis laevigata* y *Celtis pallida* seguidas de *Castela erecta* sub sp. *texana*, *Diospyros texana* y *Zanthoxylum fagara*.

El 17% de las especies registradas concentran el 66% del valor de importancia ecológico del área. Alanís *et al.* (2008) y Jiménez *et al.* (2009) realizaron un estudio en cuatro áreas del MET bajo diversos usos antropogénicos y abandono durante 21 años encontrando que en el área con historial de uso agrícola las especies de la familia leguminosae son las predominantes, presumiblemente por el efecto del uso de suelo. Sin embargo, comparando los resultados de la presente investigación con los obtenidos por Alanís *et al.* (2008), Jiménez *et al.*, (2009) en ecosistemas bajo actividades pecuarias, de matarrasa y por García y Jurado (2008), en un ecosistema prístino, se identifican diferencias en los indicadores ecológicos y el valor de importancia, destacando únicamente *V. rigidula* en todas las áreas evaluadas.

#### *Patrón de abundancia relativa*

El patrón de la abundancia relativa en el área de estudio presenta un alto número de especies poco representadas, disminuyendo progresivamente hasta las que presentan un 4-8% de abundancia relativa, presentando una línea de tendencia logarítmica. (Figura 1).

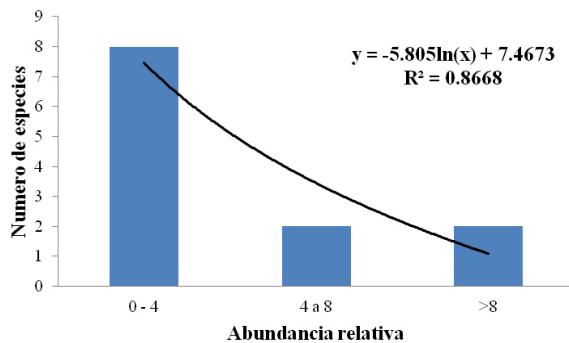


Figura 1. Patrón de la abundancia relativa de las especies en el área de estudio.  
 Figure 1. Pattern of relative abundance of species in the study area.

#### *Densidad de individuos por hectárea*

La figura 2 muestra la densidad de individuos por hectárea de acuerdo a las clases diamétricas registradas en el estudio. Se observa una línea de tendencia exponencial negativa en la densidad de individuos conforme aumenta el diámetro de los mismos, siendo la clase 0-10 cm de diámetro la que presentó valores superiores a los 300 N/ha. Lo anterior indica que existe un gran número de individuos en las clases diamétricas menores, mostrando que el sistema se encuentra en fases iniciales de la sucesión secundaria y que existe un estado de regeneración activo, en el cual se encuentran presentes gran cantidad de individuos de porte menor y un pequeño número de individuos con diámetros >20 cm. Esta información concuerda con Alanís *et al.* (2008) quienes caracterizaron la regeneración leñosa post-incendio de un ecosistema templado del noreste de México.

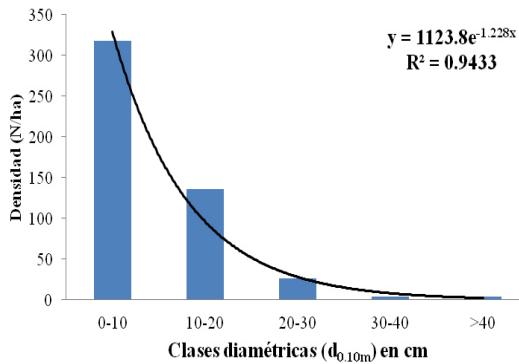


Figura 2. Densidad de individuos de acuerdo a clases diamétricas en el área de estudio.

Figure 2. Density of individuals according to diameter classes in the study area.

En la figura 3 se observa la densidad de individuos por hectárea de la especie *Vachellia farnesiana*, la cual es dominante en el área de estudio. Se aprecia que el 57% (168 individuos) se encuentran en el rango de 0 a 10 cm de diámetro, lo cual indica que esta especie se está regenerando activamente.

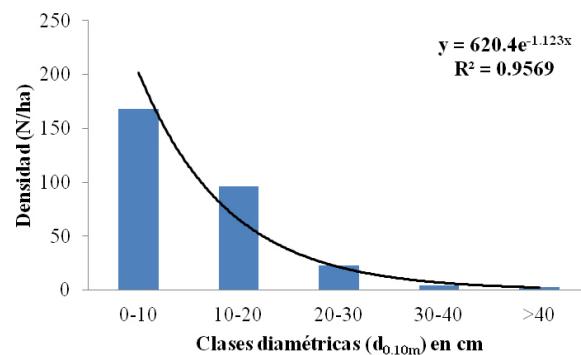


Figura 3. Densidad de individuos de acuerdo a clases diamétricas en el área de estudio para la especie *Vachellia farnesiana*.

