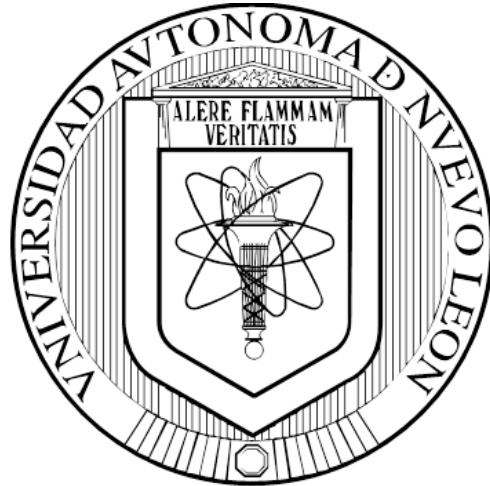


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



**EFFECTO DEL TRATAMIENTO MECÁNICO (RODILLO AERADOR) SOBRE  
LA ESTRUCTURA, DIVERSIDAD Y PRODUCTIVIDAD DEL MATORRAL  
ESPINOSO TAMAULIPECO EN EL NORESTE DE MÉXICO**

**POR**

**NELLY ANAHY LEAL ELIZONDO**

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

**ABRIL, 2019**

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



**EFFECTO DEL TRATAMIENTO MECÁNICO (RODILLO AERADOR) SOBRE  
LA ESTRUCTURA, DIVERSIDAD Y PRODUCTIVIDAD DEL MATORRAL  
ESPINOSO TAMAULIPECO EN EL NORESTE DE MÉXICO**

**POR**

**NELLY ANAHY LEAL ELIZONDO**

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

**ABRIL, 2019**

**EFFECTO DEL TRATAMIENTO MECÁNICO (RODILLO AERADOR) SOBRE  
LA ESTRUCTURA, DIVERSIDAD Y PRODUCTIVIDAD DEL MATORRAL  
ESPINOSO TAMAULIPECO EN EL NORESTE DE MÉXICO**

Aprobación de Tesis



---

Dr. José Isidro Uvalle Saucedá



---

Dr. Eduardo Alanís Rodríguez



---

Dr. César Martín Cantú Ayala



---

Dr. Andrés José García Díaz

ABRIL, 2019




*“Los científicos pueden plantear los problemas que afectarán al ambiente en base a la evidencia disponible, pero la solución no es responsabilidad de los científicos, es de toda la sociedad”.*

*Dr. Mario Molina*



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



*Nelly Anahy Leal Elizondo*

*Abril, 2019*

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León y en especial al cuerpo de profesores-investigadores que formaron mi perfil profesional con sus conocimientos y experiencias.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca otorgada para la realización de mis estudios de maestría.

Al Centro de Investigación en Producción Agropecuaria de la UANL, por darme la oportunidad de caracterizar y evaluar la productividad del matorral espinoso tamaulipeco perteneciente a la UMA denominada “Centro de Mejoramiento Genético de Venado Cola Blanca Texano”.

Al Rancho “San Salvador”, por concederme la autorización de evaluar el tratamiento mecánico implementado en la vegetación de sus predios, contribuyendo con información valiosa que se utilizará de referencia para optimizar el aprovechamiento de los recursos naturales de los ranchos ganaderos de la región.

Al Departamento de Manejo Agroforestal de la Facultad de Ciencias Forestales por el apoyo brindado para el establecimiento y desarrollo de la presente investigación.

Al comité de tesis, el cual está conformado por investigadores excepcionales de gran trascendencia. Les agradezco de todo corazón su esfuerzo por buscar la excelencia de sus alumnos y de nuestra institución compartiendo sus experiencias y otorgando consigo las herramientas necesarias para crear conocimientos y desarrollar óptimamente nuestras habilidades, las cuales sin duda despertaron en mí un gusto insaciable por la investigación.

Especialmente a mi director de tesis al Dr. José Isidro Uvalle Saucedo, por enseñarme a nunca rendirme frente a cualquier adversidad y desarrollar en mí un pensamiento analítico en la busca de la solución a los problemas y demostrar

el nivel de educación con el que se cuenta en nuestra institución. Gracias por todo el conocimiento compartido, por cada una de las pláticas motivacionales y científico-técnicas a lo largo de mi desarrollo profesional. Gracias por siempre creer en mí, por su valiosa amistad y por darme el valor suficiente para alcanzar cada una de mis metas, no lo hubiese logrado sin usted. Ha sido un placer el formar parte de su equipo de trabajo y crear una sinergia de investigación. Le agradezco de todo corazón su esfuerzo y dedicación en este tiempo. Su manera de orientarme y su entusiasmo al trabajar fueron fundamentales para mi desarrollo como investigador.

Al Dr. Eduardo Alanís Rodríguez por su amable colaboración en el presente trabajo de investigación y siempre estar dispuesto a enriquecerlo. Gracias por confiar en mí potencial y por su amistad.

Al Dr. César Martín Cantú Ayala por su participación propositiva en la elaboración y revisión del manuscrito, así como también por sus acertadas recomendaciones en el ámbito científico. Gracias por darme las herramientas necesarias para llevar a cabo esta investigación.

A mi asesor externo Dr. Andrés José García Díaz de la Universidad de Castilla-La Mancha, España por su apoyo incondicional. Gracias por su atenta colaboración en el desarrollo de la presente investigación. Espero seguir contando con usted para próximas investigaciones y crear una sinergia solida de colaboración.

A todas las personas que participaron en la realización del trabajo en campo, laboratorio y gabinete, además de su valiosa amistad y consejos en el desarrollo de la metodología de mi estudio a Luis Enrique Frías Díaz, Carlos Eduardo Leal Elizondo, Jhoseline Abigail Uvalle Zamarripa, Francisco Javier García, Erick Emmanuel Prado Barba, Yaqueline Reyes Sánchez, Israel Guerra Hernández y Leonel Reséndiz Dávila.

A mis padres Nelly Aracelí Elizondo González y Pedro Alejandro Leal Garza, les agradezco con todo mi ser el creer siempre en mí y nunca dejarme caer pese a

cualquier adversidad, por dedicar su tiempo, esfuerzo y amor para motivar mi desarrollo profesional día a día. Nunca olviden que son mí ejemplo a seguir al siempre demostrarme que después de escalar una gran montaña, hay muchas más por escalar.

Con toda mi alma al amor de vida, mi soporte, mi mejor amigo, mi luz, mi alegría, mi esposo, Luis Enrique Frías Díaz, muchas gracias por ser tan audaz y no bajar la guardia en los momentos difíciles, por tu innegable dedicación, amor y paciencia, pero sobre todo por hacerme la mujer más feliz de este mundo.

A mis hermanos Pedro Alejandro Leal Elizondo y Carlos Eduardo Leal Elizondo, que con su ejemplo y dedicación me han instruido para seguir adelante en mi vida personal y profesional, muchas gracias.

A todas las personas antes mencionadas y aquellas que contribuyeron directa o indirectamente en mi desarrollo profesional, les doy las gracias de todo corazón.



## DEDICATORIA

A Dios, por nunca dejarme sola en momentos de dificultad y por darme las alegrías más hermosas llenas de fé y esperanza para seguir adelante en el andar de la vida.

A mis padres Nelly Aracelí Elizondo González y Pedro Alejandro Leal Garza, por su amor, trabajo, comprensión y sacrificios en todos estos años. Al siempre estar dispuestos a motivarme y creer en mí potencial en los momentos de prueba y dificultad, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Es un honor ser su hija, son los mejores padres.

A mi esposo Luis Enrique Frías Díaz, por ser el pilar de mí vida, por tu apoyo, cariño y comprensión, gracias por creer en nuestro proyecto de vida y hacerlo realidad con alegría y entusiasmo. Es maravilloso crecer personal, profesional y científicamente a lado de un hombre como tú. Y es que el verdadero amor es aquel que busca el crecimiento mutuo, la persona correcta no es solo el que te acepta, sino aquel que te hace desarrollar tu máximo potencial en esta vida. Gracias por darme el regalo más hermoso de la vida, nuestra hija, la cual ha sido nuestra mayor motivación para seguir adelante con alegría y entusiasmo.

A mis hermanos, Pedro Alejandro Leal Elizondo por apoyarme en todo momento y enseñarme a compartir el conocimiento con humildad, entrega y alegría. Y a mi compañero de batalla Carlos Eduardo Leal Elizondo, por siempre estar a mi lado trabajando arduamente y siempre buscando hacerme sonreír para no desistir pese a cualquier adversidad.

A mis abuelitos Emelia Garza Moreno y José Agustín Leal Garza que se nos adelantaron en el camino (†), un beso hasta el cielo y a mi abuelita Bertha Nilda González Perales, a ellos porque siempre vieron en mí la imagen de una gran mujer y me dieron la seguridad de hacer mis sueños realidad.

A todas las personas antes mencionadas les doy las gracias y les dedico éste y todos mis logros.

## ÍNDICE

RESUMEN	I
SUMMARY	II
INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN	5
HIPÓTESIS	6
OBJETIVOS	6
General	6
Específicos	6
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>8</b>
Efecto de la precipitación en la estructura y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco en el noreste de México.	
I.1. Resumen	9
I.2. Introducción	9
I.3. Materiales y métodos	10
I.3.1. Área de estudio	10
I.3.2. Análisis de la vegetación	11
I.3.3. Análisis de la información	13
I.3.4. Análisis estadístico	15
I.4. Resultados	15
I.5. Discusión	32
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>39</b>
Estimación de la capacidad de carga del hábitat del venado ( <i>Odocoileus virginianus texanus</i> ) durante las épocas seca y húmeda en el noreste de México.	

II.1.	Resumen	40
II.2.	Introducción	40
II.3.	Materiales y métodos	41
II.3.1.	Área de estudio	41
II.3.2.	Análisis de la vegetación	42
II.3.3.	Análisis de la información	43
II.3.4.	Análisis estadístico	44
II.4.	Resultados	45
II.5.	Discusión	57

**CAPÍTULO III** 60

Efecto del uso del rodillo aereador en la estructura y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco en el noreste de México.

III.1.	Resumen	61
III.2.	Introducción	61
III.3.	Materiales y métodos	63
III.3.1.	Área de estudio	63
III.3.2.	Análisis de la vegetación	64
III.3.3.	Análisis de la información	66
III.3.4.	Análisis estadístico	67
III.4.	Resultados	68
III.5.	Discusión	85

**CAPÍTULO IV** 92

Cambios en la productividad de biomasa disponible de matorral espinoso tamaulipeco sometido a tratamiento mecánico en el noreste de México.

IV.1.	Resumen	93
IV.2.	Introducción	94

IV.3. Materiales y métodos	95
IV.3.1. Área de estudio	95
IV.3.2. Análisis de la vegetación	96
IV.3.3. Análisis de la información	96
IV.3.4. Análisis estadístico	97
IV.4. Resultados	98
IV.5. Discusión	108
CONCLUSIONES	112
BIBLIOGRAFÍA	113

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO I

- |      |  |    |
|------|--|----|
| I.1  | Nombre científico y común, familia y forma de vida de las especies del estrato medio y alto registradas en el matorral espinoso tamaulipeco del área de estudio en época seca, ordenadas alfabéticamente.  | 16 |
| I.2. | Abundancia ( $N \cdot ha^{-1}$ ), dominancia ( $m^2 \cdot ha^{-1}$ ), frecuencia e índice de valor de importancia de las especies del estrato medio y alto registradas en el matorral espinoso tamaulipeco del área de estudio en época seca (Ordenadas de acuerdo al índice de valor de importancia).             | 18 |
| I.3  | Nombre científico y común, familia y forma de vida de las especies del estrato bajo registradas en el matorral espinoso tamaulipeco del área de estudio en época seca, ordenadas alfabéticamente.  | 20 |
| I.4  | Abundancia ( $N \cdot ha^{-1}$ ), dominancia ( $m^2 \cdot ha^{-1}$ ), frecuencia ( $N \cdot Sitio$ ) e índice de valor de importancia de las especies del estrato bajo registradas en el matorral espinoso tamaulipeco del área de estudio en época seca (Ordenadas de acuerdo al índice de valor de importancia). | 21 |
| I.5  | Nombre científico y común, familia y forma de vida de las especies del estrato medio y alto registradas en el matorral espinoso tamaulipeco del área de estudio en época húmeda, ordenadas alfabéticamente.  | 23 |

I.6	Abundancia ( $N.ha^{-1}$ ), dominancia ( $m^2.ha^{-1}$ ), frecuencia (N.Sitio) e índice de valor de importancia de las especies del estrato medio y alto registradas en el matorral espinoso tamaulipeco del área de estudio en época húmeda (Ordenadas de acuerdo al índice de valor de importancia).	25
I.7	Nombre científico y común, familia y forma de vida de las especies del estrato bajo registradas en el matorral espinoso tamaulipeco del área de estudio en época húmeda, ordenadas alfabéticamente.	27
I.8	Abundancia ( $N.ha^{-1}$ ), dominancia ( $m^2.ha^{-1}$ ), frecuencia (N.Sitio) e índice de valor de importancia de las especies del estrato bajo registradas en el matorral espinoso tamaulipeco del área de estudio en época húmeda (Ordenadas de acuerdo al índice de valor de importancia).	28
I.9	Resultados de la prueba de U Mann-Whitney del estrato medio y alto en las épocas seca y húmeda.	30
I.10	Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney del estrato medio y alto en las épocas seca y húmeda.	31
I.11	Resultados de la prueba de U Mann-Whitney del estrato bajo en las épocas seca y húmeda.	32
I.12	Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney del estrato bajo en las épocas seca y húmeda.	32

## **CAPÍTULO II**

II.1	Capacidad de carga ( $K$ ) estimada en la época seca en estudio.	49
II.2	Capacidad de carga ( $K$ ) estimada en la época húmeda en estudio.	52
II.3	Resultados de la prueba de U Mann-Whitney del estrato alto en las épocas seca y húmeda.	54
II.4	Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney del estrato alto en las épocas seca y húmeda.	54
II.5	Resultados de la prueba de U Mann-Whitney del estrato medio en las épocas seca y húmeda.	55
II.6	Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney del estrato medio en las épocas seca y húmeda.	55
II.7	Resultados de la prueba de t-Student del estrato bajo (herbáceo) en las épocas seca y húmeda.	56
II.8	Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de t-Student del estrato bajo en las épocas seca y húmeda.	56

## **CAPÍTULO III**

III.1	Nombre científico y común, familia y forma de vida de las especies del estrato medio y alto registradas en el área sin tratamiento mecánico de rodillo aereador (AST) perteneciente al	68
-------	--	----

matorral espinoso tamaulipeco de estudio, ordenadas alfabéticamente.

- |       |  |    |
|-------|--|----|
| III.2 | Abundancia ( $N \cdot ha^{-1}$ ), dominancia ( $m^2 \cdot ha^{-1}$ ), frecuencia (N.Sitio) e índice de valor de importancia de las especies del estrato medio y alto registradas en el área sin tratamiento mecánico de rodillo aereador (AST) perteneciente al matorral espinoso tamaulipeco de estudio (Ordenadas de acuerdo al índice de valor de importancia). | 70 |
| III.3 | Nombre científico y común, familia y forma de vida de las especies del estrato bajo registradas en el área sin tratamiento mecánico de rodillo aereador (AST) perteneciente al matorral espinoso tamaulipeco de estudio, ordenadas alfabéticamente.  | 72 |
| III.4 | Abundancia ( $N \cdot ha^{-1}$ ), dominancia ( $m^2 \cdot ha^{-1}$ ), frecuencia (N.Sitio) e índice de valor de importancia de las especies del estrato bajo registradas en el área sin tratamiento mecánico de rodillo aereador (AST) perteneciente al matorral espinoso tamaulipeco de estudio (Ordenadas de acuerdo al índice de valor de importancia).         | 74 |
| III.5 | Nombre científico y común, familia y forma de vida de las especies del estrato medio y alto registradas en el área con tratamiento mecánico de rodillo aereador (ACT) perteneciente al matorral espinoso tamaulipeco de estudio, ordenadas alfabéticamente.  | 76 |
| III.6 | Abundancia ( $N \cdot ha^{-1}$ ), dominancia ( $m^2 \cdot ha^{-1}$ ), frecuencia (N.Sitio) e índice de valor de importancia de las especies del estrato medio y alto registradas en el área con tratamiento mecánico de rodillo  | 78 |



aereador (ACT) perteneciente al matorral espinoso tamaulipeco de estudio (Ordenadas de acuerdo al índice de valor de importancia).

- |        |  |    |
|--------|--|----|
| III.7  | Nombre científico y común, familia y forma de vida de las especies del estrato bajo registradas en el área con tratamiento mecánico de rodillo aereador (ACT) perteneciente al matorral espinoso tamaulipeco de estudio, ordenadas alfabéticamente.  | 80 |
| III.8  | Abundancia ( $N \cdot ha^{-1}$ ), dominancia ( $m^2 \cdot ha^{-1}$ ), frecuencia ( $N \cdot Sitio$ ) e índice de valor de importancia de las especies del estrato bajo registradas en el área con tratamiento mecánico de rodillo aereador (ACT) perteneciente al matorral espinoso tamaulipeco de estudio (Ordenadas de acuerdo al índice de valor de importancia). | 82 |
| III.9  | Resultados estadísticos de la prueba de U Mann-Whitney del estrato medio y alto en las condiciones AST y ACT.  | 84 |
| III.10 | Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney del estrato medio y alto en las condiciones AST y ACT.   | 84 |
| III.11 | Resultados de la prueba de U Mann-Whitney para las variables estructurales del estrato bajo en las condiciones AST y ACT.  | 85 |
| III.12 | Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney del estrato bajo en las condiciones AST y ACT.   | 85 |

## CAPÍTULO IV

IV.1	Capacidad de carga ( $K$ ) estimada en el área sin tratamiento mecánico de rodillo aereador en estudio.	102
IV.2	Capacidad de carga ( $K$ ) estimada en el área con tratamiento mecánico de rodillo aereador en estudio.	105
IV.3	Resultados de la prueba de U Mann-Whitney del estrato medio en las condiciones AST y ACT.	106
IV.4	Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney del estrato medio en las condiciones AST y ACT.	106
IV.5	Resultados de la prueba de U Mann-Whitney del estrato bajo (herbáceo) en las en las condiciones AST y ACT.	107
IV.6	Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney del estrato bajo (herbáceo) en las condiciones AST y ACT.	107
IV.7	Resultados de la prueba de U Mann-Whitney del estrato bajo (pastos) en las condiciones AST y ACT.	108
IV.8	Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney del estrato bajo (pastos) en las condiciones AST y ACT.	108

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

I.1	Localización del área de estudio.	11
I.2	Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies del estrato medio y alto en estudio en época seca.	19
I.3	Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies del estrato bajo en estudio en época seca.	22
I.4	Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies del estrato medio y alto en estudio en época húmeda.	26
I.5	Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies del estrato bajo en estudio en época húmeda.	29
I.6	Modelo de la distribución de la precipitación acumulada por mes durante el periodo enero 2017 a octubre de 2018 para el área de estudio.	30

### CAPÍTULO II

II.1	Localización del área de estudio.	42
II.2	Producción de biomasa disponible ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) para la estación seca en el área de estudio.	46

II.3	Producción de biomasa disponible en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ las especies muestreadas en el estrato alto, del área de estudio en época seca.	47
II.4	Producción de biomasa disponible en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ las especies muestreadas en el estrato medio, del área de estudio en época seca.	48
II.5	Producción de biomasa disponible en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para herbáceas y pastos registrados en el estrato bajo, del área de estudio en época seca.	48
II.6	Producción de biomasa disponible ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) para la estación húmeda en el área de estudio.	50
II.7	Producción de biomasa disponible en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para las especies muestreadas en el estrato alto, del área de estudio en época húmeda.	50
II.8	Producción de biomasa disponible en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para las especies muestreadas en el estrato medio, del área de estudio en época húmeda.	51
II.9	Producción de biomasa disponible en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para herbáceas y pastos registrados en el estrato bajo, del área de estudio en época húmeda.	52
II.10	Modelo de la distribución de la precipitación acumulada por mes durante el periodo enero 2017 a octubre de 2018 para el área de estudio.	53

### **CAPÍTULO III**

III.1	Localización del área de estudio.	64
III.2	Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies en estudio.	71
III.3	Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies en estudio.	75
III.4	Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies en estudio.	79
III.5	Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies en estudio.	83

### **CAPÍTULO IV**

IV.1	Localización del área de estudio.	95
IV.2	Producción de biomasa disponible ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) para el área sin tratamiento mecánico de rodillo aereador en el área de estudio.	99
IV.3	Producción de biomasa disponible en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para las especies muestreadas en el estrato alto, del área sin tratamiento mecánico de rodillo aereador en estudio.	100
IV.4	Producción de biomasa disponible en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para las especies muestreadas en el estrato medio, del área sin tratamiento mecánico de rodillo aereador en estudio.	101

IV.5	Producción de biomasa disponible en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para herbáceas y pastos registrados en el estrato bajo, del área sin tratamiento mecánico de rodillo aereador en estudio.	101
IV.6	Producción de biomasa disponible ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) para área con tratamiento mecánico de rodillo aereador en estudio.	103
IV.7	Producción de biomasa disponible en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para las especies muestreadas en el estrato medio, del área con tratamiento mecánico de rodillo aereador en estudio.	104
IV.8	Producción de biomasa disponible en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para herbáceas y pastos registrados en el estrato bajo, del área con tratamiento mecánico de rodillo aereador en estudio.	104