Figure 3. Density of individuals according to diameter classes in the study area for the species *Vachellia farnesiana*.

El área evaluada mostró valores de riqueza  $D_{Mg}=1.40$  y de diversidad alfa de  $H'=1.27$ . Estos valores son bajos comparados con los de áreas con historial de uso silvícola y agrícola ya que Jiménez *et al.*, registraron valores de riqueza  $D_{Mg}=>2.17$  y de diversidad alfa de  $H'=>2.24$  así como Molina-Guerra *et al.* (2012) quienes a su vez estudiaron la composición y diversidad vegetal de dos sistemas de pastoreo en el MET del NE de México y obtuvieron valores de diversidad alfa  $H'=>2.22$  y  $2.11$ . Jiménez *et al.*, registró una diversidad alfa  $H'=1.11$  evaluando la regeneración de especies leñosas en el MET con historial de ganadería intensiva. Los valores de riqueza y diversidad obtenidos siguen siendo bajos comparados con los publicados por Jimenez *et al.* (2012a,b) quienes evaluaron la diversidad de la regeneración de especies leñosas del MET con historial agrícola en el NE de México y obtuvieron valores de riqueza  $D_{Mg}=2.17$  y de diversidad alfa de  $H'=2.27$ .

## CONCLUSIONES

Se destacan las siguientes conclusiones: 1) en el área con historial pecuario se registraron dos especies dominantes (*Vachellia farnesiana* y *Prosopis laevigata*) con el 74% de la dominancia absoluta; 2) existe alta presencia de individuos en las clases diamétricas menores, lo cual muestra un estado de regeneración activo y 3) el género con mayor peso ecológico fue *Vachellia* con un 46% de IVI. Esta investigación muestra que la vegetación leñosa del MET con historial de uso pecuario después de 30 años de abandono se regenera parcialmente, ya que presenta baja riqueza y diversidad de especies.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León por todas las facilidades otorgadas para el desarrollo de la investigación y a todas las personas que participaron activamente en las actividades de campo y análisis de datos. El proyecto fue financiado parcialmente por el proyecto PROMEP/103.5/12/3585.

## **REFERENCIAS**

- ALANÍS, E., JIMÉNEZ, J., AGUIRRE, O. A., TREVIÑO, E., JURADO, E. Y GONZÁLEZ, M. A., 2008. Efecto del uso del suelo en la fitodiversidad del matorral espinoso tamaulipeco. *Revista Ciencia UANL*, 11(1): 56-62.
- ARRIAGA, L., 2009. Implicaciones del cambio de uso de suelo en la biodiversidad de los matorrales xerófilos: un enfoque multiescalar. *Investigación ambiental*, 1(1): 6-16.
- CANIZALES, P. A., ALANÍS, E., ARANDA, R., MATA, J. M., JIMÉNEZ, J., ALANÍS, G., UVALLE, J. I. Y RUIZ, M. G., 2009. Caracterización estructural del matorral submontano de la Sierra Madre Oriental, Nuevo León, México. *Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 15(2): 115–120.
- ESTRADA, E., YEN, A. D. Y VILLARREAL, J., 2004. Leguminosas del centro del estado de Nuevo León, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 75: 73-85.
- FRESCO, L. O., 2005 Ciencia y la revolución pecuaria. *Revista Enfoques FAO* (en <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0511sp1.htm>)

FOROUGHBAKHCH, R. Y HEISEKE, D. 1990. Manejo silvícola del matorral: raleo, enriquecimiento y regeneración controlada. Reporte científico, FCF-UANL 19:1-41.

GARCÍA, J. Y JURADO, E., 2008. Caracterización del matorral con condiciones prístinas en Linares N. L., México. *Ra Ximhai*, 4(1): 1-21.

GONZÁLEZ, H., RAMÍREZ, R., CANTÚ, I., GÓMEZ, M. Y UVALLE, J. 2010. Composición y Estructura de la vegetación en tres sitios del estado de Nuevo León, México. *Polibotánica*, 29: 91-106.

JIMÉNEZ, J., ALANÍS, E., AGUIRRE, O., PANDO, M. Y GONZÁLEZ, M.A. 2009. Análisis sobre el efecto del uso del suelo en la diversidad estructural del matorral espinoso tamaulipeco. *Revista Madera y Bosques*, 15(3):5-20.

JIMÉNEZ, J., ALANÍS, E., GONZÁLEZ, M.A., AGUIRRE, O.A., TREVIÑO, E.J. Y CANIZALES, P.A. 2012A. Characterizing woody species regeneration in areas with different land history tenure in the tamaulipan thornscrub, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, In press.

JIMÉNEZ, J., ALANÍS, E., RUIZ, J., GONZÁLEZ, M., YERENA, J. Y ALANÍS, G. 2012B. Diversidad de la regeneración leñosa del matorral espinoso tamaulipeco con historial agrícola en el noreste de México. *Revista Ciencia UANL*, Año 15, 58: 66-71.

MAGURRAN, A. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Science Ltd. Blackwell Publishing Company. Oxford, UK, pp. 256.

MOLINA-GUERRA, V.M., PANDO-MORENO, M., ALANÍS-RODRÍGUEZ, E., CANIZALES-VELÁZQUEZ, P.A., GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, H. Y JIMÉNEZ-PÉREZ, J. 2012. Composición y diversidad vegetal de dos sistemas de pastoreo en el matorral espinoso tamaulipeco del Noreste de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, En prensa.

RZEDOWSKI, J. 2006. Vegetación de México. 1<sup>a</sup> Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504.

SAGARPA 2006. Programa sectorial de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación 2001-2006. 26.

SAGARPA 2009. Nuevo León: Agenda de innovación agroindustrial. 30.

SEMARNAT 2006. El Medio Ambiente en México 2005: en resumen. México. 91.

## CONCLUSIONES GENERALES

A manera de resumen de los capítulos anteriores, se presentan las conclusiones generales de los resultados obtenidos en este trabajo.

El resultado de esta investigación pone de manifiesto que las áreas con regeneración pasiva post-pecuaria del matorral espinoso tamaulipeco ubicadas en el municipio de Linares, Nuevo León, están constituidas predominantemente por la familia Fabaceae y a su vez por el género *Prosopis* sp. El alto número de individuos de esta familia en áreas relativamente jóvenes de vegetación secundaria puede estar relacionado con diversos factores, como la disponibilidad de nutrientes en el suelo, intolerancia a la sombra y mecanismos relacionados con reproducción.

En total en los 3 estadios sucesionales fue registrada la presencia de 16 familias, 23 géneros, y 27 especies de las cuales, las especies con mayor valores de abundancia fueron *Vachellia farnesiana*, *Diospyros texana* y *Prosopis laevigata*, siendo *V. farnesiana* la única especie presente en los tres estadios sucesionales así como en el área de referencia.

Se observa una relación directa entre la riqueza de especies y el tiempo de abandono de las áreas de estudio, en cualquier caso se encuentra un mayor número de especies leñosas en el área de referencia comparado con cualquiera de las 3 áreas de estudio.

A raíz de este estudio se concluye en primer plano que el ecosistema mas joven (10 años de abandono) parece estar muy alejado de una completa regeneración, y segundo, que aunque en el estadio de 20 años de abandono la estructura del ecosistema es muy parecida al ecosistema de referencia, la diversidad de especies leñosas siguen estando muy alejada comparado al área de referencia.

La composición vegetal del sitio con más de 30 años de abandono fue la mas similar comparando con el área de referencia, se registraron 12 especies distribuidas en 11 géneros y 9 familias, destacando *Vachellia farnesiana* como la especie con mayor peso ecológico en este ecosistema. Estos resultados representan la mitad de las especies, género y familias presentes en el área de referencia, (22, 22, y 14 respectivamente)

Según el patrón de abundancia relativa se observó que *Vachellia farnesiana* contiene alrededor de un 60% del total de los individuos registrados en el área de estudio. Las especies dominantes fueron *Vachellia farnesiana* y *Prosopis laevigata* con el 74% de la dominancia absoluta, así como *Vachellia farnesiana*, *Prosopis laevigata* y *Celtis pallida* seguidas de *Castela erecta sub sp. texana*, *Diospyros texana* y *Zanthoxylum fagara*. Son las especies con mayor frecuencia encontradas en el ecosistema.

En lo que respecta a la especie *Vachellia farnesiana*, la cual es dominante en el área de estudio, se encontró que alrededor del 57% de los individuos se encuentran en un rango de 0 a 10 cm de diámetro, lo cual indica que esta especie tiene una tendencia favorable de regeneración.