## LISTA DE SIMBOLOS Y ABREVIATURAS

$Ab_i$	Área de copa de la especie $i$
$AC$	Área de copa
$ACT$	Área con tratamiento
$A_i$	Abundancia absoluta
$AR_i$	Abundancia relativa de la especie $i$ respecto a la abundancia total
$AST$	Área sin tratamiento
$BT$	Biomasa Total
$CA$	Coefficiente de agostadero (ha. $UA$ )
$CCV$	Capacidad de carga (Total de venados en una superficie determinada)
$CIPA$	Centro de Investigación en Producción Agropecuaria
$COTECOCA$	Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero
$CV$	Coefficiente de variación (es necesario realizar un muestreo piloto)
$cv$	Consumo total de una unidad animal (kg.día)
$d_{0.10\text{ m}}$	Diámetro basal
$D_i$	Dominancia absoluta
$D_{Mg}$	Índice de Margalef
$DR_i$	Dominancia relativa de la especie $i$ respecto a la dominancia total
$E$	Error con el que se quiere obtener los valores de un determinado parámetro
$EA$	Estrato alto

EB	Estrato bajo
EH	Matorral época húmeda
EM	Estrato medio
ES	Matorral época seca
$F$	Valor en la distribución de los datos
$F_i$	Frecuencia absoluta
$FR_i$	Frecuencia relativa de la especie $i$ respecto a la frecuencia total
$FU$	Factor de utilización (0.6)
$f_v$	Factor de utilización para no poner en riesgo la condición del hábitat (0.60)
$gl$	Grados de libertad
$h$	Altura total
$H'$	Índice de Shannon & Wiener
ha.UA	Hectáreas por unidad animal
$\ln$	Logaritmo natural
$IVI$	Índice de valor de importancia
kg.ha <sup>-1</sup>	Kilogramos por hectárea
m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup>	Metros cuadrados por hectárea
MET	Matorral espinoso tamaulipeco
$n$	Número de unidades muestrales
$n$	Número de veces de $x$ especie que apareció en el muestreo
$N$	Total de unidades muestrales en toda la población
N.ha <sup>-1</sup>	Número de individuos por hectárea
$N_i$	Número de individuos de la especie $i$



<i>NS</i>	Número total de sitios de muestreo (ha)
<i>PFA</i>	Producción de forraje anual (kg.ha <sup>-1</sup> )
<i>P<sub>i</sub></i>	Número de sitios en el que está presente la especie <i>i</i>
<i>p<sub>i</sub></i>	Proporción de las especies
<i>P<sub>sx</sub></i>	Peso seco de cada una de las muestras de mano
<i>p<sub>v</sub></i>	Biomasa disponible en determinada época del año (kg.ha <sup>-1</sup> )
<i>S</i>	Superficie de muestreo en ha
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Sig.	Significancia
<i>t</i>	Valor tabulado de <i>t</i> según los grados de libertad de ( <i>n</i> -1)
ton.ha <sup>-1</sup>	Toneladas por hectárea
<i>t<sub>v</sub></i>	Tiempo de consumo (365 días de un año)
<i>UA</i>	Unidad animal (Una vaca con su becerro de 450 kg o bien 14 venados)
UMA	Unidad para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre
V.Max.	Valores máximos
V.Mín.	Valores mínimos
ven.ha	Venados por hectárea
<i>Z</i>	Número de desviaciones estándar que están comprometidas entre el promedio y un cierto valor de variable <i>x</i>
$\sigma$	Desviación estándar
$\mu$	Media

## LISTA DE ABREVIATURAS (ESPECIES)

<i>Abu fru</i>	<i>Abutilon fruticosum</i> Guill. & Perr.
<i>Aca ber</i>	<i>Acacia berlandieri</i> Benth.
<i>Aca gre</i>	<i>Acacia greggii</i> A. Gray
<i>Aca rig</i>	<i>Acacia rigidula</i> Benth.
<i>Aca sch</i>	<i>Acacia schaffneri</i> (S. Watson) F.J. Herm.
<i>Amo wri</i>	<i>Amoreuxia wrightii</i> A. Gray
<i>Amy mad</i>	<i>Amyris madreensis</i> S. Watson
<i>Amy tex</i>	<i>Amyris texana</i> (Buckley) P. Wilson
<i>Aph ski</i>	<i>Aphanostephus skirrhobasis</i> (DC.) Trel. Ex Coville & Branner
<i>Aph ram</i>	<i>Aphanostephus ramosissimus</i> DC.
<i>Ast sub</i>	<i>Aster subulatus</i> Michx.
<i>Ber myr</i>	<i>Bernardia myricifolia</i> (Scheele) S. Watson
<i>Bot per</i>	<i>Bothriochloa pertusa</i> (L.) A. Camus
<i>Bou bar</i>	<i>Bouteloua barbata</i> Lag.
<i>Cas tex</i>	<i>Castela texana</i> (Torr. & A. Gray) Rose
<i>Cel pal</i>	<i>Celtis pallida</i> Torr.
<i>Cit ber</i>	<i>Citharexylum berlandieri</i> B.L. Rob.
<i>Cit bra</i>	<i>Citharexylum brachyanthum</i> (A. Gray ex Hemsl.) A. Gray
<i>Con hoo</i>	<i>Condalia hookeri</i> M.C. Johnst.
<i>Cor boi</i>	<i>Cordia boissieri</i> A. DC.
<i>Cro inc</i>	<i>Croton incanus</i> Kunth

<i>Cro cor</i>	<i>Croton cortesianus</i> Kunth
<i>Cro hum</i>	<i>Croton humilis</i> L.
<i>Cyn dac</i>	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.
<i>Dal aur</i>	<i>Dalea aurea</i> Nutt.
<i>Dal sca</i>	<i>Dalea scandens</i> (Mill.) R.T. Clausen
<i>Des vir</i>	<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.
<i>Dio tex</i>	<i>Diospyros texana</i> Scheele
<i>Dys pen</i>	<i>Dyssodia pentachaeta</i> (DC.) B.L. Rob.
<i>Eup pro</i>	<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton
<i>Eup gly</i>	<i>Euphorbia glyptosperma</i> Engelm.
<i>Evo als</i>	<i>Evolvulus alsinoides</i> (L.) L.
<i>Eys pol</i>	<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.
<i>Flo cer</i>	<i>Flourensia cernua</i> DC.
<i>For ang</i>	<i>Forestiera angustifolia</i> Torr.
<i>Goc hyp</i>	<i>Gochnatia hypoleuca</i> (DC.) A. Gray
<i>Hav pal</i>	<i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britton & Rose
<i>Hel par</i>	<i>Helietta parvifolia</i> (A. Gray ex Hemsl.) Benth.
<i>Hib mar</i>	<i>Hibiscus martianus</i> Zucc.
<i>Kar hum</i>	<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Schult.) Zucc.
<i>Lan cam</i>	<i>Lantana camara</i> L.
<i>Lan mac</i>	<i>Lantana macropoda</i> Torr.
<i>Lep vir</i>	<i>Lepidium virginicum</i> L.
<i>Leu fru</i>	<i>Leucophyllum frutescens</i> (Berland.) I.M. Johnst.

<i>Lip gra</i>	<i>Lippia graveolens</i> Kunth
<i>Mal gla</i>	<i>Malpighia glabra</i> L.
<i>Mal cor</i>	<i>Malvastrum coromandelianum</i> (L.) Garcke
<i>Mel pyr</i>	<i>Melochia pyramidata</i> L.
<i>Mim mal</i>	<i>Mimosa malacophylla</i> A. Gray
<i>Mim mon</i>	<i>Mimosa monancistra</i> Benth.
<i>Pan hal</i>	<i>Panicum hallii</i> Vasey
<i>Par tex</i>	<i>Parkinsonia texana</i> (A. Gray) S. Watson
<i>Par con</i>	<i>Parthenium confertum</i> A. Gray
<i>Par hys</i>	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.
<i>Pen cil</i>	<i>Pennisetum ciliare</i> (L.) Link
<i>Phy cin</i>	<i>Physalis cinerascens</i> (Dunal) Hitchc.
<i>Pla vir</i>	<i>Plantago virginica</i> L.
<i>Por pil</i>	<i>Portulaca pilosa</i> L.
<i>Pro lae</i>	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.
<i>Ran acu</i>	<i>Randia aculeata</i> L.
<i>Sal bal</i>	<i>Salvia ballotiflora</i> Benth.
<i>Sch cun</i>	<i>Schaefferia cuneifolia</i> A. Gray
<i>Sen sal</i>	<i>Senecio salignus</i> DC.
<i>Set leu</i>	<i>Setaria leucophylla</i> Kunth ex A. Dietr.
<i>Sid spi</i>	<i>Sida spinosa</i> L.
<i>Sid cel</i>	<i>Sideroxylon celastrinum</i> (Kunth) T.D. Penn.
<i>Sop sec</i>	<i>Sophora secundiflora</i> (Ortega) Lag. ex DC.

<i>Tiq can</i>	<i>Tiquilia canescens</i> (A. DC.) A.T. Richardson
<i>Vac far</i>	<i>Vachellia farnesiana</i> (L.) Wight & Arn.
<i>Ver off</i>	<i>Verbena officinalis</i> L.
<i>Ver mic</i>	<i>Verbesina microptera</i> DC.
<i>Ver occ</i>	<i>Verbesina occidentalis</i> (L.) Walter
<i>Vig ste</i>	<i>Viguiera stenoloba</i> S.F. Blake
<i>Zan fag</i>	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.

## RESUMEN

Los agostaderos del noreste de México soportan una alta diversidad de vegetación y pueden mantener una gran variedad de especies de animales, ya que tienen distintos requerimientos y hábitos de alimentación. No obstante, el manejo inadecuado de la ganadería ha afectado negativamente los recursos naturales, causando un deterioro del hábitat natural como producto de la intensificación de la explotación de recursos como lo es la extracción de especies leñosas y el sobrepastoreo, representando una pérdida económica sustancial para los propietarios de los ranchos diversificados. Debido a esto se han implementado en México proyectos de recuperación ecológica en distintos tipos de ecosistemas, en los cuales a través de técnicas mecánicas de aereación con rodillo se han recuperado ecosistemas degradados y se ha mejorado el hábitat para la fauna silvestre y el ganado doméstico, proporcionando nuevamente los requerimientos básicos del hábitat. Sin embargo, no se cuenta con información suficiente de la evaluación de sus efectos que sirvan como base para la elaboración de programas de manejo de mejoramiento de hábitat en las UMA o ranchos diversificados del país. Es por ello que el objetivo principal del estudio radica en evaluar los cambios generados en la estructura, composición florística, producción de biomasa y capacidad de carga de una fracción de matorral espinoso tamaulipeco maduro sin manejo perteneciente a una UMA intensiva y otro sometido a dicho tratamiento en una UMA extensiva del noreste de México, ambas con el principal interés de la conservación de la especie cinegética de venado cola blanca texano (*Odocoileus virginianus texanus*), pero con distinto enfoque de manejo. En donde para uno el matorral no forma parte de la alimentación básica de la especie, puesto que se encuentran en cautiverio y se alimentan en base a una fórmula balanceada con los requerimientos esenciales para la especie y otro con una visión amplia de conservación del hábitat en donde el MET juega un papel fundamental para su alimentación y desarrollo, representando un consumo a bajo costo en las épocas críticas del año.

## SUMMARY

Grazing lands in northeastern Mexico support a high diversity of vegetation and can maintain a wide variety of animal species, since they have different requirements and feeding habits. However, the inadequate management of livestock has negatively affected natural resources, causing a deterioration of the natural habitat as a result of the intensification of the exploitation of resources such as the extraction of woody species and overgrazing, representing a substantial economic loss for the owners of the diversified ranches. Due to this, ecological recovery projects have been implemented in Mexico in different types of ecosystems, in which degraded ecosystems have been recovered through mechanical roller aeration techniques and the habitat for wild and domestic livestock has been improved, providing again the basic requirements of the habitat. However, there is not enough information on the evaluation of its effects that serve as a basis for the elaboration of habitat improvement management programs in UMA or diversified ranches in the country. That is why the main objective of the study is to evaluate the changes generated in the structure, floristic composition, biomass production and carrying capacity of a fraction of mature Tamaulipan Thornscrub without management belonging to an intensive UMA and another subject to said treatment in an extensive UMA of northeastern Mexico, both with the main interest in the conservation of the hunting species of Texas white-tailed deer (*Odocoileus virginianus texanus*), but with a different management approach. Where for one the scrub is not part of the basic feeding of the species, since they are in captivity and are fed on the basis of a balanced formula with the essential requirements for the species and another with a broad vision of habitat conservation in where the MET plays a fundamental role for its feeding and development, representing a consumption at low cost in the critical times of the year.

## INTRODUCCIÓN

México cuenta con una superficie territorial de 1.96 millones de kilómetros cuadrados aproximadamente (Ibarra-Flores, 1999), de los cuales el 15% de la superficie total (291,955 km<sup>2</sup>) es representado por la zona noreste, integrada por los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. Esta zona queda incluida dentro de dos grandes regiones naturales denominadas Desierto Chihuahuense y Tamaulipense, consideradas como centros de origen y diversificación de numerosas especies características de las zonas áridas y semiáridas, (Valdés & Allred, 2003).

Las zonas áridas y semiáridas ocupan más de la mitad del territorio mexicano y están cubiertas en su mayor parte por diversos tipos de comunidades arbustivas que de acuerdo con Rzedowski (1988), reciben el nombre genérico de matorral xerófilo, que alternan con pastizales y con algunos manchones aislados de vegetación arbórea.

Dentro de la clasificación del matorral xerófilo se encuentra el matorral espinoso tamaulipeco (MET) en el cual se enfoca la presente investigación, representando una superficie aproximada de 200,000 km<sup>2</sup> del noreste de México y sur de Texas (Estados Unidos de América). En esta región se presenta un tipo de vegetación categorizado como semiárido-subtropical, localizado dentro de la Provincia de la Llanura Costera del Golfo Norte. El matorral está constituido por especies deciduas y siempre verdes o perennes, de contrastantes desarrollos fenológicos, con un amplio rango de patrones y dinámicas de crecimiento (González-Rodríguez & Cantú, 2001). Las especies de flora presentes en el MET se caracterizan por contar con un amplio rango de grupos taxonómicos, siendo evidente las diferencias entre los patrones de crecimiento, diversidad en la longevidad foliar, dinámicas de crecimiento y desarrollo fenológico (Estrada-Castillón *et al.*, 2004).

Especies de árboles y arbustos constituyen la materia prima para las actividades productivas de uso tradicional silvoagropecuario, así como el ser fuente



fundamental de alimentación, combustible, herbolaria, construcción de muebles rústicos, productos artesanales y construcción de casas de habitación rural (Foroughbakhch *et al.*, 2009). Sin embargo, han sido sujetos a regímenes de pastoreo deficientes que sustentan poblaciones de ganado por encima de las capacidades máximas permitidas por los coeficientes de agostadero, lo que ha contribuido a la degradación y deterioro de estos ecosistemas por las transformaciones drásticas en la vegetación, propiciando una disminución de su potencial forrajero, pérdida de su capacidad de retención de humedad e infiltración de agua hacia los mantos freáticos, así como un decremento considerable de los nutrientes del suelo (Ibarra-Flores, 1999; SAGARPA, 2001; SEMARNAT, 2005).

Se estima que las comunidades vegetales cambian, en forma ordenada, cuando son utilizadas por una clase particular de animales, ya sea ganado bovino, ovino, caprino, equino o por la misma fauna silvestre. Al aumentar la presión de pastoreo las plantas más consumidas (decrecientes) disminuirán su densidad, perderán vigor y capacidad reproductiva. Al mismo tiempo otras menos preferidas y deseables (crecientes e invasoras) aumentarán su densidad provocando un cambio en la composición florística de la comunidad. Si estas condiciones se prolongan o intensifican las especies crecientes también pueden comenzar a decrecer (Álvarez *et al.*, 2012; Wang & Batkhisig, 2016).

Las plantas leñosas en el ecosistema proveen alimento, cobertura, sitios de anidación y zonas de descanso a la fauna silvestre, pero también pueden impactar negativamente la accesibilidad, visibilidad y la producción de forraje (McDonald, 2012) trayendo en consecuencia una mala calidad de hábitat y por ende efectos en las poblaciones de fauna nativa, como lo es el desplazamiento de las poblaciones de fauna silvestre hacia lugares que puedan proporcionar los requerimientos básicos como alimento, agua, cobertura vegetal y espacio vital, para obtener un desarrollo vigoroso y saludable, representando el efecto negativo de mayor importancia para los manejadores y propietarios de ranchos diversificados (Ramírez, 2004).

Debido a lo anterior, se ha mostrado un especial interés en diversificar la fuente de ingreso, al incursionar en el manejo del agostadero para fauna silvestre mediante el establecimiento de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) (Ayala *et al.*, 2014). Un agostadero manejado de manera óptima puede mantenerse sin necesidad de medidas de control y recuperación de tipo mecánico. Sin embargo, al deteriorarse deben ser recuperados mediante la inversión de recursos económicos y naturales para acelerar el proceso de regeneración (Hudson, 2015).

No obstante, es necesario controlar el pastoreo para evitar el deterioro de los agostaderos (Morley, 1974), y así simultáneamente, se optimiza la utilidad económica, se minimiza el estrés del animal por falta de alimento, se aprovecha de manera sostenible el ecosistema y se permite la diversidad de especies vegetales.

La técnica mecánica de aereación con rodillo, es una práctica común que se emplea en el sur de Texas y noreste de México, encaminadas a mejorar el hábitat y la calidad del contenido nutricional del forraje para especies de interés cinegético como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), así como algunas especies de aves como codornices (Phasianidae) o palomas (Columbidae) o bien mamíferos de porte medio (Villarreal *et al.*, 1999).

Es descrita como una herramienta de manejo que estimula el crecimiento de vegetación y promueve el surgimiento de semillas almacenadas en el suelo, además favorece a su descompactación y de manera paralela es factible como medida de mitigación de la erosión ocasionada por el sobrepastoreo; facilita el intercambio gaseoso y el flujo de nutrientes, incrementando la capacidad de retención de agua, germinación y establecimiento de pastos y herbáceas, así como también estimula el renuevo de especies arbóreas y arbustivas maduras al “quebrar el monte”, volviéndolo atractivo en cuanto a calidad y cantidad de nutrientes, facilitando su alimentación al dejar la vegetación disponible a una altura no mayor a los 1.50 m, siendo esta medida la altura máxima de ramoneo para la fauna silvestre (Ranglack & Du Toit, 2015).

Debido a los múltiples beneficios que proporciona la técnica mecánica de aereación con rodillo y el déficit de conocimientos sobre sus verdaderos efectos en el hábitat que predomina en el noreste de México, la presente investigación tiene como objetivo evaluar los cambios generados en la estructura, composición florística, producción de biomasa y capacidad de carga del matorral espinoso tamaulipeco sometido a dicho tratamiento, otorgando información valiosa para su manejo en cuestiones de mejoramiento de hábitat en los ranchos diversificados de dicha zona.

## JUSTIFICACIÓN

El hábitat natural que predomina en el noreste de México se compone principalmente de matorrales xerófilos, los cuales se caracterizan por su vocación ganadera. No obstante, desde el punto de vista del productor de ganado doméstico no brindan condiciones apropiadas para la explotación satisfactoria y remunerativa de estos animales. Por esta razón, en la mayoría de los predios de esta zona, se ha recurrido a la remoción total de la vegetación de los ecosistemas naturales mediante la implementación de maquinaria agrícola. Bajo el interés de mejorar la producción forrajera con pastos exóticos y por ende aumentar la capacidad de carga animal óptima del ecosistema. Sin embargo, el desmonte masivo trae consigo necesariamente la modificación de la estructura y composición de la vegetación, causando un desequilibrio en el ecosistema que provoca la erradicación temporal o total de la fauna silvestre por falta de la obtención de los requerimientos básicos del hábitat (alimento, agua, cobertura vegetal y espacio vital). Es por ello, que al desconocer el uso potencial del matorral se llevan a cabo este tipo de manejo que lejos de aportar un beneficio, traen consigo problemas de índole económico y ambiental a los propietarios de los ranchos, sin darse cuenta que estos ecosistemas son fuente fundamental de forraje y además aseguran una dieta nutritiva para los animales si se tiene un manejo óptimo de los mismos, representando una alternativa de consumo a bajo costo que proporciona un alto contenido de nutrientes que se ven reflejados en la conformación y el comportamiento productivo. Debido a la demanda pública por la cacería de fauna silvestre y la crianza de pie de cría de ganado, ha obtenido rápidamente importancia la implementación de tratamientos mecánicos de aereación con rodillo que mantengan el equilibrio de estas dos actividades sin dejar a un lado los requerimientos básicos del hábitat. No obstante, existe poca información acerca de los efectos causados en el matorral espinoso tamaulipeco por estos tratamientos. Es por ello, que la generación de estos conocimientos es fundamental para recomendar o desestimar el uso de dichos tratamientos para el manejo de hábitat en los ranchos diversificados del noreste de México.