Con base en los resultados de esta investigación se recomienda la generación de investigaciones científicas encaminadas a conocer como regeneran las comunidades vegetales después de los impactos que generamos sobre ellos y desarrollar técnicas para que dichos impactos sean mínimos cuando se realicen diferentes tipos de actividades y con esto las prácticas ganaderas, o de agricultura afecten lo menos posible los recursos naturales y ecosistemas.

## LITERATURA CITADA

- ALANÍS, E., JIMÉNEZ, J., AGUIRRE, O.A., TREVIÑO, E., JURADO, E. Y GONZÁLEZ, M.A. 2008. Efecto del uso del suelo en la fitodiversidad del matorral espinoso tamaulipeco. *Revista Ciencia UANL*, 11(1): 56-62.
- ALANÍS, E., JIMÉNEZ, J., VALDECANTOS, A., PANDO, M., AGUIRRE O.A. AND E.J. TREVIÑO. 2011. Caracterización de regeneración leñosa post-incendio de un ecosistema templado del Parque Ecológico Chipinque, México. *Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 17(1):31-39.
- ARRIAGA, L., 2009. Implicaciones del cambio de uso de suelo en la biodiversidad de los matorrales xerófilos: un enfoque multiescalar. *Investigación ambiental*, 1(1): 6-16.
- BERTNESS, M.D., CALLAWAY, R.M. 1994. Positive interactions in communities. *Trends in Ecology and Evolution* 9, 191–193.
- CANIZALES, P. A., ALANÍS, E., ARANDA, R., MATA, J. M., JIMÉNEZ, J., ALANÍS, G., UVALLE, J. I. Y RUIZ, M.G. 2009. Caracterización estructural del matorral submontano de la Sierra Madre Oriental, Nuevo León, México. *Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 15(2): 115–120.
- EDWARDS, P. E. AND N. WEBB. 1993. *Large-scale ecology and conservation biology*. Gran Bretaña. 1991 p.
- ESPINOZA, R. B. AND J.J. NÁVAR. 2005. Producción de biomasa, diversidad y ecología de especies en un gradiente de productividad en el matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México. *Revista Chapingo Serie de Ciencias Forestales y del Ambiente* 11(1):25-31.
- ESTRADA, E. AND E. JURADO. 2005. Leguminosas del norte del estado de Nuevo León, México. *Acta Botánica Mexicana* 73: 1-18.

ESTRADA, E.; YEN, C.; DELGADO, A. AND J.A. VILLARREAL. 2004. Leguminosas del centro del estado de Nuevo León, México. *Anales del Instituto de Biología Serie Botánica* 75(1):73-85.

FOROUGHBAKHCH, R. Y HEISEKE, D. 1990. Manejo silvícola del matorral: raleo, enriquecimiento y regeneración controlada. *Reporte científico, FCF-UANL* 19:1-41.

FRESCO, L. O., 2005 Ciencia y la revolución pecuaria. *Revista Enfoques FAO* (en <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0511sp1.htm>)

GARCÍA, J. Y JURADO, E., 2008. Caracterización del matorral con condiciones prístinas en Linares N. L., México. *Ra Ximhai*, 4(1): 1-21.

GONZÁLEZ, H., RAMÍREZ, R. G., CANTÚ I., GÓMEZ, M. AND J.I. UVALLE. 2010. Composición y estructura de la vegetación en tres sitios del estado de Nuevo León, México. *Polibotánica* 29: 91-106.

GONZÁLEZ, M., TREVIÑO, E. AND E. JURADO. 1997. Diversidad florística de la vegetación secundaria en un área de matorral del noreste de México. *Journal International of Phytologia* 83(4):280-281.

GONZÁLEZ, M.A., SCHWENDENMANN, L., JIMÉNEZ, J. AND L. HIMMELSBACH. 2007. Reconstrucción del historial de incendios y estructura forestal en bosques mixtos de pino encino en la Sierra Madre Oriental. *Madera y Bosques* 13(2): 51-63.

JIMÉNEZ, J., ALANÍS, E., AGUIRRE, O., PANDO, M. AND M.A. GONZÁLEZ. 2009. Análisis sobre el efecto del uso del suelo en la diversidad estructural del matorral espinoso tamaulipeco. *Madera y Bosques* 15(3):5-20.

JIMÉNEZ, J., ALANÍS, E., GONZÁLEZ, M.A., AGUIRRE, O.A., TREVINO, E.J. Y CANIZALES, P.A. 2013. Characterizing woody species regeneration in areas with different land history tenure in the tamaulipan thornscrub, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, In press.

JIMÉNEZ, J., ALANÍS, E., RUIZ, J., GONZÁLEZ, M., YERENA, J. Y ALANÍS, G. 2012. Diversidad de la regeneración leñosa del matorral espinoso tamaulipeco con historial agrícola en el noreste de México. *Revista Ciencia UANL*, Año 15, 58: 66-71.

KRAMER H.; AKÇA, A. 1995. *Leitfaden zur Waldmeßlehre*. J.D. Saurländer's Verlag. pp 145.

MAGURRAN, A. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Science Ltd. Blackwell Publishing Company. Oxford, UK, pp. 256.

McCOOK, L.J. 1994. Understanding ecological community succession: causal models and theories, a review. *Vegetatio* 110, 115–147.

MOLINA-GUERRA, V.M., PANDO-MORENO, M., ALANÍS-RODRÍGUEZ, E., CANIZALES-VELÁZQUEZ, P.A., GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, H. Y JIMÉNEZ-PÉREZ, J. 2012. Composición y diversidad vegetal de dos sistemas de pastoreo en el matorral espinoso tamaulipeco del Noreste de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, En prensa.

MOLINA, V. M.; M. PANDO, E. ALANÍS, P. A. CANIZALES, H. GONZÁLEZ, J. JIMÉNEZ. 2013. Composición y diversidad vegetal de dos sistemas de pastoreo en el matorral espinoso tamaulipeco del Noreste de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. In press.

MORA, C. A.; J. JIMENEZ, E. ALANIS, E.A. RUBIO, J.I. YERENA, M.A. GONZALEZ. 2013. Efecto de la ganadería en la composición y diversidad arbórea y arbustiva del matorral espinoso tamaulipeco. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. In press

MOSTACEDO B. AND T.S. FREDERICKSEN. 2000. *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y análisis en Ecología Vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible*. Santa Cruz de la Sierra Bolivia. 87 pp.

MÜLLER-DOMBOIS D. AND H. ELLEMBERG. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons, New York, (EUA). 547 p.

MULLER, C. H. 1940. Plant succession in the *Larrea-Flourensia* climax. *Ecology* 21:206-212.

NOY-MEIR, I. 1973. Desert ecosystems: environment and producers. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4, 25–52.

RZEDOWSKI, J. 2006. *Vegetación de México*. 1<sup>a</sup> Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504.

SAGARPA 2006. Programa sectorial de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación 2001-2006. 26.

SAGARPA 2009. Nuevo León: Agenda de innovación agroindustrial. 30.

SCHELESINGER, W.H., REYNOLDS, J.F., CUNNINGHAM, G.L., HUENNEKE, L.F., JARRELL, W.M., VIRGINIA, R.A., WHITFORD, W.G. 1990. Biological feedbacks in global desertification. *Science* 247, 1043–1048.

SEMARNAT 2006. *El Medio Ambiente en México 2005: en resumen*. México. 91.

SHANNON, C. E. 1948. A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27, 379-423 and 623-656.

VAN ANDEL, J., BAKKER, J.P., GROOTJANS, A.P. 1993. Mechanisms of vegetation succession: a review of concepts and perspectives. *Acta Botánica Neerlandica* 42, 413–433.

ZOHARY, M. 1973. Geobotanical Foundations of the Middle East, 2 Vols. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart, Germany.

## Anexo Fotográfico



Imagen 1.- Actividad Pecuaria en el NE de México.



Imagen 2 .- Actividad Pecuaria en el NE de México

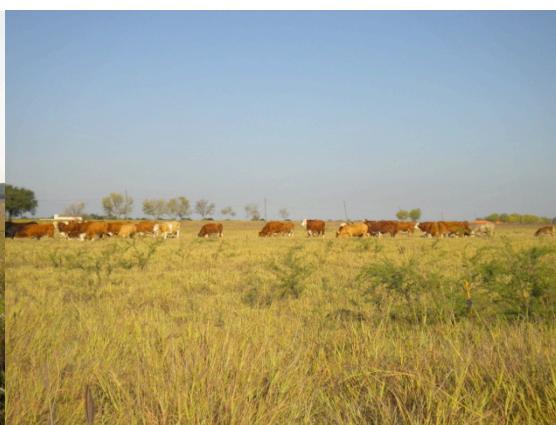


Imagen 3.- Actividad Pecuaria en el NE de México.



Imagen 4.- Establecimiento de los sitios de Muestreo.



Imagen 5.- Establecimiento de los sitios de Muestreo.



Imagen 6.- Área de Estudio MET



Imagen 7 .- Área de Estudio



Imagen 8.- Área de Estudio



Imagen 9.- Trabajo de Campo



Imagen 10.- Trabajo de Campo