## HIPÓTESIS

El tratamiento mecánico de mejoramiento de hábitat (rodillo aereador) aplicado en el matorral espinoso tamaulipeco presenta efectos positivos en la condición y estructura de especies en la vegetación y en el incremento de la producción de biomasa disponible y por ende en la capacidad de carga animal del ecosistema.

## OBJETIVOS

### General

Evaluar los cambios generados en la estructura, composición florística, producción de biomasa y capacidad de carga del matorral espinoso tamaulipeco sometido a un tratamiento mecánico de mejoramiento de hábitat mediante el uso de rodillo aereador.

### Específicos

1. Evaluar la estructura vegetal de las especies arbóreas y arbustivas mediante la determinación de la composición y diversidad florística estacional, en áreas tratadas y sin tratamiento del hábitat del venado cola blanca en dos UMA del noreste de México.
  - a) Caracterizar la vegetación de dos UMA del noreste de México, la primera en dos estaciones de muestreo (húmeda y seca) y la segunda en dos condiciones de vegetación (matorral maduro sin intervención y matorral sometido a tratamiento mecánico de rodillo aereador).
  - b) Realizar un censo de todas las especies leñosas y registrar información dasométrica de altura total ( $h$ ), diámetro basal ( $d_{0.10}$ ) y área de copa ( $AC$ ).

- c) Determinar las variables estructurales relativas de abundancia ( $AR_i$ ), dominancia ( $DR_i$ ), frecuencia ( $FR_i$ ) e Índice de Valor de Importancia ( $IVI$ ) de las especies en las áreas de estudio.
  - d) Estimar el índice de riqueza de Margalef ( $D_{Mg}$ ) y el índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ).
2. Estimar la capacidad de carga para el venado cola blanca en las áreas de estudio.
- a) Estimar la disponibilidad de materia seca durante la estación húmeda y seca del año en el hábitat de una UMA de tipo intensivo, así como en una UMA de tipo extensivo en dos condiciones de vegetación (matorral maduro sin intervención y matorral sometido a tratamiento mecánico de rodillo aereador) en el noreste de México.
  - b) Conocer la capacidad de carga.
  - c) Correlacionar la producción de biomasa disponible respecto de la precipitación.

## CAPÍTULO I.

### Efecto de la precipitación en la estructura y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco en el noreste de México



Fotografía de una fracción del matorral espinoso tamaulipeco en la UMA denominada “Centro de Mejoramiento Genético del Venado Cola Blanca”, Linares, Nuevo León.

Leal, E.N.A; S.J.I. Uvalle, R.E. Alanís, A.C.M. Cantú, D.A.J. García, 2018. “Efecto de la precipitación en la estructura y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco en el noreste de México”. Revista Madera y Bosques. (A someter).

## CAPITULO I

### Efecto de la precipitación en la estructura y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco en el noreste de México

#### I.1. Resumen

En el presente estudio se evaluó una unidad de manejo intensiva del noreste de México; evaluando: estructura vegetal, diversidad alfa ( $H'$ ) y riqueza de especies ( $D_{Mg}$ ), en dos estaciones de muestreo (seca y húmeda). Se establecieron siete sitios de muestreo de 100 m<sup>2</sup> para el estrato alto (EA) y medio (EM), así como 14 sitios de 1 m<sup>2</sup> para el estrato bajo en cada estación. En cada sitio se registró: información dasométrica de altura total ( $h$ ), diámetro basal ( $d_{0.10}$ ) y diámetro de copa ( $d_{copa}$ ) de las especies. Para las épocas seca y húmeda en los estratos medio y alto se registraron 28 y 30 especies respectivamente, y de ellas comparten 25, mientras para el bajo 5 y 7, compartiendo 5; para ambas épocas la familia representativa es Fabaceae con 7 especies; el género mejor representado es: *Acacia*. Se caracterizó a los sitios del EM y EA con diversidad intermedia al presentar valores de  $H'$  ES= 2.97 y EH= 2.79; el índice de Margalef presentó valores de  $D_{Mg}$  de 4.17 y 4.58 respectivamente. La especie *Bernardia myricaefolia* registró el mayor IVI en ambas épocas con valores de 14.19% y 14.60% en cuanto al estrato medio y alto. La Prueba de U Mann Whitney mostró que existen diferencias significativas entre las épocas respecto a las variables estructurales de cobertura ( $m$ ), altura ( $h$ ) y diámetro ( $d_{0.10}$ ); siendo la época húmeda la que presentó los valores más altos. En general, la diversidad de especies entre épocas tiende a ser homogénea.

#### I.2. Introducción

El presente estudio se enfoca al ecosistema denominado matorral espinoso tamaulipeco (MET), el cual cubre una superficie de 200,000 km<sup>2</sup> del noreste de México y sur de Texas. Es un importante ecosistema que cumple funciones vitales por la protección que brinda a los recursos suelo y agua, así como su función como hábitat de la fauna silvestre (Alanís *et al.*, 2008). Se caracteriza por



tener un amplio rango de grupos taxonómicos, siendo evidente las diferencias entre los patrones de crecimiento, diversidad en la longevidad foliar, dinámicas de crecimiento y desarrollo fenológico (Estrada *et al.*, 2004).

La precipitación de la región varía de 400 a 800 mm y la evapotranspiración potencial anual es de aproximadamente 2,200 mm (González *et al.*, 2004). En el caso particular del estado de Nuevo León, la distribución del clima y suelo no es uniforme. La distribución irregular de la precipitación y temperatura en el estado ha ocasionado que se puedan identificar regiones áridas y semiáridas (INEGI, 2002). Sin embargo, la amplia diversidad de plantas nativas del estado de Nuevo León es un ejemplo típico de una gran plasticidad en la respuesta a factores físicos y químicos extremos (Reid *et al.*, 1990).

La identificación de especies vegetales del matorral es de gran importancia en el entendimiento de la estructura de la vegetación, la diversidad de especies, abundancia y la dinámica de las comunidades vegetales en las distintas épocas del año. La caracterización de la vegetación es importante debido a que la distribución de las especies no es similar y la aparición de una especie puede ser nula o abundante, por tener limitaciones de distribución por algún factor edáfico o climático. De esta forma, la información generada puede ser un medio para hacer propuestas de conservación o regeneración en áreas reducidas o fragmentos de vegetación del matorral (Rosenzweig, 1995), ya que muchos árboles y arbustos del matorral son utilizados como alimento para el ganado y la fauna silvestre (Ramírez, 2009), por lo que se vuelve esencial conocer sus características estructurales en las épocas críticas del año. Es por ello, que el objetivo de la presente investigación radica en evaluar el efecto de la precipitación en la estructura y diversidad de la comunidad vegetal de matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México.

### **I.3. Materiales y métodos**

#### **I.3.1. Área de estudio**

El presente estudio se realizó en una Unidad para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA), perteneciente al

Centro de Investigación en Producción Agropecuaria de la Universidad Autónoma de Nuevo León llevando por nombre: “Centro de Mejoramiento Genético de Venado Cola Blanca”, localizado entre las coordenadas 24°47’9.11” N y 99° 31’ 19.84” O, con una elevación de 350 m y una superficie de 31.2 ha en una fracción de matorral espinoso tamaulipeco, localizada en el municipio de Linares, Nuevo León (Figura I.1).

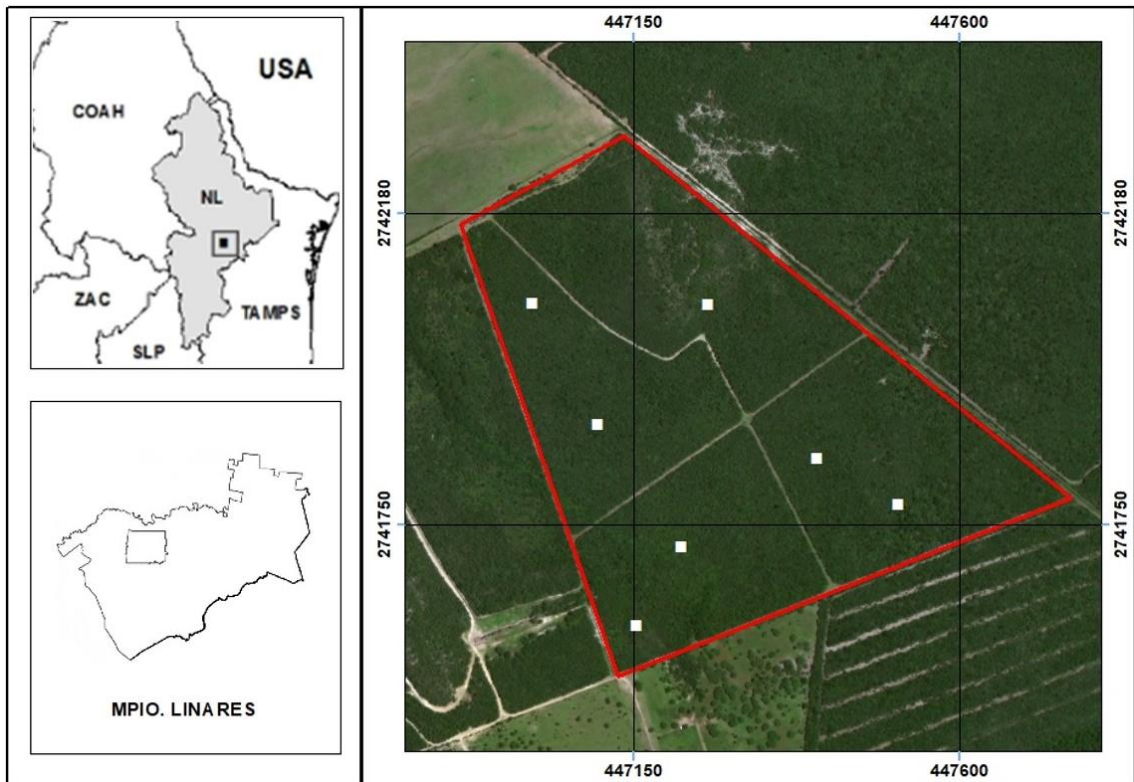


Figura I.1. Localización del área de estudio.

### I.3.2. Análisis de la vegetación

Para cumplir con los objetivos planteados, se seleccionó una UMA de tipo intensivo del noreste de México, en la cual se establecieron siete sitios de muestreo de forma cuadrada de 100 m<sup>2</sup> (10 x 10 m) para evaluar la estructura vegetal del estrato medio (EM) y alto (EA) correspondiente a las especies arbóreas y arbustivas mediante la determinación de la composición y diversidad florística (Canizales-Velázquez *et al.*, 2009) en dos estaciones de muestreo, seca (agosto 2017) y húmeda (octubre 2018).

Para estimar el número de sitios necesarios para el muestreo se implementó el modelo matemático propuesto por Mostacedo & Fredericksen (2000) en base a un pre-muestreo, el cual se describe a continuación:

$$n = \frac{t^2 * CV^2}{E^2 + \frac{t^2 * CV^2}{N}}$$

Donde:

$n$  = Número de unidades muestrales.

$E$  = Error con el que se quiere obtener los valores de un determinado parámetro.

$t$  = Valor tabulado de  $t$  según los grados de libertad de  $(n-1)$ .

$N$  = Total de unidades muestrales en toda la población.

$CV$  = Coeficiente de variación (es necesario realizar un muestreo piloto).

En los sitios de muestreo se realizó un censo de todas las especies, además se registró información dasométrica de altura total ( $h$ ), diámetro basal ( $d_{0.10}$ ) y área de copa ( $AC$ ) en sentido norte-sur y este-oeste la cual será obtenida con la implementación de una cinta métrica midiendo el espacio ocupado por la copa en sentido norte-sur este-oeste. La medición del diámetro se efectuó a 0.10 m sobre el suelo, siendo una medida estándar empleada para especies arbóreas y arbustivas del MET (Alanís-Rodríguez *et al.*, 2008; Jiménez-Pérez *et al.*, 2012), debido a las bifurcaciones que presentan los individuos a mayor altura, resultando más viable tanto práctico como económicamente para realizar una sola medición (Alanís-Rodríguez *et al.*, 2008; Jiménez-Pérez *et al.*, 2012; Marroquín-Castillo *et al.*, 2016).

Para evaluar el estrato bajo (EB) correspondiente a las especies de gramíneas, herbáceas y malezas, se midieron los individuos presentes en dos cuadrantes de 1m<sup>2</sup> (1 x 1m) al ras de suelo con un flexómetro de 3 m, los cuales fueron ubicados dentro de cada sitio de muestreo en sentido norte y sur, dando un total de 14 cuadrantes (Alanís-Rodríguez *et al.*, 2008).

Para cumplir con los objetivos del estudio se determinaron parámetros ecológicos o variables estructurales relativas de abundancia ( $AR_i$ ), dominancia ( $DR_i$ ) y frecuencia ( $FR_i$ ). 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 (Mostacedo & Fredericksen, 2000). Para estimar la diversidad alfa y la riqueza de especies se utilizaron, el índice de Shannon & Wiener ( $H'$ ) y el índice de riqueza de Margalef ( $D_{Mg}$ ).

### I.3.3. Análisis de la información

Las ecuaciones empleadas para realizar los cálculos se describen a continuación:

Para estimar la abundancia relativa se aplicó la siguiente ecuación:

$$A_i = N_i / S \qquad AR_i = \left( \frac{A_i}{\sum_{i=1..n} A_i} \right) * 100$$

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:

$$D_i = Ab_i / S(ha) \qquad DR_i = \left( \frac{D_i}{\sum_{i=1..n} D_i} \right) * 100$$

Donde  $D_i$  es la dominancia absoluta,  $DR_i$  es la dominancia relativa de la especie  $i$  respecto a la abundancia total,  $Ab_i$  es el área de copa de la especie  $i$ , y  $S$  la superficie de muestreo (ha).

La frecuencia relativa se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$F_i = P_i / NS \qquad FR_i = \left( \frac{F_i}{\sum_{i=1..n} F_i} \right) * 100$$

Donde  $F_i$  es la frecuencia absoluta,  $FR_i$  es la frecuencia relativa de la especie  $i$  respecto a la abundancia total,  $P_i$  es el número de sitios en el que está presente la especie  $i$ , y  $NS$  número total de sitios de muestreo (ha).

El índice de valor de importancia ( $IVI$ ) se define como:

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

Para estimar la diversidad alfa, se implementó el índice de Shannon & Wiener (Shannon, 1948) mediante la siguiente ecuación:

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

La riqueza de especies se estimó mediante el índice de Margalef (Clifford & Stephenson, 1975) con la ecuación:

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

Donde  $S$  es el número de especies presentes,  $\ln$  es el logaritmo natural y  $p_i$  es la proporción de las especies,  $n_i$  es el número de individuos de la especie  $i$  y  $N$  es el número total de individuos. Ambos índices cuentan con el mismo significado de variables.

Con el fin de analizar las diferencias en la composición y estructura del MET en las dos estaciones del año se consultaron las bases de datos climáticos de la estación meteorológica perteneciente a la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León, durante el periodo enero 2017 – septiembre 2018.

#### **I.3.4. Análisis estadístico**

Para probar los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas de las variables estructurales de cobertura ( $m$ ), altura ( $h$ ) y diámetro ( $d_{0.10}$ ) de los estratos bajo (EB), medio (EM) y alto (EA) entre las épocas seca y húmeda, los datos registrados en los sitios de muestreo se sometieron a las pruebas estadísticas de Kolmogorov-Smirnov (con la correlación Lilliefors) y Shapiro-Wilk. Los resultados demostraron que los datos no se distribuyeron normalmente, por lo que se utilizó la prueba no paramétrica de U Mann Whitney para detectar diferencias significativas entre las épocas. Todos los procedimientos estadísticos se efectuaron mediante el uso del paquete estadístico SPSS® (*Statistical Package for Social Sciences*, versión estándar lanzada 22.0 para Windows, SPSS Inc., Chicago, IL).

#### **I.4. Resultados**

##### **ÉPOCA SECA (ES)**

##### **Estrato medio - alto**

Se registraron 28 especies pertenecientes a 26 géneros y 16 familias. La familia más representativa fue Fabaceae con siete especies, seguida de Rutaceae y Verbenaceae con 3 y Euphorbiaceae y Rhamnaceae con 2 respectivamente, para las familias restantes sólo se registró una especie. De acuerdo a la forma de vida diecisiete especies fueron arbustivas y once arbóreas (Tabla I.1).

**Tabla I.1.** Nombre científico y común, familia y forma de vida de las especies del estrato medio y alto registradas en el matorral espinoso tamaulipeco del área de estudio en época seca, ordenadas alfabéticamente.

Nombre científico	Nombre común	Familia	Forma de Vida
<i>Acacia berlandieri</i> Benth.	Huajillo	Fabaceae	Arbustiva
<i>Acacia greggii</i> A. Gray	Uña de gato	Fabaceae	Arbórea
<i>Acacia rigidula</i> Benth.	Gavia	Fabaceae	Arbórea
<i>Amyris texana</i> (Buckley) P. Wilson	Barretilla	Rutaceae	Arbustiva
<i>Bernardia myricaefolia</i> (Scheele) S. Watson	Oreja de ratón	Euphorbiaceae	Arbustiva
<i>Castela texana</i> (Torr. & A. Gray) Rose	Chaparro amargoso	Simaroubaceae	Arbustiva
<i>Celtis pallida</i> Torr.	Granjeno	Cannabaceae	Arbustiva
<i>Citharexylum berlandieri</i> B.L. Rob.	Encorba gallina	Verbenaceae	Arbustiva
<i>Condalia hookeri</i> M.C. Johnst.	Brasil	Rhamnaceae	Arbórea
<i>Cordia boissieri</i> A. DC.	Anacahuita	Boraginaceae	Arbórea
<i>Croton incanus</i> Kunth	Salvia	Euphorbiaceae	Arbustiva
<i>Diospyros texana</i> Scheele	Chapote blanco	Ebenaceae	Arbórea
<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	Vara dulce	Fabaceae	Arbórea
<i>Forestiera angustifolia</i> Torr.	Panalero	Oleaceae	Arbustiva
<i>Gochnatia hypoleuca</i> (DC.) A. Gray	Ocotillo	Asteraceae	Arbórea
<i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britton & Rose	Tenaza	Fabaceae	Arbórea
<i>Helietta parvifolia</i> (A. Gray ex Hemsl.) Benth.	Barreta	Rutaceae	Arbórea
<i>Hibiscus martianus</i> Zucc.	Tulipán de monte	Malvaceae	Arbustiva
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Schult.) Zucc.	Coyotillo	Rhamnaceae	Arbustiva
<i>Lantana camara</i> L.	Cinco negritos	Verbenaceae	Arbustiva
<i>Leucophyllum frutescens</i> (Berland.) I.M. Johnst.	Cenizo	Scrophulariaceae	Arbustiva
<i>Lippia graveolens</i> Kunth	Angelitos	Verbenaceae	Arbustiva
<i>Malpighia glabra</i> L.	Manzanita	Malpighiaceae	Arbustiva
<i>Mimosa malacophylla</i> A. Gray	Charrasquillo	Fabaceae	Arbustiva
<i>Randia aculeata</i> L.	Cruceto	Rubiaceae	Arbustiva
<i>Sideroxylon celastrinum</i> (Kunth) T.D. Penn.	Coma	Sapotaceae	Arbórea
<i>Sophora secundiflora</i> (Ortega) Lag. ex DC.	Colorín	Fabaceae	Arbustiva
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	Colima	Rutaceae	Arbórea

La abundancia total fue de 9,329 N.ha<sup>-1</sup>. La especie que presentó mayor abundancia fue *Bernardia myricaefolia* con 1,829 N.ha<sup>-1</sup> que representa el 19.60% de la abundancia total. Las dos especies que le siguen fueron *Citharexylum berlandieri* y *Acacia rigidula*, con 13.32% y 10.72% respectivamente. Las veinticinco especies restantes conforman el 56.36% faltante de dicho valor.

La dominancia de las especies se estimó mediante la cobertura de copa. En general, la cobertura de copa del total de las especies evaluadas presentó  $19,321.34 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ , es decir un 193.21% del área está ocupada totalmente por el dosel de los árboles y arbustos. La especie con mayor dominancia es *Bernardia myricaefolia*, representando el 18.47% de la cobertura total de la vegetación, seguida por *Cordia boissieri* con el 15.48%. Las restantes veintisiete especies representan el 66.05%.

Se registró la presencia de cuatro especies en todos los sitios de muestreo *Havardia pallens*, *Cordia boissieri*, *Acacia rigidula* y *Eysenhardtia polystachya*, con una representatividad de 31.48% de frecuencia relativa, le siguen *Diospyros texana*, *Zanthoxylum fagara* y *Karwinskia humboldtiana* con presencia en 5 de los 7 sitios de muestreo. Las dieciocho especies restantes tienen en conjunto una representatividad de 51.66% presentándose cinco especies en cuatro sitios y las restantes entre uno y tres sitios de muestreo.

La especie con mayor peso ecológico, según el índice de valor de importancia es *Bernardia myricaefolia* con 14.19%, seguido por *Havardia pallens* y *Cordia boissieri* con el 9.56% y 9.36%, respectivamente. Estas tres especies representan el 33.11%. Las especies con menor peso ecológico son *Lippia graveolens* y *Hibiscus martianus*, ambas un valor de 0.43%.

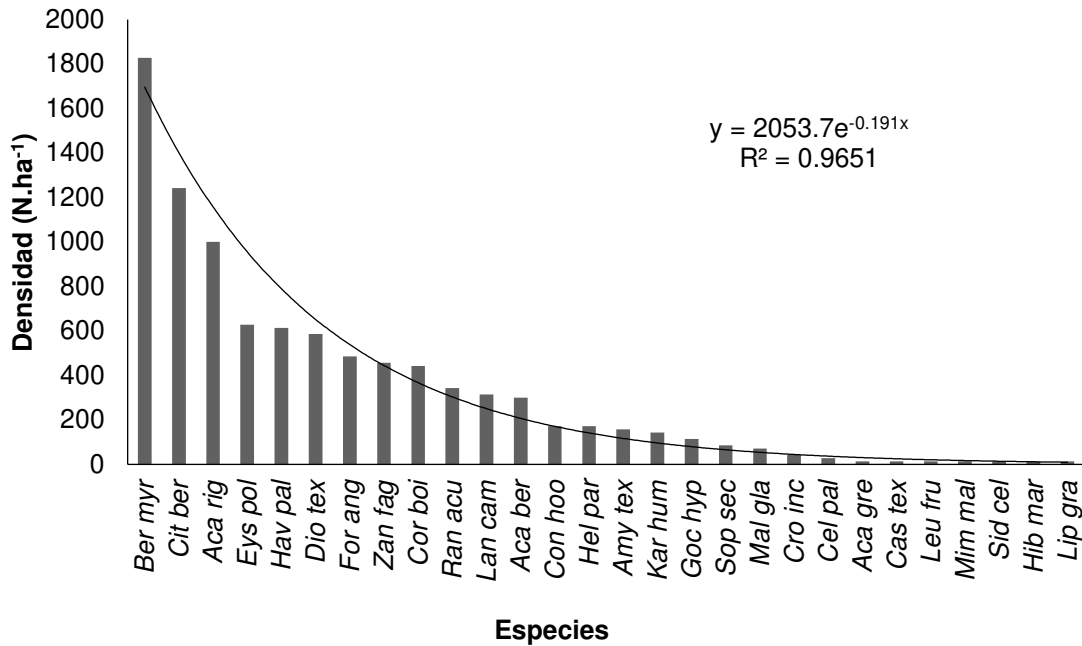


**Tabla I.2.** Abundancia ( $N \cdot ha^{-1}$ ), dominancia ( $m^2 \cdot ha^{-1}$ ), frecuencia e índice de valor de importancia de las especies del estrato medio y alto registradas en el matorral espinoso tamaulipeco del área de estudio en época seca (Ordenadas de acuerdo al índice de valor de importancia).

Nombre científico	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		Valores de importancia	
	$N \cdot ha^{-1}$	%	$m^2 \cdot ha^{-1}$	%	N.Sitio	%	IVI	IVI rel (%)
<i>Bernardia myricaefolia</i>	1829	19.60	3567.85	18.47	4.00	4.49	42.56	14.19
<i>Havardia pallens</i>	614	6.58	2747.50	14.22	7.00	7.87	28.67	9.56
<i>Cordia boissieri</i>	443	4.75	2990.57	15.48	7.00	7.87	28.09	9.36
<i>Acacia rigidula</i>	1000	10.72	1615.06	8.36	7.00	7.87	26.94	8.98
<i>Diospyros texana</i>	586	6.28	1708.79	8.84	5.00	5.62	20.74	6.91
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	629	6.74	1145.52	5.93	7.00	7.87	20.53	6.84
<i>Citharexylum berlandieri</i>	1243	13.32	181.75	0.94	4.00	4.49	18.76	6.25
<i>Forestiera angustifolia</i>	486	5.21	918.12	4.75	4.00	4.49	14.45	4.82
<i>Zanthoxylum fagara</i>	457	4.90	517.84	2.68	5.00	5.62	13.20	4.40
<i>Acacia berlandieri</i>	300	3.22	416.28	2.15	4.00	4.49	9.86	3.29
<i>Helietta parvifolia</i>	171	1.84	858.55	4.44	3.00	3.37	9.65	3.22
<i>Randia aculeata</i>	343	3.68	644.78	3.34	2.00	2.25	9.26	3.09
<i>Condalia hookeri</i>	171	1.84	451.27	2.34	3.00	3.37	7.54	2.51
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	143	1.53	43.30	0.22	5.00	5.62	7.37	2.46
<i>Gochnatia hypoleuca</i>	114	1.23	905.48	4.69	1.00	1.12	7.04	2.35
<i>Amyris texana</i>	157	1.68	164.19	0.85	4.00	4.49	7.03	2.34
<i>Lantana camara</i>	314	3.37	14.73	0.08	3.00	3.37	6.82	2.27
<i>Sophora secundiflora</i>	86	0.92	172.25	0.89	2.00	2.25	4.06	1.35
<i>Croton incanus</i>	43	0.46	16.52	0.09	2.00	2.25	2.79	0.93
<i>Celtis pallida</i>	29	0.31	32.64	0.17	2.00	2.25	2.72	0.91
<i>Malpighia glabra</i>	71	0.77	60.48	0.31	1.00	1.12	2.20	0.73
<i>Acacia greggii</i>	14	0.15	70.65	0.37	1.00	1.12	1.64	0.55
<i>Leucophyllum frutescens</i>	14	0.15	34.74	0.18	1.00	1.12	1.46	0.49
<i>Sideroxylon celastrinum</i>	14	0.15	24.40	0.13	1.00	1.12	1.40	0.47
<i>Mimosa malacophylla</i>	14	0.15	8.68	0.04	1.00	1.12	1.32	0.44
<i>Castela texana</i>	14	0.15	5.81	0.03	1.00	1.12	1.31	0.44
<i>Lippia graveolens</i>	14	0.15	3.52	0.02	1.00	1.12	1.29	0.43
<i>Hibiscus martianus</i>	14	0.15	0.04	0.00	1.00	1.12	1.28	0.43
	<b>9329</b>	<b>100</b>	<b>19321.34</b>	<b>100</b>	<b>7</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>100</b>

Los modelos paramétricos son modelos matemáticos que describen de forma gráfica la relación entre la abundancia y las especies ordenadas en categorías de la más a la menos abundante (Villareal *et al.*, 2006). Según el rango-

abundancia de este estudio corresponde al modelo paramétrico de series logarítmicas, donde se aprecia que hay un pequeño número de especies abundantes y una gran proporción de especies poco abundantes, lo que determina que la curva sea como una jota invertida (Figura I.2), confirmando la superioridad en abundancia de *Bernardia myricaefolia* con 1,829 N.ha<sup>-1</sup>.



**Figura I.2.** Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies del estrato medio y alto en estudio en época seca.

Para la comunidad estudiada se registró un valor de índice de Shannon de  $H' = 2.97$  y de índice de Margalef de  $D_{Mg} = 4.17$ .

### Estrato bajo

Se registraron 5 especies pertenecientes a 4 géneros y 5 familias. Para cada familia se registró una especie. De acuerdo a la forma de vida cuatro especies fueron herbáceas y un pasto (Tabla I.3).

**Tabla I.3.** Nombre científico y común, familia y forma de vida de las especies del estrato bajo registradas en el matorral espinoso tamaulipeco del área de estudio en época seca, ordenadas alfabéticamente.

Nombre científico	Nombre común	Familia	Forma de Vida
<i>Croton cortesianus</i> Kunth	Palillo	Euphorbiaceae	Herbácea
<i>Lepidium virginicum</i> L.	Lentejilla	Brassicaceae	Herbácea
<i>Panicum hallii</i> Vasey	Zacate de monte	Poaceae	Pasto
<i>Plantago virginica</i> L.	Basto	Plantaginaceae	Herbácea
<i>Verbesina microptera</i> DC.	Capitana	Asteraceae	Herbácea

La abundancia total fue de 32,857 N.ha<sup>-1</sup>. La especie que presentó mayor abundancia fue *Verbesina microptera* con 10,714 N.ha<sup>-1</sup> que representa el 32.61% de la abundancia total. Las dos especies que le siguen fueron *Panicum hallii* y *Lepidium virginicum*, con 28.26% y 21.74% respectivamente. Las dos especies restantes conforman el 17.39% faltante de dicho valor.

La dominancia de las especies se estimó mediante la cobertura de copa. En general, la cobertura de copa del total de las especies evaluadas presentó 657.40 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, es decir un 6.57% del área está ocupada por el dosel del estrato herbáceo y el 93.43% de la superficie se encuentra desprovista de vegetación. La especie altamente dominante es *Croton cortesianus*, presentando el 63.66% de la cobertura total de la vegetación, seguida por *Lepidium virginicum* y *Verbesina microptera* con el 17.67% y 11.53% respectivamente. Las restantes dos especies representan el 7.14%.

Las especies con mayor presencia en los sitios de muestreo son *Croton cortesianus* y *Plantago virginica*, con una representatividad de 62.50% de frecuencia relativa. Las tres especies restantes tienen en conjunto una representatividad de 37.50% presentándose únicamente en un sitio de muestreo.

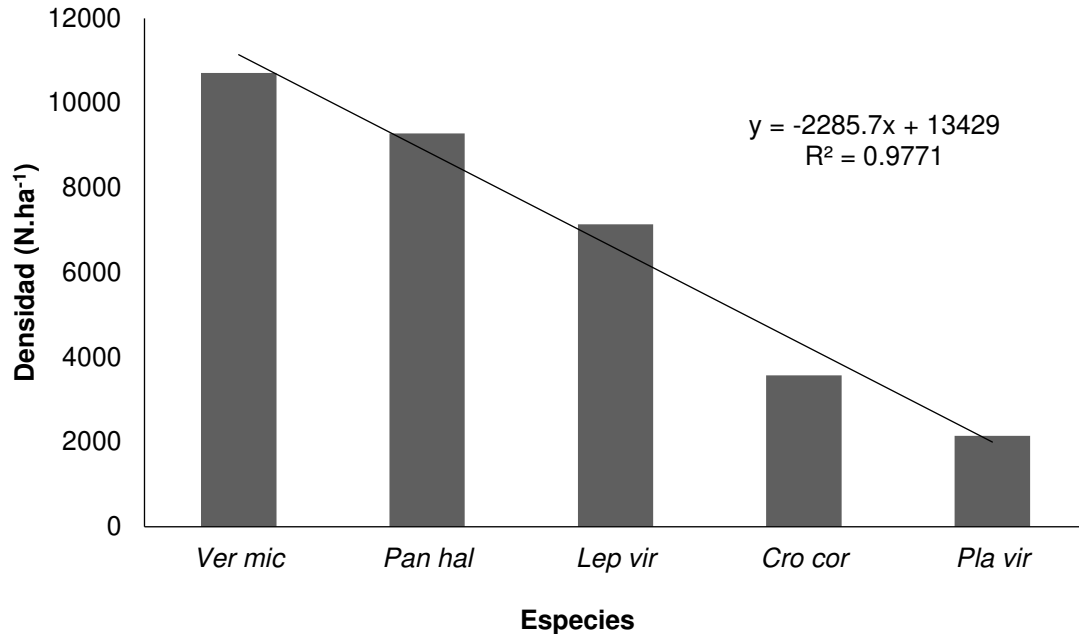
La especie con mayor peso ecológico, según el índice de valor de importancia es *Croton cortesianus* con 37.34%, seguido por *Verbesina microptera* y *Lepidium*

*virginicum* con el 18.88% y 17.30%, respectivamente. Estas tres especies representan el 73.53%. La especie con menor peso ecológico es *Plantago virginica* presentando un valor de 10.60%.

**Tabla I.4.** Abundancia (N.ha<sup>-1</sup>), dominancia (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>), frecuencia (N.Sitio) e índice de valor de importancia de las especies del estrato bajo registradas en el matorral espinoso tamaulipeco del área de estudio en época seca (Ordenadas de acuerdo al índice de valor de importancia).

Nombre científico	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		Valores de importancia	
	N.ha <sup>-1</sup>	%	m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup>	%	N.Sitio	%	IVI	IVI rel (%)
<i>Croton cortesianus</i>	3571	10.87	418.50	63.66	3.00	37.50	112.03	37.34
<i>Verbesina microptera</i>	10714	32.61	75.81	11.53	1.00	12.50	56.64	18.88
<i>Lepidium virginicum</i>	7143	21.74	116.17	17.67	1.00	12.50	51.91	17.30
<i>Panicum hallii</i>	9286	28.26	45.05	6.85	1.00	12.50	47.61	15.87
<i>Plantago virginica</i>	2143	6.52	1.86	0.28	2.00	25.00	31.81	10.60
	<b>32857</b>	<b>100</b>	<b>657.40</b>	<b>100</b>	<b>14</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>100</b>

Según el rango-abundancia, las especies en estudio presentan una distribución logarítmica en la cual se aprecian un menor número de especies abundantes y un mayor número especies poco abundantes. Lo que determina que la curva sea como una jota invertida (Figura I.3).



**Figura I.3.** Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies del estrato bajo en estudio en época seca.

Para la comunidad estudiada se registró un valor de índice de Shannon de  $H' = 1.47$  y de índice de Margalef de  $D_{Mg} = 1.04$ .

## ÉPOCA HUMEDA (EH)

### Estrato medio - alto

Se registraron 30 especies pertenecientes a 26 géneros y 15 familias. La familia más representativa fue Fabaceae con siete especies, seguida de Rutaceae y Verbenaceae con 4, para las familias restantes se registró entre una y dos especies. De acuerdo a la forma de vida dieciocho especies fueron arbustivas y doce arbóreas (Tabla I.5).

**Tabla I.5.** Nombre científico y común, familia y forma de vida de las especies del estrato medio y alto registradas en el matorral espinoso tamaulipeco del área de estudio en época húmeda, ordenadas alfabéticamente.

Nombre científico	Nombre común	Familia	Forma de Vida
<i>Acacia berlandieri</i> Benth.	Huajillo	Fabaceae	Arbustiva
<i>Acacia greggii</i> A. Gray	Uña de gato	Fabaceae	Árborea
<i>Acacia rigidula</i> Benth.	Gavia	Fabaceae	Árborea
<i>Amyris madrensis</i> S. Watson	Barreta china	Rutaceae	Árborea
<i>Amyris texana</i> (Buckley) P. Wilson	Barretilla	Rutaceae	Arbustiva
<i>Bernardia myricaefolia</i> (Scheele) S. Watson	Oreja de ratón	Euphorbiaceae	Arbustiva
<i>Celtis pallida</i> Torr.	Granjeno	Cannabaceae	Arbustiva
<i>Citharexylum berlandieri</i> B.L. Rob.	Encorba gallina	Verbenaceae	Arbustiva
<i>Condalia hookeri</i> M.C. Johnst.	Brasil	Rhamnaceae	Árborea
<i>Cordia boissieri</i> A. DC.	Anacahuita	Boraginaceae	Árborea
<i>Croton incanus</i> Kunth	Salvia	Euphorbiaceae	Arbustiva
<i>Diospyros texana</i> Scheele	Chapote blanco	Ebenaceae	Árborea
<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	Vara dulce	Fabaceae	Árborea
<i>Forestiera angustifolia</i> Torr.	Panalero	Oleaceae	Arbustiva
<i>Gochnatia hypoleuca</i> (DC.) A. Gray	Ocotillo	Asteraceae	Árborea
<i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britton & Rose	Tenaza	Fabaceae	Árborea
<i>Helietta parvifolia</i> (A. Gray ex Hemsl.) Benth.	Barreta	Rutaceae	Árborea
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Schult.) Zucc.	Coyotillo	Rhamnaceae	Arbustiva
<i>Lantana camara</i> L.	Cinco negritos	Verbenaceae	Arbustiva
<i>Lantana macropoda</i> Torr.	Lantana	Verbenaceae	Arbustiva
<i>Leucophyllum frutescens</i> (Berland.) I.M. Johnst.	Cenizo	Scrophulariaceae	Arbustiva
<i>Lippia graveolens</i> Kunth	Angelitos	Verbenaceae	Arbustiva
<i>Malpighia glabra</i> L.	Manzanita	Malpighiaceae	Arbustiva
<i>Mimosa malacophylla</i> A. Gray	Charrasquillo	Fabaceae	Arbustiva
<i>Randia aculeata</i> L.	Cruceto	Rubiaceae	Arbustiva
<i>Salvia ballotiflora</i> Benth.	Angelitos grande	Lamiaceae	Arbustiva
<i>Senecio salignus</i> DC.	Jara de monte	Asteraceae	Arbustiva
<i>Sideroxylon celastrinum</i> (Kunth) T.D. Penn.	Coma	Sapotaceae	Árborea
<i>Sophora secundiflora</i> (Ortega) Lag. ex DC.	Colorín	Fabaceae	Arbustiva
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	Colima	Rutaceae	Árborea

La abundancia total fue de 7,986 N.ha<sup>-1</sup>. La especie que presentó mayor abundancia fue *Bernardia myricaefolia* con 1,714 N.ha<sup>-1</sup> que representa el 21.47% de la abundancia total. Las dos especies que le siguen fueron *Acacia rigidula* y *Randia aculeata*, representando el 15.02% en conjunto, al presentar el

mismo número de individuos. Las veintisiete especies restantes conforman el 63.33% faltante de dicho valor.

La dominancia de las especies se estimó mediante la cobertura de copa. En general, la cobertura de copa del total de las especies evaluadas presentó 19,835.49 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, es decir un 198.35% del área está ocupada totalmente por el dosel de los árboles y arbustos. La especie con mayor dominancia es *Bernardia myricaefolia*, representando el 16.27% de la cobertura total de la vegetación, seguida por *Havardia pallens* y *Acacia rigidula* con el 12.77% y 9.78 respectivamente. Las restantes veintisiete especies representan el 61.18%.

Se registró la presencia de tres especies en todos los sitios de muestreo *Havardia pallens*, *Acacia rigidula* y *Cordia boissieri*, con una representatividad de 21.21% de frecuencia relativa, le siguen *Bernardia myricaefolia*, *Diospyros texana*, *Forestiera angustifolia*, *Zanthoxylum fagara* y *Eysenhardtia polystachya* con presencia en 6 de los 7 sitios de muestreo. Las veintidós especies restantes tienen en conjunto una representatividad de 48.49% presentándose dos especies en cinco sitios y las restantes entre uno y cuatro sitios de muestreo.

La especie con mayor peso ecológico, según el índice de valor de importancia es *Bernardia myricaefolia* con 14.60%, seguido por *Havardia pallens* y *Acacia rigidula* con el 9.06% y 8.12%, respectivamente. Estas tres especies representan el 31.78%. La especie con menor peso ecológico es *Croton incanus* presentando ambas un valor de 0.40%.

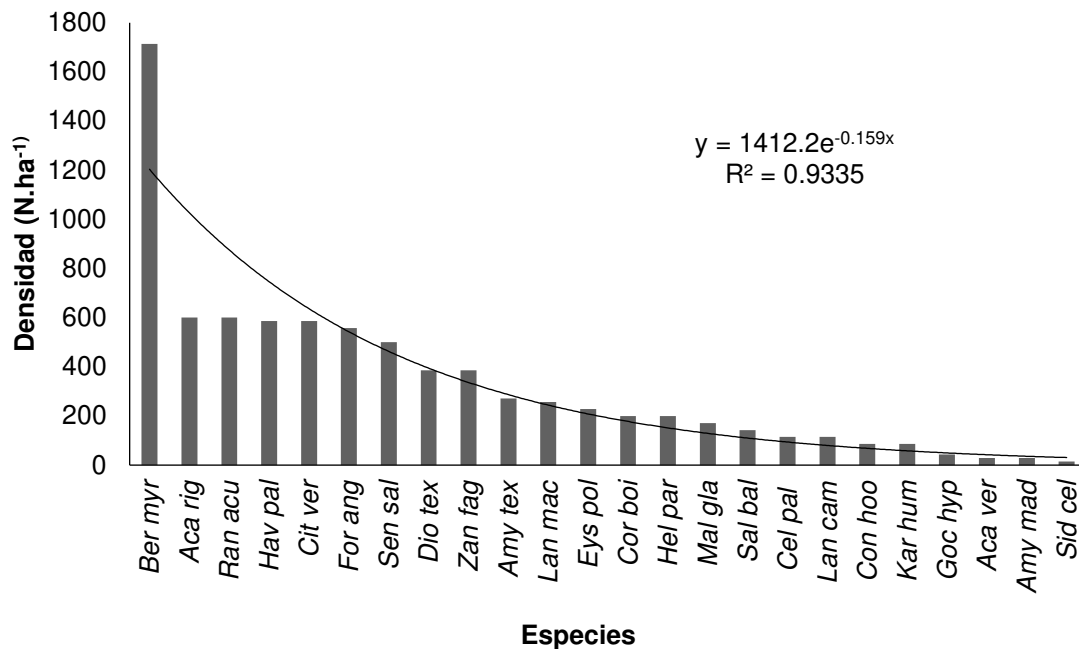
**Tabla I.6.** Abundancia (N.ha<sup>-1</sup>), dominancia (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>), frecuencia (N.Sitio) e índice de valor de importancia de las especies del estrato medio y alto registradas en el matorral espinoso tamaulipeco del área de estudio en época húmeda (Ordenadas de acuerdo al índice de valor de importancia).

Nombre científico	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		Valores de importancia	
	N.ha <sup>-1</sup>	%	m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup>	%	N.Sitio	%	IVI	IVI rel (%)
<i>Bernardia myricaefolia</i>	1714.29	21.47	3226.96	16.27	6.00	6.06	43.80	14.60
<i>Havardia pallens</i>	585.71	7.33	2533.60	12.77	7.00	7.07	27.18	9.06
<i>Acacia rigidula</i>	600.00	7.51	1940.71	9.78	7.00	7.07	24.37	8.12
<i>Cordia boissieri</i>	200.00	2.50	1801.06	9.08	7.00	7.07	18.66	6.22
<i>Diospyros texana</i>	385.71	4.83	1441.57	7.27	6.00	6.06	18.16	6.05
<i>Forestiera angustifolia</i>	557.14	6.98	968.21	4.88	6.00	6.06	17.92	5.97
<i>Helietta parvifolia</i>	200.00	2.50	1931.21	9.74	4.00	4.04	16.28	5.43
<i>Zanthoxylum fagara</i>	385.71	4.83	1019.15	5.14	6.00	6.06	16.03	5.34
<i>Citharexylum berlandieri</i>	585.71	7.33	580.64	2.93	5.00	5.05	15.31	5.10
<i>Randia aculeata</i>	600.00	7.51	665.16	3.35	4.00	4.04	14.91	4.97
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	228.57	2.86	669.16	3.37	6.00	6.06	12.30	4.10
<i>Senecio salignus</i>	500.00	6.26	77.62	0.39	3.00	3.03	9.68	3.23
<i>Amyris texana</i>	271.43	3.40	224.53	1.13	4.00	4.04	8.57	2.86
<i>Celtis pallida</i>	114.29	1.43	197.96	1.00	5.00	5.05	7.48	2.49
<i>Gochnatia hypoleuca</i>	42.86	0.54	822.52	4.15	2.00	2.02	6.70	2.23
<i>Condalia hookeri</i>	85.71	1.07	685.77	3.46	2.00	2.02	6.55	2.18
<i>Lantana macropoda</i>	257.14	3.22	90.14	0.45	2.00	2.02	5.69	1.90
<i>Malpighia glabra</i>	171.43	2.15	285.07	1.44	2.00	2.02	5.60	1.87
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	85.71	1.07	30.92	0.16	3.00	3.03	4.26	1.42
<i>Salvia ballotiflora</i>	142.86	1.79	58.76	0.30	2.00	2.02	4.11	1.37
<i>Sideroxylon celastrinum</i>	14.29	0.18	352.94	1.78	1.00	1.01	2.97	0.99
<i>Lantana camara</i>	114.29	1.43	57.00	0.29	1.00	1.01	2.73	0.91
<i>Acacia berlandieri</i>	28.57	0.36	35.72	0.18	1.00	1.01	1.55	0.52
<i>Amyris madrensis</i>	28.57	0.36	10.37	0.05	1.00	1.01	1.42	0.47
<i>Leucophyllum frutescens</i>	14.29	0.18	37.76	0.19	1.00	1.01	1.38	0.46
<i>Lippia graveolens</i>	14.29	0.18	34.54	0.17	1.00	1.01	1.36	0.45
<i>Acacia greggii</i>	14.29	0.18	33.76	0.17	1.00	1.01	1.36	0.45
<i>Sophora secundiflora</i>	14.29	0.18	13.69	0.07	1.00	1.01	1.26	0.42
<i>Mimosa malacophylla</i>	14.29	0.18	8.10	0.04	1.00	1.01	1.23	0.41
<i>Croton incanus</i>	14.29	0.18	0.88	0.00	1.00	1.01	1.19	0.40
	<b>7986</b>	<b>100</b>	<b>19835.49</b>	<b>100</b>	<b>7</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>100</b>

Según el rango-abundancia del presente estudio, las especies en estudio presentan una distribución tipo geométrico, de acuerdo a este modelo, la



comunidad está compuesta por pocas especies muy abundantes y las restantes prácticamente escasas. El modelo supone que las especies difieren marcadamente en su dominancia competitiva, de manera que la especie más dominante ocupa una fracción grande del nicho y las demás especies deben distribuirse lo que queda. Para este estudio la única especie que presentó una abundancia alta fue *Bernardia myricaefolia* con 1,714.29 N.ha<sup>-1</sup> (Figura I.4).



**Figura I.4.** Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies del estrato medio y alto en estudio en época húmeda.

Para la comunidad estudiada se registró un valor de índice de Shannon de  $H' = 2.79$  y de índice de Margalef de  $D_{Mg} = 4.58$ .

### Estrato bajo

Se registraron 7 especies pertenecientes a 6 géneros y 5 familias. La familia más representativa fue Asteraceae con tres especies, para las familias restantes sólo se registró una especie. De acuerdo a la forma de vida seis especies fueron herbáceas y un pasto (Tabla I.7).

**Tabla I.7.** Nombre científico y común, familia y forma de vida de las especies del estrato bajo registradas en el matorral espinoso tamaulipeco del área de estudio en época húmeda, ordenadas alfabéticamente.

Nombre científico	Nombre común	Familia	Forma de Vida
<i>Croton cortesianus</i> Kunth	Palillo	Euphorbiaceae	Herbácea
<i>Viguiera stenoloba</i> S.F. Blake	Viguiera	Asteraceae	Herbácea
<i>Verbesina occidentalis</i> (L.) Walter	Falsa capitana	Asteraceae	Herbácea
<i>Verbesina microptera</i> DC.	Capitana	Asteraceae	Herbácea
<i>Lepidium virginicum</i> L.	Lentejilla	Brassicaceae	Herbácea
<i>Panicum hallii</i> Vasey	Zacate de monte	Poaceae	Pasto
<i>Plantago virginica</i> L.	Basto	Plantaginaceae	Herbácea

La abundancia total fue de 50,714 N.ha<sup>-1</sup>. La especie que presentó mayor abundancia fue *Verbesina occidentalis* con 15,000 N.ha<sup>-1</sup> que representa el 29.58% de la abundancia total. Las dos especies que le siguen fueron *Panicum hallii* y *Plantago virginica*, con 21.13% y 19.72% respectivamente. Las siete especies restantes conforman el 29.57% faltante de dicho valor.

La dominancia de las especies se estimó mediante la cobertura de copa. En general, la cobertura de copa del total de las especies evaluadas presentó 1,883.97 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, es decir un 18.84% del área está ocupada por el dosel del estrato herbáceo y el 81.16% de la superficie se encuentra desprovista de vegetación. La especie altamente dominante es *Panicum hallii*, presentando el 36.21% de la cobertura total de la vegetación, seguida por *Verbesina occidentalis* y *Viguiera stenoloba* con el 35.95% y 13.61% respectivamente. Las restantes cuatro especies representan el 14.23%.

Las especies con mayor presencia en los sitios de muestreo son *Verbesina Occidentalis* y *Plantago virginica*, con una representatividad de 50.00% de frecuencia relativa, seguidas por *Panicum hallii*, *Lepidium virginicum* y *Croton cortesianus* con presencia en 2 de los 7 sitios de muestreo. Las dos especies

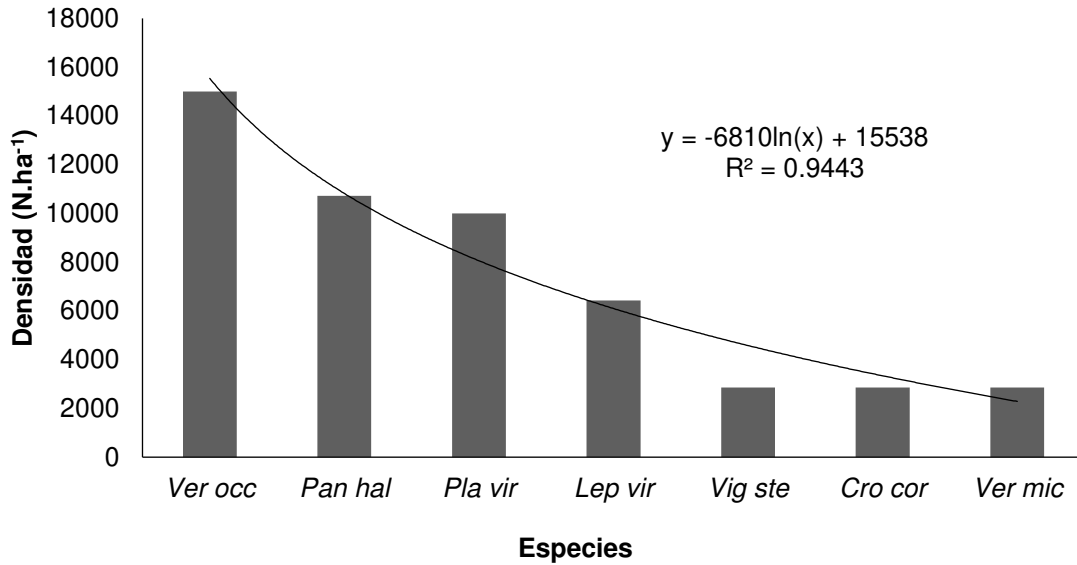
restantes tienen en conjunto una representatividad de 12.50% presentándose únicamente en un sitio de muestreo.

La especie con mayor peso ecológico, según el índice de valor de importancia es *Verbesina occidentalis* con 30.18%, seguido por *Panicum hallii* y *Plantago virginica* con el 23.28% y 16.01%, respectivamente. Estas tres especies representan el 69.46%. La especie con menor peso ecológico es *Verbesina microptera* presentando un valor de 4.69%.

**Tabla I.8.** Abundancia (N.ha<sup>-1</sup>), dominancia (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>), frecuencia (N.Sitio) e índice de valor de importancia de las especies del estrato bajo registradas en el matorral espinoso tamaulipeco del área de estudio en época húmeda (Ordenadas de acuerdo al índice de valor de importancia).

Nombre científico	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		Valores de importancia	
	N.ha <sup>-1</sup>	%	m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup>	%	N-Sitio	%	IVI	IVI rel (%)
<i>Verbesina occidentalis</i>	15000.00	29.58	677.26	35.95	4	25.00	90.53	30.18
<i>Panicum hallii</i>	10714.29	21.13	682.25	36.21	2	12.50	69.84	23.28
<i>Plantago virginica</i>	10000.00	19.72	62.34	3.31	4	25.00	48.03	16.01
<i>Lepidium virginicum</i>	6428.57	12.68	26.76	1.42	2	12.50	26.60	8.87
<i>Viguiera stenoloba</i>	2857.14	5.63	256.33	13.61	1	6.25	25.49	8.50
<i>Croton cortesianus</i>	2857.14	5.63	137.81	7.31	2	12.50	25.45	8.48
<i>Verbesina microptera</i>	2857.14	5.63	41.23	2.19	1	6.25	14.07	4.69
	<b>50714</b>	<b>100</b>	<b>1883.97</b>	<b>100</b>	<b>14</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>100</b>

Según el rango-abundancia, las especies en estudio presentan una distribución logarítmica en la cual se aprecian un menor número de especies abundantes y un mayor número especies poco abundantes. Lo que determina que la curva sea como una jota invertida (Figura I.5).



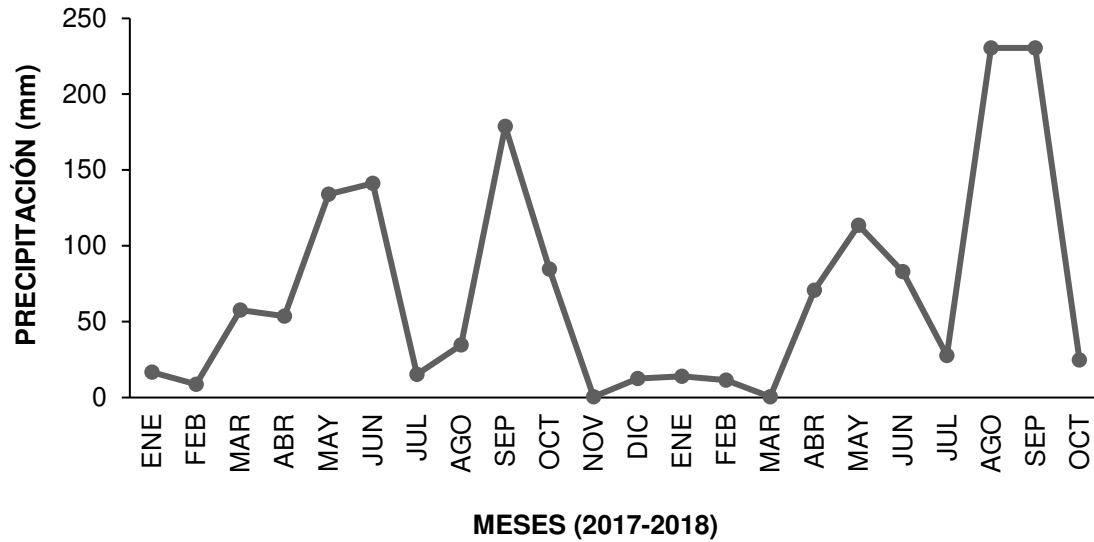
**Figura I.5.** Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies del estrato bajo en estudio en época húmeda.

Para la comunidad estudiada se registró un valor de índice de Shannon de  $H' = 1.76$  y de índice de Margalef de  $D_{Mg} = 1.41$ .

### Registros de precipitación 2007-2008

Los datos de la distribución de la precipitación acumulada por mes del año 2017-2018 registrados en la estación meteorológica perteneciente a la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL, muestran dos picos de alta precipitación por año, en la cual se destacan los meses de mayo (134.09 mm), junio (141.19 mm) y septiembre (178.79 mm), correspondientes al año 2017 y mayo (113.53 mm), agosto (230.54 mm) y septiembre (230.54 mm) al 2018 (Figura I.6)

El acumulado de precipitación para el año 2017 fue de 738.58 mm, mientras que para el año 2018 fue de 806.65 mm. Debido a lo anterior es importante señalar que el muestreo de la época seca para la presente investigación se realizó en el mes de agosto de 2017 y el de la época húmeda en el mes de septiembre de 2018.



**Figura I.6.** Modelo de la distribución de la precipitación acumulada por mes durante el periodo enero 2017 a octubre de 2018 para el área de estudio.

## Análisis estadístico

### Estrato medio-alto

Los resultados de la prueba de U Mann-Whitney del área de estudio indican que no existe diferencia estadística significativa para las variables estructurales de cobertura ( $Z = -2.411$ ,  $p = 0.160$ ) y altura ( $Z = -1.098$ ,  $p = 0.2720$ ), encontrando solo diferencia estadística para la variable diámetro ( $Z = -3.807$ ,  $p = 0.0001$ ), entre épocas para el estrato medio y alto (Tabla I.9).

**Tabla I.9.** Resultados de la prueba de U Mann-Whitney del estrato medio y alto en las épocas seca y húmeda.

	Cobertura (m)	Altura (h)	Diámetro ( $d_{0.10}$ )
<b>U de Mann-Whitney</b>	168174.500	176163.500	159894.500
W de Wilcoxon	381705.500	389694.500	316974.500
Z	-2.411	-1.098	-3.807
Sig. asintótica (bilateral)	.0160	.2720	0.0001

Variable de agrupación: ÉPOCA (ES. Época seca – EH. Época húmeda)

Las características básicas de los datos en términos cuantitativos nos muestran que a pesar de no encontrar una diferencia estadística significativa al realizar la prueba de U- Mann-Whitney la cobertura de la vegetación presentó un ligero aumento entre la época seca ( $\mu= 1.2367$  m) y la húmeda ( $\mu= 1.3713$  m), el cual se infiere que se debe al incremento de la precipitación de la zona, siendo el mismo caso para la variable altura (ES  $\mu= 2.0456$  m y EH  $\mu= 2.0782$  m). No obstante, el diámetro si presentó diferencias estadísticas significativas, las cuales se reflejan en el aumento del valor de la media de la época seca ( $\mu= 0.0309$  m) con respecto a la húmeda ( $\mu= 0.0260$  m), en la cual debido al déficit hídrico entre las temporadas se presentó una disminución de individuos, trayendo consigo para la siguiente época una alta presencia de clases diamétricas menores a causa de la precipitación, lo cual muestra un estado de regeneración activo del MET (Figura I.6 y Tabla I.10).

**Tabla I.10.** Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney del estrato medio y alto en las épocas seca y húmeda.

Época	Variable	N	V. Mín.	V. Máx.	$\mu$	$\sigma$	Sig.
ES	Cobertura ( <i>m</i> )	653	0.0200	5.6500	1.2367	1.0540	0.0160
EH		560	0.0200	7.3500	1.3713	1.1322	
ES	Altura ( <i>h</i> )	653	0.0100	7.3000	2.0456	1.6894	0.2720
EH		560	0.0200	9.0000	2.0782	1.5885	
ES	Diámetro ( <i>d<sub>0.10</sub></i> )	653	0.0100	0.1900	0.0309	0.0323	0.0001
EH		560	0.0100	0.2000	0.0260	0.0268	

ES. Época seca, EH. Época húmeda, N. Número de individuos, V.Mín. Valores mínimos, V.Máx. Valores máximos,  $\mu$ . Media,  $\sigma$ . Desviación estándar, Sig. Significancia

### Estrato bajo

El análisis estadístico de la prueba de U Mann-Whitney indica que existe diferencia estadística significativa entre las variables estructurales de cobertura ( $Z= -3.834$ ,  $p= 0.000126$ ) y altura ( $Z= -3.386$ ,  $p= 0.001$ ) entre épocas para el estrato bajo (Tabla I.11).

**Tabla I.11.** Resultados de la prueba de U Mann-Whitney del estrato bajo en las épocas seca y húmeda.

	Cobertura (m)	Altura (h)
<b>U de Mann-Whitney</b>	1275	1371
W de Wilcoxon	3045	3141
Z	-3.834	-3.386
Sig. asintótica (bilateral)	0.000126	0.001

Variable de agrupación: EPOCA (ES. Época seca – EH. Época húmeda)

En general en términos cuantitativos para ambas variables estructurales de la vegetación se presentó un aumento entre la época seca y la húmeda. Presentando valores de  $\mu = 0.1055$  m y  $0.1785$  m para la cobertura y de  $\mu = 0.1322$  m y  $0.2469$  m para altura, influenciados directamente por el incremento de la precipitación entre épocas (Figura I.6 y Tabla I.12).

**Tabla I.12.** Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney del estrato bajo en las épocas seca y húmeda.

Época	Variable	N	V. Mín.	V. Máx.	$\mu$	$\sigma$	Sig.
ES	Cobertura (m)	59	0.0200	0.6300	0.1055	0.0811	0.000126
EH		71	0.0300	0.6000	0.1785	0.1253	
ES	Altura (h)	59	0.0200	0.7000	0.1322	0.1185	0.001
EH		71	0.0100	0.9800	0.2469	0.2001	

ES. Época seca, EH. Época húmeda, N. Número de individuos, V.Mín. Valores mínimos, V.Máx. Valores máximos,  $\mu$ . Media,  $\sigma$ . Desviación estándar, Sig. Significancia

## I.5. Discusión

### ***Estrato medio - alto***

De acuerdo a nuestros análisis, la familia Fabaceae es la más representativa en el área de estudio en ambas épocas. Este resultado concuerda con los obtenidos en otros estudios que sugieren que las comunidades vegetales del MET tanto maduras como las registradas por Mora *et al.* (2013a) y González *et al.* (2010) como regeneradas después de alteraciones antropogénicas publicadas por,

Alanís *et al.* (2008), Jiménez *et al.* (2009), Pequeño-Ledezma *et al.* (2012), Jiménez *et al.* (2012), Alanís *et al.* (2013), Molina-Guerra *et al.* (2013), Mora *et al.* (2013b), Mora-Donjuán *et al.* (2014), Yerena *et al.* (2014) y Leal-Elizondo *et al.* (2018) presentan a las Fabaceae como las más representativas ya que son las más diversas y se encuentran distribuidas en todas las comunidades vegetales de Nuevo León (Estrada *et al.*, 2004).

La gran presencia de esta familia podría deberse a su capacidad para competir con otras por los recursos del ecosistema, tal como lo documentan López *et al.* (2010), González *et al.* (2011) y González-Rodríguez *et al.* (2011) al explicar que son más tolerantes al déficit hídrico-edáfico ya que presentan valores más altos en el potencial hídrico del xilema al pre-amanecer y al mediodía, bajo condiciones de falta de agua.

*Abundancia.* En la presente investigación se registraron 28 y 30 especies para las épocas seca y húmeda respectivamente, número similar a lo registrado por Mora *et al.* (2013a), Domínguez-Gómez *et al.* (2013) y Ramírez-Lozano *et al.* (2013) quienes también evaluaron comunidades vegetales maduras del matorral espinoso tamaulipeco. Las comunidades vegetales con disturbio antropogénico como las evaluadas por Alanís *et al.* (2008), Jiménez *et al.* (2009), Pequeño-Ledezma *et al.* (2012), Jiménez *et al.* (2012), Alanís *et al.* (2013), Molina-Guerra *et al.* (2013), Mora *et al.* (2013b), Mora-Donjuán *et al.* (2014), Yerena *et al.* (2014) y Leal-Elizondo *et al.* (2018) presentan la mitad de las especies de este estudio, debido a que aún se encuentran en estadíos iniciales o intermedios de sucesión ecológica (Alanís *et al.*, 2013).

Asimismo, se observó que *Bernardia myricaefolia* fue la especie que presentó mayor densidad poblacional en ambas épocas con valores de 1,829 N.ha<sup>-1</sup> y 1,714 N.ha<sup>-1</sup> para las épocas seca y húmeda respectivamente. Esta información concuerda con los resultados obtenidos por Ramírez-Lozano *et al.* (2013), quienes también evaluaron comunidades vegetales maduras del MET.



La alta presencia de esta especie se podría considerar a su adaptabilidad y tolerancia a la sequía (González-Rodríguez y Cantú-Silva, 2001).

Es importante destacar que dicha especie se considera un componente prominente de la dieta del venado cola blanca texano (*Odocoileus virginianus texanus*) debido a sus altas concentraciones de minerales en la época de verano la cual nos indica por su alta densidad en el área de estudio (Ramírez *et al.*, 2006).

Con respecto a las especies con mayor número de individuos por hectárea, nuestros resultados coinciden con los de Ramírez-Lozano *et al.* (2013), quienes evaluaron en época de verano la composición y diversidad de cuatro sitios del noreste de México en el cual, el sitio 3 (S3) pertenece a una fracción de matorral espinoso tamaulipeco, donde registraron a las especies *Bernardia myricaefolia* y *Acacia rigidula* en primero y tercer lugar con los valores más altos (700 N.ha<sup>-1</sup> y 330 N.ha<sup>-1</sup> respectivamente), no obstante dichos valores son inferiores a los estimados en el presente estudio para ambas épocas (ES= 1,829 N.ha<sup>-1</sup> y 1000 N.ha<sup>-1</sup> y EH= 1,714 N.ha<sup>-1</sup> y 600 N.ha<sup>-1</sup> respectivamente).

Por otro lado, difieren a los resultados obtenidos por Domínguez-Gómez *et al.* (2013) en una porción del matorral espinoso tamaulipeco en época seca, donde registraron a *Bernardia myricaefolia* como una de las especies menos abundantes con un valor del 0.2% de representatividad.

No obstante, según Ramírez-Lozano *et al.* (2013) los factores climatológicos y topográficos tienen influencia sobre la composición vegetal y por ende a los datos registrados en los sitios evaluados.

*Dominancia.* Mora *et al.* (2013a) y Ramírez-Lozano *et al.* (2013) reportan que la cobertura de copa del matorral espinoso tamaulipeco sin registro de actividades productivas (comunidad madura) presenta valores de 13, 973 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> y 13, 527

m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> respectivamente, lo cual muestra que el valor obtenido en esta investigación en ambas épocas es mayor (ES=19,303.05 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> y EH= 19,835.49 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>), indicando una cobertura superior al 100% y por lo tanto una considerable sobreposición de las copas. Las especies dominantes en el área de estudio son tanto para época seca como para húmeda son *Bernardia myricaefolia* (ES= 18.47% y EH= 16.27%), *Cordia boissieri* (ES= 15.48% y EH= 9.08%), *Havardia pallens* (ES= 14.22% y EH= 12.77%) y *Acacia rigidula* (ES= 8.36% y EH= 9.78%), siendo *Bernardia myricaefolia* y *Cordia boissieri* las mismas especies registradas por Ramírez-Lozano *et al.* (2013) pero con valores menores 12.40% y 13.10% respectivamente. Esta similitud en las especies y porcentajes podría deberse a que ambos estudios evaluaron comunidades vegetales maduras del MET en ambas épocas del año.

*Frecuencia.* En cuanto a la frecuencia, nuestros resultados concuerdan con otros estudios, principalmente por aquellos observados por Mora *et al.* (2013a) quienes evaluaron la estructura, composición florística y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco en Linares, Nuevo León y encontraron a las especies *Havardia pallens*, *Cordia boissieri* en todos los sitios de muestreo. Aunado a lo anterior Ramírez-Lozano *et al.* (2013) presenta a *Havardia pallens* como la especie más frecuente, pero con valores mayores (9.8%) a los registrados en nuestro estudio (ES= 7.87% y EH= 7.07); además, indica que *Bernardia myricaefolia* al igual que en nuestro estudio de época húmeda es la segunda especie más frecuente con valores de 6.06%. No obstante, en la investigación registrada por Domínguez-Gómez *et al.* (2013) se presenta a *Bernardia myricaefolia* como la especie con valores porcentuales de frecuencia muy bajos (0.9%).

*Índice de valor de importancia (IVI).* La especie con mayor peso ecológico observada en este estudio fue *Bernardia myricaefolia*, este resultado es similar al registrado por Ramírez-Lozano *et al.* (2013) para una fracción del matorral espinoso tamaulipeco registrado como sitio 3 (S3) en el noreste de México. A su

vez, esta especie es la que presenta una mayor presencia en un área de ganadería extensiva según lo registrado por Alanís *et al.* (2008).

*Índice de Shannon-Wiener (H')*. El índice de Shannon obtenido en este estudio para la época seca y húmeda fue de 2.97 y 2.79 respectivamente, este valor es alto comparado con el estudio de (Mora *et al.*, 2013a) el cual presentó un valor de 1.94. No obstante este valor es similar a los registrados por Domínguez-Gómez *et al.* (2013) y Ramírez-Lozano *et al.* (2013) en una comunidad vegetal madura del MET. También este valor es superior si se compara con resultados obtenidos en otros matorrales del noreste de México, pero con diferente historial de uso productivo (Alanís-Rodríguez *et al.*, 2015; Canizales-Velázquez *et al.*, 2009; Mora-Donjuán *et al.*, 2014; Jiménez *et al.*, 2009 y Leal-Elizondo *et al.*, 2018).

La diversidad en los sitios de muestreo en general es caracterizada como intermedia en comparación con determinaciones similares obtenidas en análisis tipo para la región (González-Rodríguez *et al.*, 2010). Lo anterior pudiera significar que el ecosistema de esa región tiene relevancia ecológica media, con fuertes variaciones en la tendencia de la diversidad de las especies, debida en parte a las condiciones climáticas, físicas y ecológicas del hábitat de la región (Alanís *et al.*, 2008).

*Índice de Margalef (D<sub>Mg</sub>)*. El índice de Margalef obtenido en este estudio fue de 4.17 y 4.58 para las épocas seca y húmeda respectivamente, este valor es alto comparado a la comunidad vegetal madura del MET evaluadas por Mora *et al.* (2013a) las cuales presentan un valor de 2.26.

### ***Estrato bajo***

La información recabada correspondiente al presente estrato es de gran valor ya que en la actualidad se cuentan con pocos documentos publicados en los que se plantee su evaluación y el estatus de su estructura por épocas del año de manera

cuantitativa y cualitativa. Otorgando a la sociedad científica y técnicos especialistas, información fundamental para generar planes de manejo para las UMA de la región noreste con vegetación de tipo matorral espinoso tamaulipeco.

Las herbáceas son el grupo de plantas de mayor preferencia de consumo por el venado cola blanca texano que habita en el noreste de México por su valor nutritivo y digestibilidad, no obstante, el déficit de humedad en el suelo las hace escasas en el agostadero la mayor parte del año, por lo que el venado tiene que hacer un uso mayor de las plantas arbustivas para satisfacer sus requerimientos nutricionales (Ramírez-Lozano *et al.*, 2012).

La importancia ecológica de los pastos que se desarrollan en zonas áridas y semiáridas se debe a su capacidad de soportar períodos largos de sequía, sin embargo, la madurez de la planta es un factor limitante de la calidad del forraje (Ramírez-Lozano *et al.*, 2012).

Ramírez *et al.* (1997) y Ramírez-Lozano *et al.* (2012) reportan a la especie *Panicum hallii*, como uno de los pastos nativos preferidos por el venado en el noreste de México, siendo el único pasto registrado en nuestra área de estudio en época seca y húmeda con un valor de importancia de 15.87% y 23.28% respectivamente. Sin embargo, el venado no hace un uso intensivo de ellos debido en gran parte a sus hábitos alimenticios (ramoneo). Por otro lado, Machado *et al.* (1999) indica que en Cuba existen 71 especies del género *Panicum*, el cual es considerado con valor forrajero alto y es de los 22 géneros más importantes implementados en la nutrición animal.

En base a los resultados estadísticos obtenidos por la prueba de U de Mann-Whitney, para el estrato alto, medio y bajo del matorral espinoso tamaulipeco se presentó un aumento significativo en las variables estructurales en función del incremento de la precipitación entre las épocas. No obstante, es importante destacar el efecto positivo en la estructura o bien en el aumento en cobertura y

altura de especies arbustivas, herbáceas y pastos, ya que representan una fuente sustancial de alimento para la fauna silvestre, representando una alternativa de alimentación a bajo costo para los propietarios de ranchos diversificados y UMA del noreste de México.

## CAPÍTULO II.

### Estimación de la capacidad de carga del hábitat del venado (*Odocoileus virginianus texanus*) durante las épocas seca y húmeda en el noreste de México



Fotografía de una fracción del matorral espinoso tamaulipeco tomada en la UMA denominada “Centro de Mejoramiento Genético del Venado Cola Blanca”, Linares, Nuevo León.

Leal, E.N.A; S.J.I. Uvalle, R.E. Alanís, A.C.M. Cantú, D.A.J. García, 2018. “Estimación de la capacidad de carga del hábitat del venado (*Odocoileus virginianus texanus*) durante las épocas seca y húmeda en el noreste de México”. Revista Agrociencia. (A someter).

## CAPITULO II

### **Estimación de la capacidad de carga del hábitat del venado (*Odocoileus virginianus texanus*) durante las épocas seca y húmeda en el noreste de México**

#### **II.1. Resumen**

El objetivo del manejo de las áreas de pastoreo es obtener la máxima producción animal sostenida. Para lograrlo, el principal factor a manejar es la capacidad de carga. El presente estudio se llevó a cabo en una unidad de manejo intensiva del noreste de México; evaluando: la producción de biomasa y capacidad de carga del matorral espinoso tamaulipeco en dos estaciones de muestreo (seca y húmeda). Se establecieron siete sitios de muestreo de 50 m<sup>2</sup> para el estrato alto (EA) y siete de 25 m<sup>2</sup> para el medio (EM). En cada sitio se registró en base al método de Adelaide el número de repeticiones por especie de la unidad muestral y posteriormente se colectó para secarla en estufa a 65° y conocer su peso en gramos (g). Para el estrato bajo (EB) se establecieron catorce parcelas de muestreo de 1 m<sup>2</sup> de corte total para cada estación. La producción de biomasa total disponible para la época seca y húmeda es de 955.93 y 343.49 kg.ha<sup>-1</sup>, siendo el principal aportador para ambas el estrato alto. La capacidad de carga de venados estimada para el área de estudio fue de 25.94 y 9.32 animales en las 31.2 ha respectivamente. La Prueba de U Mann Whitney y t-Student mostraron que existen diferencias significativas entre las épocas respecto a la variable de producción de biomasa (kg.ha<sup>-1</sup>) por estrato; siendo la época seca la que presentó los valores más altos. En general en ambas épocas se presenta una buena condición de agostadero reflejada en su alta producción forrajera.

#### **II.2. Introducción**

El matorral xerófilo constituye el tipo de vegetación mejor representado en el norte de México, siendo el estado de Nuevo León el que presenta una mayor cobertura con un 54.6% de su superficie (Rzedowski, 2006; Palacio-Prieto *et al.*, 2000).

En el noreste de Nuevo León las características de clima y suelo favorecen a la formación de diversas comunidades vegetales (Moya *et al.*, 2002) como es el matorral espinoso tamaulipeco (González-Medrano, 2004) en el cual se localiza el área de estudio de la presente investigación, cuyas características principales son: ser fuente fundamental de forraje y asegurar una dieta nutritiva para la fauna silvestre y ganado (Ramírez *et al.*, 2008), debido a que los árboles y arbustos de dichas comunidades presentan hojas verdes durante la mayor parte del año, con un alto contenido de proteína, a diferencia de las herbáceas y zacates en pastizales que son fuentes importantes de forraje solo en temporadas de lluvia (Moya, 2002), además su consumo representa un bajo costo para los propietarios de ranchos diversificados (Von, 1996).

No obstante, el manejo inadecuado por el desconocimiento del potencial de los ecosistemas por época del año ha ocasionado en las últimas décadas un deterioro de los mismos, viéndose reflejado un decremento en la conformación física y el comportamiento productivo de la fauna silvestre y el ganado debido al bajo contenido proteico de las plantas, bajo consumo de energía por el alto contenido de fibras en los forrajes y deficiencias de minerales y vitaminas (Corah, 1996 y McDowell, 1996).

Es por ello, que el objetivo del presente estudio radica en la estimación de la producción de biomasa y capacidad de carga del matorral espinoso tamaulipeco durante las épocas seca y húmeda, para la obtención de información valiosa hacia el manejo en cuestiones de mejoramiento de hábitat en las UMA del noreste de México.

## **II.3. Materiales y Métodos**

### **II.3.1. Área de estudio**

El presente estudio se realizó en una Unidad para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA), perteneciente al Centro de Investigación en Producción Agropecuaria de la Universidad Autónoma



de Nuevo León llevando por nombre: “Centro de Mejoramiento Genético de Venado Cola Blanca”, localizado entre las coordenadas 24°47’9.11” N y 99° 31’ 19.84” O, con una elevación de 350 m y una superficie de 31.2 ha en una fracción de matorral espinoso tamaulipeco, localizada en el municipio de Linares, Nuevo León (Figura II.1).

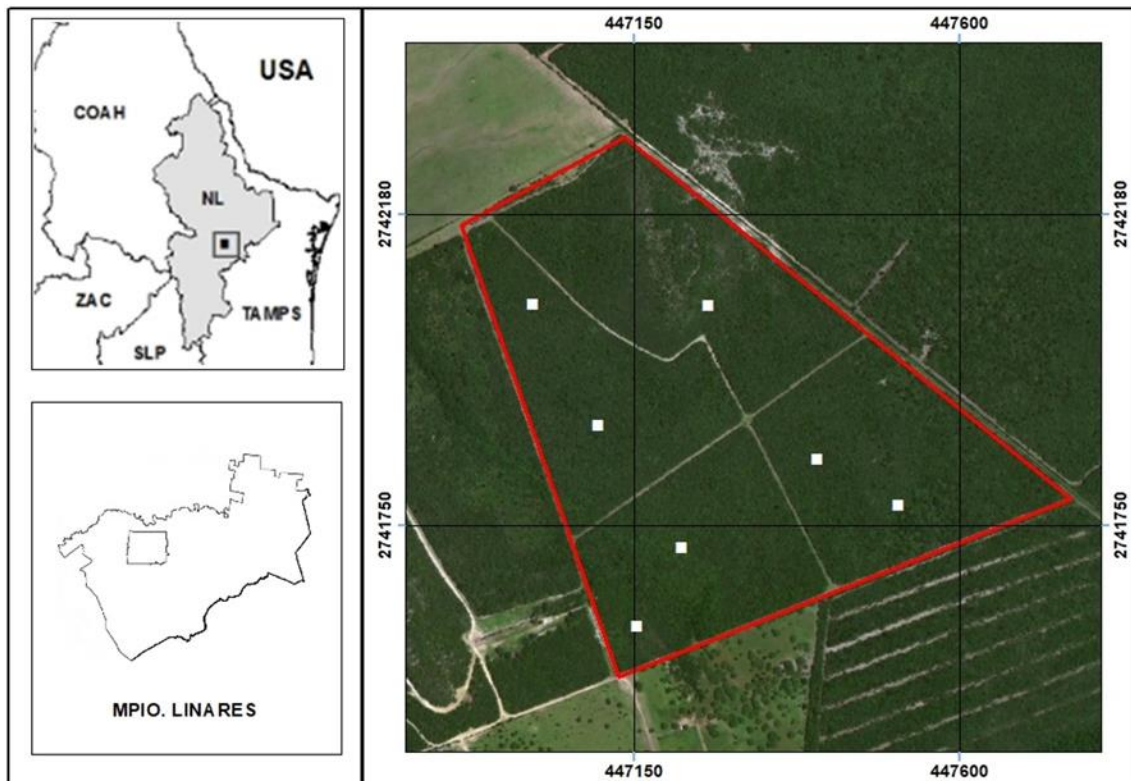


Figura II.1. Localización del área de estudio.

### II.3.2. Análisis de la vegetación

Para estimar la producción de biomasa seca aprovechable en las estaciones de muestreo seca (agosto 2017) y húmeda (septiembre 2018), en el matorral espinoso tamaulipeco perteneciente a la UMA intensiva, se implementó la metodología utilizada por Serra (2006). Para llevar a cabo lo anterior se establecieron siete sitios de muestreo, en los cuales se establecieron cuadrantes para los 3 estratos de la vegetación: para el estrato bajo (EB), correspondiente a las especies de herbáceas, gramíneas y malezas (<0.3 m de altura), se utilizaron dos cuadrantes de 1 m<sup>2</sup> (1 x 1 m) en cada parcela con el método de parcelas de

corte total, dejando los primeros 3 cm a partir de la base de la planta para que pueda regenerarse; para el estrato medio (EM), correspondiente a las especies arbustivas (0.31-1.5 m de altura) se utilizó un cuadrante de 25 m<sup>2</sup> (5 x 5 m); para el estrato alto (EA), correspondiente a las especies arbóreas (>1.5 m de altura), se evaluó un cuadrante de 50 m<sup>2</sup> (5 x 10 m) implementándose el método de Adelaide para ambos estratos (Chávez, 2000; Olguín, 2005), siendo un método preciso, práctico y sencillo para estimar biomasa foliar (Foroughbakhch *et al.*, 1996). Las muestras vegetales colectadas fueron secadas a una temperatura de 65° C durante 24 o 72 horas hasta perder la humedad y llegar a un peso constante, para posteriormente ser pesadas y estimar la biomasa.

### **II.3.3. Análisis de la información**

Las ecuaciones empleadas para realizar los cálculos se describen a continuación:

Para la determinación de biomasa seca se aplicó la siguiente ecuación de acuerdo con Serra (2006):

$$BT = P_{sx} * n$$

Dónde:

$BT$  = Biomasa Total.

$P_{sx}$  = Peso seco de cada una de las muestras de mano.

$n$  = Número de veces de  $x$  especie que apareció en el muestreo.

Con el fin de analizar las diferencias en la producción de biomasa disponible en las dos estaciones del año se consultaron las bases de datos climáticos de la estación meteorológica perteneciente a la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León, durante el periodo enero 2017 – octubre 2018.

Para calcular el coeficiente de agostadero se implementó la ecuación de Huss & Aguirre (1978), la cual se muestra a continuación:

$$CA = \frac{\text{Forraje consumido por UA/año}}{(PFA)(FU)}$$

Dónde:

*CA* = Coeficiente de agostadero (ha. *UA*).

*Forraje consumido por UA/año* = 4927.5 kg. *UA*.

*UA* = Unidad animal (Una vaca con su becerro de 450 kg o bien 14 venados).

*PFA* = Producción de forraje anual (kg.ha<sup>-1</sup>).

*FU* = Factor de utilización (0.6).

Posteriormente para estimar la Capacidad de Carga para el venado cola blanca, se utilizó la fórmula adaptada de Gallina & Chargoy (1987), en dos estaciones de muestreo (seca y húmeda):

$$CVV = \frac{(fv)(pv)}{(cv)(tv)}$$

Dónde:

*CCV* = Capacidad de carga (Total de venados en una superficie determinada).

*fv* = Factor de utilización para no poner en riesgo la condición del hábitat (0.6).

*pv* = Biomasa disponible en determinada época del año (kg.ha<sup>-1</sup>).

*cv* = Consumo total de una unidad animal (kg.día).

*tv* = Tiempo de consumo (365 días de un año).

#### **II.3.4. Análisis estadístico**

Para probar los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas de la variable de producción de biomasa (kg.ha<sup>-1</sup>) por estrato alto (EA), medio (EM) y bajo (EB) entre las épocas seca y húmeda, los datos registrados en los sitios de muestreo se sometieron a las pruebas estadísticas de Kolmogorov-Smirnov (con

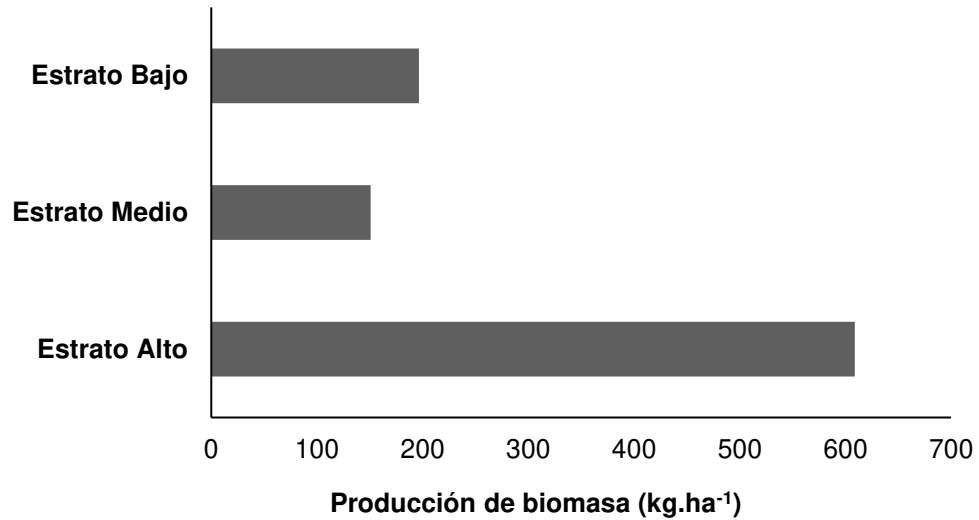
la correlación Lilliefors) y Shapiro-Wilk. Los resultados demostraron que los datos no se distribuyeron normalmente para los estratos medio y alto, por lo que se utilizó la prueba no paramétrica de U Mann Whitney para detectar diferencias significativas entre las épocas. No obstante, para el estrato bajo (herbáceo) demostró una distribución normal, por lo cual se aplicó una prueba de t-Student para identificar las diferencias entre condición, mientras que para el estrato bajo (pasto) al contar con un número pequeño de muestra fue imposible realizar una prueba estadística. Todos los procedimientos estadísticos se efectuaron mediante el uso del paquete estadístico SPSS® (*Statistical Package for Social Sciences*, versión estándar lanzada 22.0 para Windows, SPSS Inc., Chicago, IL).

## **II.4. Resultados**

### **ÉPOCA SECA (ES)**

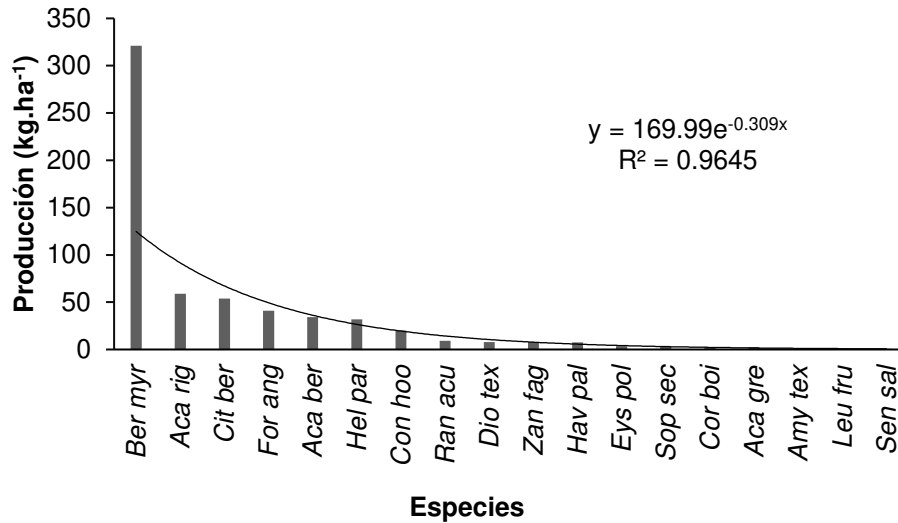
#### **Estimación de biomasa**

La Figura II.2 muestra la producción de biomasa disponible de una fracción del matorral espinoso tamaulipeco en la estación seca, en los tres estratos de vegetación, produciendo un total de 955.93 kg.ha<sup>-1</sup>, siendo el principal aportador de biomasa disponible el estrato alto, conformado en su mayoría por arbustos con altura de 1.50 m, el cual aportó el 63.69% (608.84 kg.ha<sup>-1</sup>) de la biomasa disponible del área de estudio, siguiendo el estrato bajo con una producción de 196.40 kg.ha<sup>-1</sup> y por último el estrato medio con un valor de 150.69 kg.ha<sup>-1</sup>, representando el 20.55% y 15.76% respectivamente de la biomasa producida.



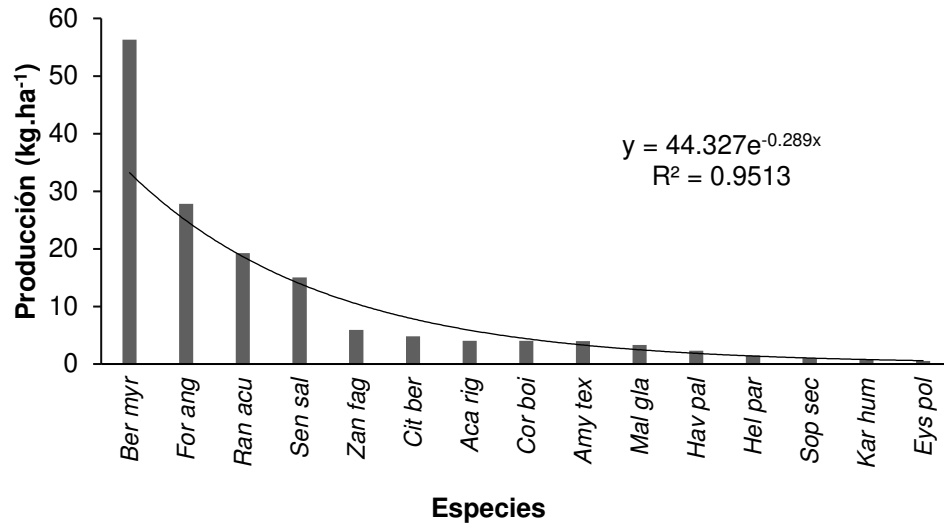
**Figura II.2.** Producción de biomasa disponible (kg.ha<sup>-1</sup>) para la estación seca en el área de estudio.

La Figura II.3 indica la producción de biomasa disponible estimada en el área de estudio en forma individual para las dieciocho especies que conforman el estrato alto. La especie que presentó mayor producción fue *Bernardia myricaefolia* con un valor de 321.20 kg.ha<sup>-1</sup>, seguida por *Acacia rigidula* con 58.97 kg.ha<sup>-1</sup> y *Citharexylum berlandieri* con 53.95 kg.ha<sup>-1</sup>; estas tres especies produjeron el 45.41% de los 63.69% de los 608.84 kg.ha<sup>-1</sup> producidos por hectárea en el estrato alto.



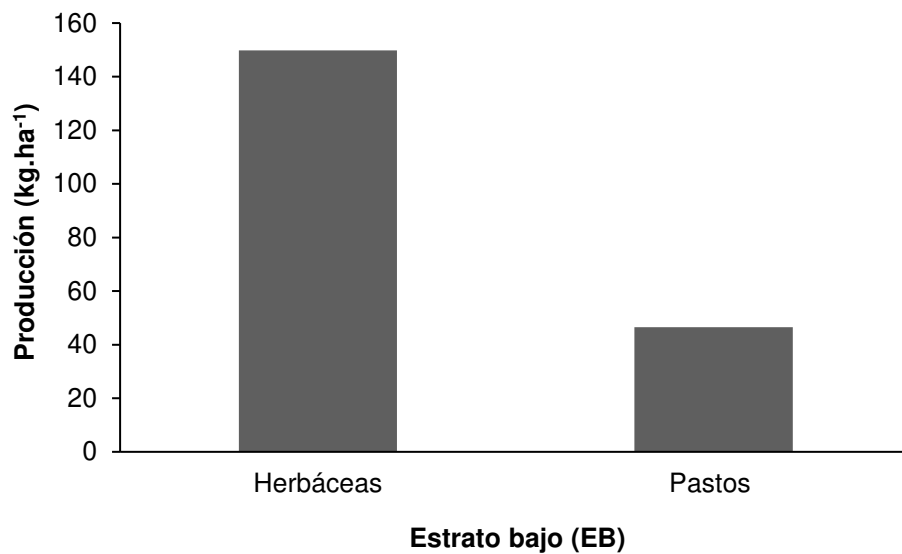
**Figura II.3.** Producción de biomasa disponible en kg.ha<sup>-1</sup> las especies muestreadas en el estrato alto, del área de estudio en época seca.

La Figura II.4 nos muestra las especies que integran el estrato medio, las cuales aportan biomasa disponible en un rango de 0.3 m a 1.5 m. La especie con una aportación mayor de biomasa es *Bernardia myricaefolia* con una aportación de 56.29 kg.ha<sup>-1</sup>, representando un 5.89% de la producción. Las siguientes tres especies proporcionaron en conjunto un total de 62.15 kg.ha<sup>-1</sup>, representando el 6.50% del total de producción del estrato medio; dichas especies son: *Forestiera angustifolia*, *Randia aculeata* y *Senecio salignus* con 27.83 kg.ha<sup>-1</sup>, 19.28 kg.ha<sup>-1</sup>, y 15.04 kg.ha<sup>-1</sup> respectivamente.



**Figura II.4.** Producción de biomasa disponible en kg.ha<sup>-1</sup> las especies muestreadas en el estrato medio, del área de estudio en época seca.

En cuanto a la producción del estrato bajo (EB) se observa en la Figura II.5 que está representado en su mayoría por herbáceas con un valor de 149.85 kg.ha<sup>-1</sup> y por pastos con un valor de 46.55 kg.ha<sup>-1</sup>.



**Figura II.5.** Producción de biomasa disponible en kg.ha<sup>-1</sup> para herbáceas y pastos registrados en el estrato bajo, del área de estudio en época seca.

## Capacidad de carga animal

La capacidad de carga de venados estimada para el área de estudio fue de 25.94 animales en las 31.2 ha, tomando en consideración el peso de la unidad animal de 454 kg, es decir se necesitan 8.59 ha para soportar una UA en un año sin provocar ningún disturbio al hábitat (Tabla II.1).

**Tabla II.1.** Capacidad de carga ( $K$ ) estimada en la época seca en estudio.

Sitio	Vegetación	ha	Biomasa disponible (kg.ha <sup>-1</sup> )	Coefficiente de agostadero (ha.UA)	Capacidad de carga (ven.ha)	Capacidad de carga total (venados)
UMA-CIPA	MET	31.2	955.93	8.59	1.20	25.94

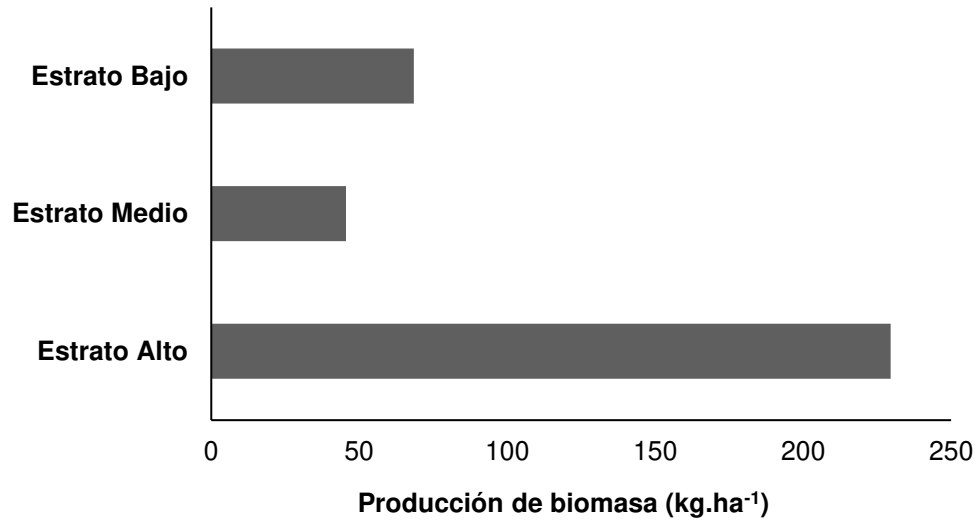
kg= kilogramos, ha= hectáreas, UA= Unidad animal, ven= venados

## EPOCA HUMEDA (EH)

### Estimación de biomasa

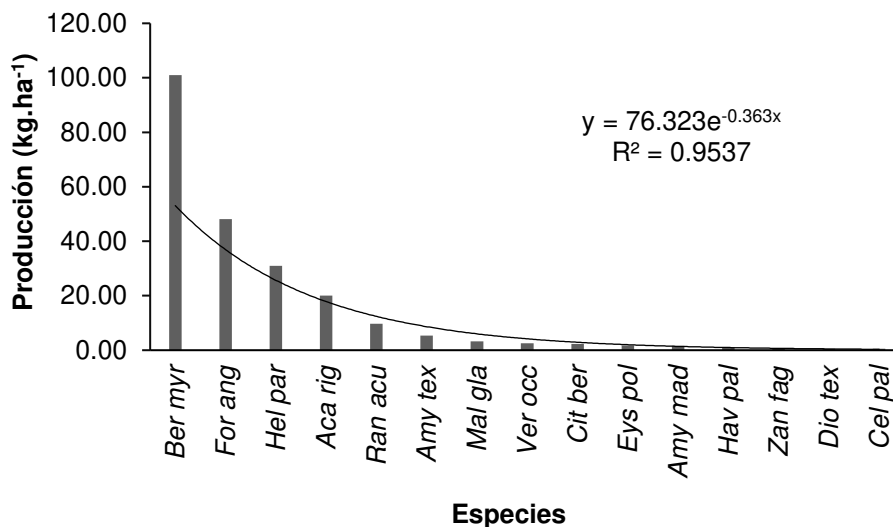
La Figura II.6 muestra la producción de biomasa disponible de una fracción del matorral espinoso tamaulipeco en la estación seca, en los tres estratos de vegetación, produciendo un total de 343.49 kg.ha<sup>-1</sup>, siendo el principal aportador de biomasa disponible el estrato alto, conformado en su mayoría por arbustos con altura de 1.50 m, el cual aportó el 66.82% (229.54 kg.ha<sup>-1</sup>) de la biomasa disponible del área de estudio, siguiendo el estrato bajo con una producción de 68.43 kg.ha<sup>-1</sup> y por último el estrato medio con un valor de 45.53 kg.ha<sup>-1</sup>, representando el 19.92% y 13.25% respectivamente de la biomasa producida.





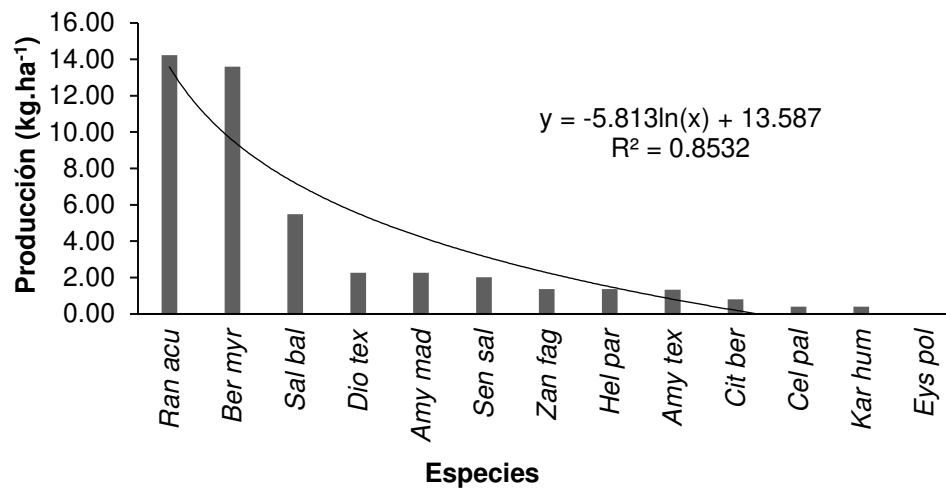
**Figura II.6.** Producción de biomasa disponible (kg.ha<sup>-1</sup>) para la estación húmeda en el área de estudio.

La Figura II.7 indica la producción de biomasa disponible estimada en el área de estudio en forma individual para las quince especies que conforman el estrato alto. La especie que presentó mayor producción fue *Bernardia myricaefolia* con un valor de 100.94 kg.ha<sup>-1</sup>, seguida por *Forestiera angustifolia* con 48.97 kg.ha<sup>-1</sup> y *Helietta parvifolia* con 30.98 kg.ha<sup>-1</sup>; estas tres especies produjeron el 52.40% de los 66.82% de los 229.54 kg.ha<sup>-1</sup> producidos por hectárea en el estrato alto.



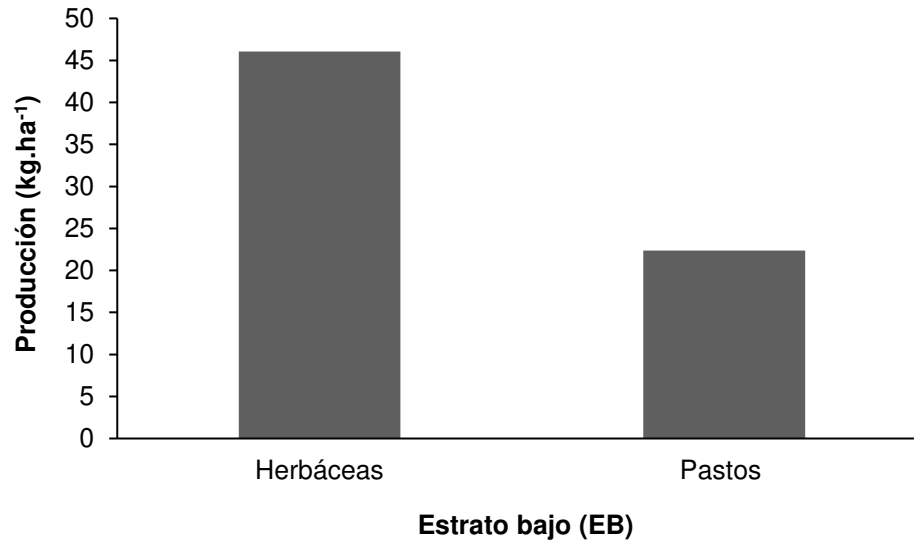
**Figura II.7.** Producción de biomasa disponible en kg.ha<sup>-1</sup> para las especies muestreadas en el estrato alto, del área de estudio en época húmeda.

La Figura II.8 nos muestra las especies que integran el estrato medio, las cuales aportan biomasa disponible en un rango de 0.3 m a 1.5 m. La especie con una aportación mayor de biomasa es *Randia aculeata* con una aportación de 14.23 kg.ha<sup>-1</sup>, seguida de *Bernardia myricaefolia* con 13.59 kg.ha<sup>-1</sup> representando en conjunto un 61.10% de la producción. Las restantes once especies aportaron en conjunto un total de 17.71 kg.ha<sup>-1</sup>, representando el 38.9% del total de producción del estrato medio.



**Figura II.8.** Producción de biomasa disponible en kg.ha<sup>-1</sup> para las especies muestreadas en el estrato medio, del área de estudio en época húmeda.

En cuanto a la producción del estrato bajo (EB) se observa en la Figura II.9 que está representado en su mayoría por herbáceas con un valor de 46.07 kg.ha<sup>-1</sup> y por pastos con un valor de 22.36 kg.ha<sup>-1</sup>.



**Figura II.9.** Producción de biomasa disponible en kg.ha<sup>-1</sup> para herbáceas y pastos registrados en el estrato bajo, del área de estudio en época húmeda.

### Capacidad de carga animal

La capacidad de carga de venados estimada para el área de estudio fue de 9.32 animales en las 31.2 ha, tomando en consideración el peso de la unidad animal de 454 kg, es decir se necesitan 23.91 ha para soportar una UA en un año sin provocar ningún disturbio al hábitat (Tabla II.2).

**Tabla II.2.** Capacidad de carga (*K*) estimada en la época húmeda en estudio.

Sitio	Vegetación	ha	Biomasa disponible (kg.ha <sup>-1</sup> )	Coefficiente de agostadero (ha.UA)	Capacidad de carga (ven.ha)	Capacidad de carga total (venados)
UMA-CIPA	MET	31.2	343.49	23.91	3.35	9.32

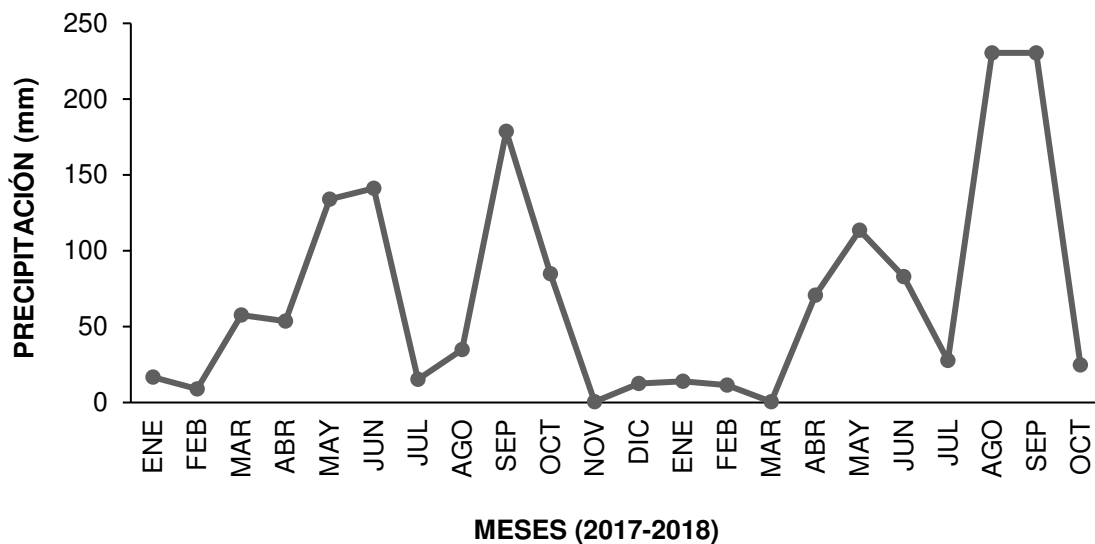
kg= kilogramos, ha= hectáreas, UA= Unidad animal, ven= venados

### Registros de precipitación 2007-2008

Los datos de la distribución de la precipitación acumulada por mes del año 2017-2018 registrados en la estación meteorológica perteneciente a la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL, muestran dos picos de alta precipitación por

año, en la cual se destacan los meses de mayo (134.09 mm), junio (141.19 mm) y septiembre (178.79 mm), correspondientes al año 2017 y mayo (113.53 mm), agosto (230.54 mm) y septiembre (230.54 mm) al 2018 (Figura I.6)

El acumulado de precipitación para el año 2017 fue de 738.58 mm, mientras que para el año 2018 fue de 806.65 mm. Debido a lo anterior es importante señalar que el muestreo de la época seca para la presente investigación se realizó en el mes de agosto de 2017 y el de la época húmeda en el mes de septiembre de 2018.



**Figura II.10.** Modelo de la distribución de la precipitación acumulada por mes durante el periodo enero 2017 a octubre de 2018 para el área de estudio.

## Análisis estadístico

### Estrato alto

Los resultados de la prueba de U Mann-Whitney del área de estudio indican que existe diferencia estadística significativa entre la variable de producción de biomasa ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) y las épocas de muestreo (seca y húmeda) ( $Z= -14.057$ ,  $p= 6.9592\text{E-}45$ ) para el estrato alto (Tabla II.3).

**Tabla II.3.** Resultados de la prueba de U Mann-Whitney del estrato alto en las épocas seca y húmeda.

	Producción de biomasa (kg.ha <sup>-1</sup> )
<b>U de Mann-Whitney</b>	.000
W de Wilcoxon	11476.000
Z	-14.057
Sig. asintótica (bilateral)	6.9592E-45

Variable de agrupación: EPOCA (ES. Época seca – EH. Época húmeda)

Las características básicas de los datos en términos cuantitativos nos muestran que la producción de biomasa presentó un decremento entre la época seca ( $\mu=105.2503$  kg.ha<sup>-1</sup>) y la húmeda ( $\mu=1.5201$  kg.ha<sup>-1</sup>), el cual se infiere que se debe al incremento en altura de la vegetación o bien a la disposición del forraje, ya que el método implementado para adquirir dichos valores (Adelaide) señala una altura máxima de ramoneo de 1.50 m (Tabla II.4).

**Tabla II.4.** Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney del estrato alto en las épocas seca y húmeda.

Época	Variable	N	V. Mín.	V. Máx.	$\mu$	$\sigma$	Sig.
ES	Producción (kg.ha <sup>-1</sup> )	117	28.5700	200.0000	105.2503	50.9790	6.96E-45
EH		151	0.0100	11.4700	1.5201	1.9612	

ES. Época seca, EH. Época húmeda, N. Número de individuos, V.Mín. Valores mínimos, V.Máx. Valores máximos,  $\mu$ . Media,  $\sigma$ . Desviación estándar, Sig. Significancia

### Estrato medio

El análisis estadístico de la prueba de U Mann-Whitney indica que existe diferencia estadística significativa entre las variables de producción de biomasa (kg.ha<sup>-1</sup>) y las épocas de muestreo (seca y húmeda) ( $Z= -3.232$ ,  $p= 0.001228$ ) para el estrato medio (Tabla II.5).

**Tabla II.5.** Resultados de la prueba de U Mann-Whitney del estrato medio en las épocas seca y húmeda.

	Producción de biomasa (kg.ha <sup>-1</sup> )
<b>U de Mann-Whitney</b>	803.000
W de Wilcoxon	1838.000
Z	-3.232
Sig. asintótica (bilateral)	0.001228

Variable de agrupación: ÉPOCA (ES. Época seca – EH. Época húmeda)

En términos cuantitativos se presentó un decremento entre la época seca y la húmeda. Presentando valores de  $\mu = 2.6437 \text{ kg.ha}^{-1}$  y  $1.0117 \text{ kg.ha}^{-1}$ , influenciados directamente por el incremento en altura del dosel de árboles y arbustos, debido a la precipitación entre épocas (Figura II.10 y Tabla II.6).

**Tabla II.6.** Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney del estrato medio en las épocas seca y húmeda.

Época	Variable	N	V. Mín.	V. Máx.	$\mu$	$\sigma$	Sig.
ES	Producción (kg.ha <sup>-1</sup> )	57	.26	22.56	2.6437	4.05230	0.001228
EH		45	.02	9.92	1.0117	1.50206	

ES. Época seca, EH. Época húmeda, N. Número de individuos, V.Mín. Valores mínimos, V.Máx. Valores máximos,  $\mu$ . Media,  $\sigma$ . Desviación estándar, Sig. Significancia

### Estrato bajo

- **Herbáceo**

Los resultados de la prueba de t-Student del área de estudio indican que existe diferencia estadística significativa entre la variable de producción de biomasa (kg.ha<sup>-1</sup>) entre las épocas de muestreo (seca y húmeda) (ES  $p = .007$  y EH  $p = .006$ ) para el estrato bajo (herbáceo) (Tabla II.7).

**Tabla II.7.** Resultados de la prueba de t-Student del estrato bajo (herbáceo) en las épocas seca y húmeda.

		Prueba de Levene de calidad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
kg.ha <sup>-1</sup>	Se asumen varianzas iguales	1.039	.322	3.061	18	.007	8.50368	2.77835	2.66659	14.34077
	No se asumen varianzas iguales			3.149	17.930	.006	8.50368	2.70084	2.82786	14.17950

Las características de los datos en términos cuantitativos nos muestran que la producción de biomasa en el estrato bajo en cuanto a herbáceas presentó un decremento entre la época seca ( $\mu = 13.6227 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) y la húmeda ( $\mu = 5.1190 \text{ kg.ha}^{-1}$ ), el cual se infiere que se debe al incremento de cobertura de copa en el dosel de los árboles, obstruyendo el paso de luz y evitando la germinación o rebrote de las mismas, presentándose en su mayoría suelo desnudo y hojarasca (Tabla II.8).

**Tabla II.8.** Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de t-Student del estrato bajo en las épocas seca y húmeda.

Época	Variable	N	V. Mín.	V. Máx.	$\mu$	$\sigma$	Sig.
ES	Producción (kg.ha <sup>-1</sup> )	11	4.16	25.63	13.6227	6.86017	.007
EH		9	.07	14.93	5.1190	5.21013	.006

ES. Época seca, EH. Época húmeda, N. Número de individuos, V.Mín. Valores mínimos, V.Máx. Valores máximos,  $\mu$ . Media,  $\sigma$ . Desviación estándar, Sig. Significancia

- **Pastos**

Para el estrato bajo referente a los pastos no fue posible realizar un análisis estadístico debido a que se registraron muy pocos valores muestrales.

## **II.5. Discusión**

### ***Estimación de biomasa***

Se estimaron 955.93 kg.ha<sup>-1</sup> (0.955 t.ha<sup>-1</sup>) y 343.49 kg.ha<sup>-1</sup> (0.343 t.ha<sup>-1</sup>) de biomasa total disponible en época seca (verano) y húmeda (otoño) respectivamente, presentando un valor superior en la estación de verano e inferior en otoño a los registrados por González-Saldívar *et al.* (2014) quienes evaluaron el efecto de la precipitación sobre la productividad del matorral espinoso tamaulipeco disponible para *Odocoileus virginianus* en las cuatro estaciones del año (primavera, verano, otoño e invierno) con un valor de 670 kg.ha<sup>-1</sup> y 607 kg.ha<sup>-1</sup> respectivamente, consecuente de las variaciones constantes del régimen de lluvias.

Aunado a lo anterior, el valor obtenido en el presente estudio es superior en época seca e inferior en húmeda a los resultados obtenidos por Cerda (2014), quien estima la producción de biomasa disponible para el matorral espinoso tamaulipeco en época húmeda (septiembre) con un valor de 352.22 kg.ha<sup>-1</sup> (0.352 t.ha<sup>-1</sup>), consecuente a la gran presión por el pastoreo y el déficit de precipitación en la época de verano con respecto a la de años anteriores.

No obstante, el valor de nuestra investigación es inferior a lo registrado por Olguín *et al.* (2017) en la estación de verano (época seca) y otoño (época húmeda), representando el 59.75% y 21.47% respectivamente del valor obtenido en su estudio (1,600 kg.ha<sup>-1</sup>), al evaluar la competencia alimentaria entre el venado cola blanca y tres herbívoros exóticos en el noreste de Tamaulipas, México en una porción del matorral espinoso tamaulipeco, en las cuatro épocas del año (primavera, verano, otoño e invierno), este incremento en la productividad de biomasa fue atribuible a que el área de estudio se realizó en una UMA (Unidad



de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre) con un manejo silvopastoril establecido por más de 10 años (González-Saldívar *et al.*, 2014).

Romero (1999) evaluó la misma área de estudio de la presente investigación reportando un valor muy alto de 53,900 kg.ha<sup>-1</sup> (53.9 t.ha<sup>-1</sup>), en comparación con nuestro estudio, debido a la metodología de muestreo implementada basada en la estimación de la biomasa aérea total en la cual diferimos al solo estimar la biomasa que se encuentra a altura de ramoneo (1.50 m) para el consumo del venado.

Si se analiza la variación de la productividad de biomasa entre similares o distintas comunidades vegetales se puede observar que su aumento o disminución estará en función de la precipitación; Serra (2006) obtuvo en un área de matorral sarcocaulé y desértico micrófilo en el estado de Sonora en la época de verano un valor de 64.1 kg.ha<sup>-1</sup>, siendo inferior al de nuestro estudio debido a que dicha área presenta largos periodos de sequía. Por otro lado, Reséndiz (2012) al evaluar la caracterización de la vegetación en la UMA (Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre) denominada: “Rancho La Nutria”, localizada en Linares, N.L., realizó una estratificación de la vegetación obteniendo los siguientes tipos: matorral submontano, pastizal, área tratada y vegetación de galería con valores de 571, 1479, 522 y 336 kg.ha<sup>-1</sup> respectivamente, situando a la porción de matorral espinoso tamaulipeco analizado en el presente estudio como una comunidad vegetal de alta producción forrajera después de los pastizales.

En cuanto a la cantidad de biomasa por estrato de vegetación González-Saldívar *et al.* (2014) indica que en la estación de verano y otoño, el estrato alto es el que presenta mayor productividad seguido del bajo y por último el medio con valores de 350 kg.ha<sup>-1</sup>, 240 kg.ha<sup>-1</sup> y 80 kg.ha<sup>-1</sup> para la primer estación (época seca) y de 348 kg.ha<sup>-1</sup>, 180 kg.ha<sup>-1</sup> y 79 kg.ha<sup>-1</sup> para la segunda (época húmeda), siendo similar al de nuestro estudio en cuanto al orden en la época seca (estación de

verano) de las categorías pero no en la cantidad registrada (608.84 kg.ha<sup>-1</sup>, 150.69 kg.ha<sup>-1</sup> y 196.40 kg.ha<sup>-1</sup> respectivamente) y posicionando de manera similar al estrato alto (EA) en primer lugar de producción en la época húmeda (estación otoño) al presentar individuos  $\geq 1.50$  m de altura, pero seguido del estrato bajo y posteriormente el medio con valores de 229.54 kg.ha<sup>-1</sup>, 68.43 kg.ha<sup>-1</sup> y 45.53 kg.ha<sup>-1</sup> respectivamente.

Los resultados obtenidos difieren a los de Cerda (2016) y Olgún *et al.* (2017) al posicionar en primer lugar al estrato bajo (EB) con valores de 194 y 970 kg.ha<sup>-1</sup> respectivamente por orden de autores, pero son similares entre si al otorgarle el segundo lugar al estrato medio (EM).

### ***Capacidad de carga animal***

Para este sitio se estimó un coeficiente de agostadero de 8.59 y 23.91 ha.UA para la época seca y húmeda respectivamente, presentando una condición “buena” según COTECOCA (2014), catalogando el valor en un rango de coeficiente de agostadero mínimo (4.30 - 49.19 ha.UA), el cual corresponde a un sitio con alta producción forrajera en ambas épocas de muestreo.

### CAPÍTULO III.

#### Efecto del uso del rodillo aereador en la estructura y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco en el noreste de México



Fotografía comparativa de las condiciones presentes en una fracción del matorral espinoso tamaulipeco perteneciente al Rancho “San Salvador”, Villagrán, Tamaulipas.

Leal, E.N.A; S.J.I. Uvalle, R.E. Alanís, A.C.M. Cantú, D.A.J. García, 2018. “Efecto del uso del uso de rodillo aereador en la estructura y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco en el noreste de México”. Revista Madera y Bosques. (A someter).

## CAPITULO III

### Efecto del uso del rodillo aereador en la estructura y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco en el noreste de México

#### III.1. Resumen

En el presente estudio se evaluó una unidad de manejo extensiva del noreste de México con y sin tratamiento mecánico de rodillo aereador (ACT y AST); evaluando: estructura vegetal, diversidad florística ( $H'$ ) y riqueza de especies ( $D_{Mg}$ ). Se establecieron dieciocho sitios de muestreo de 100 m<sup>2</sup> para el estrato alto (EA) y medio (EM) para cada condición. En cada sitio se registró: información dasométrica de altura total ( $h$ ), diámetro basal ( $d_{0.10}$ ) y diámetro de copa ( $d_{copa}$ ) de las especies. Para las ambas condiciones (AST y ACT) en los estratos medio y alto se registraron 23 especies, y de ellas comparten 17, mientras para el bajo 20 y 18, compartiendo 14; para ambas épocas la familia representativa es Fabaceae para el EM y EA y Asteraceae para el EB con 7 y 5 especies respectivamente; los géneros mejor representados son: *Acacia* y *Lantana*. Se caracterizó a los sitios del EM y EA con diversidad intermedia al presentar valores de  $H'$  AST= 2.97 y ACT= 2.34; el índice de Margalef presento valores de  $D_{Mg}$  de 3.35 y 3.32. La especie *Lippia graveolens* registró el mayor IVI en la condición AST, en cambio para la condición ACT fue *Lantana camara* ambas con valores de 11.61% y 21.45% respectivamente en cuanto al estrato medio y alto. La Prueba de U Mann Whitney mostró que existen diferencias significativas entre las condiciones respecto a las variables estructurales de cobertura ( $m$ ), altura ( $h$ ) y diámetro ( $d_{0.10}$ ); siendo el área con tratamiento la que presentó los valores más bajos; se infiere que esto se debe a la falta de precipitación desde que se aplicó el tratamiento mecánico hasta la fecha del muestreo de la presente investigación. En general, la diversidad de especies entre épocas tiende a ser homogénea.

#### III.2. Introducción

Las técnicas mecánicas de mejoramiento de hábitat del matorral espinoso tamaulipeco como la aereación, son prácticas comunes que se emplean en el sur

de Texas y noreste de México, encaminadas a mejorar el hábitat y la calidad del contenido nutricional del forraje para especies de interés cinegético (Villarreal *et al.*, 1999).

En particular, muchos árboles y arbustos de especies leguminosas son utilizadas como alimento para el ganado dado que permanecen verdes y con un contenido relativamente alto de nutrientes a lo largo del año (Ramírez, 2009). Sin embargo, el uso de la vegetación como alimento por las grandes especies de herbívoros domésticos en las áreas naturales ha provocado modificaciones en la composición florística y la estructura de la formación vegetal (Turner, 1999); esta transformación de la estructura vegetal ha ocasionado cambios importantes en el balance de las poblaciones silvestres. Aunado a lo anterior, la pérdida de biodiversidad se asocia también a problemas de deforestación y cambios en el uso del suelo.

El efecto más importante generado por estas alteraciones para los manejadores y propietarios de ranchos diversificados es el desplazamiento de las poblaciones de fauna silvestre hacia lugares que puedan proporcionar los requerimientos básicos como alimento, agua, cobertura vegetal y espacio vital, para obtener un desarrollo vigoroso y saludable de los animales silvestres (Ramírez, 2004).

La utilización de prácticas de manejo, tales como el rodillo aireador, se traduce en la reducción de la cobertura aérea y la densidad de especies arbóreas y arbustivas, por lo que la vegetación herbácea tiene la posibilidad de incrementar su rendimiento mediante la reducción de la competencia (Stoddart, 1967; Drawe *et al.*, 1999). El rebrote que sigue después de la remoción de la parte aérea de las plantas incrementa temporalmente la calidad nutricional de algunas especies arbustivas, beneficiando a distintas especies de fauna silvestre (Fulbright *et al.*, 2013; Bozzo *et al.*, 1992).

La identificación de especies vegetales del matorral es relevante en el entendimiento de la estructura de la vegetación, la diversidad de especies, abundancia y la dinámica de las comunidades vegetales. De esta forma, la información generada puede ser un medio para hacer propuestas de

conservación o regeneración en áreas perturbadas o fragmentos de vegetación del matorral (Rosenzweig, 1995). Es por ello que el principal objetivo de este estudio es evaluar los cambios generados en la estructura y composición florística del matorral espinoso tamaulipeco sometido a la aplicación de la técnica mecánica de restauración de rodillo aereador, ofreciendo información cuantitativa y cualitativa de los beneficios de esta alternativa de manejo para los hábitats del noreste de México.

### **III.3. Materiales y Métodos**

#### **III.3.1. Área de estudio**

El presente estudio se realizó en una Unidad para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA), perteneciente al Rancho San Salvador, criador de ganado Simbrah y venado cola blanca texano, en dos fracciones de matorral espinoso tamaulipeco con distinta condición. La primera categorizada como área sin tratamiento (AST), localizada entre las coordenadas 24°38'47.39"N y 99°18'8.44"O y la otra como área con tratamiento mecánico de rodillo aereador (ACT), localizada entre las coordenadas 24°38'35.38"N y 99°17'13.81"O, ambas con una superficie de 165 ha y con una elevación aproximada de 300 a 310 m y pertenecientes al municipio de Villagrán, Tamaulipas (Figura III.1).

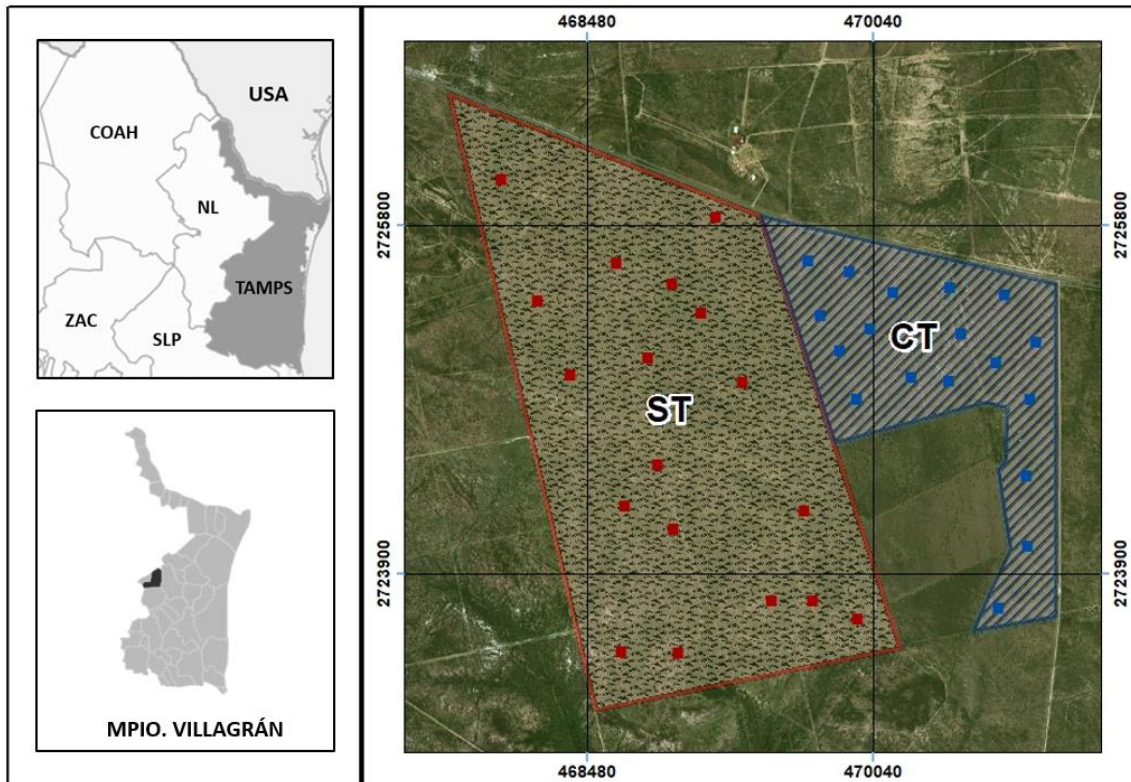


Figura III.1. Localización del área de estudio.

### III.3.2. Análisis de la vegetación

Para cumplir con los objetivos planteados, se seleccionó una UMA de tipo extensivo del noreste de México, en la cual se establecieron dieciocho sitios de muestreo de forma cuadrada de 100 m<sup>2</sup> (10 x 10 m) para evaluar la estructura vegetal del estrato medio (EM) y alto (EA) correspondiente a las especies arbóreas y arbustivas mediante la determinación de la composición y diversidad florística (Canizales-Velázquez *et al.*, 2009) en dos condiciones de muestreo (con y sin tratamiento mecánico de rodillo aerador).

Para estimar el número de sitios necesarios para el muestreo se implementó el modelo matemático propuesto por Mostacedo & Fredericksen (2000) en base a un pre-muestreo, el cual se describe a continuación:

$$n = \frac{t^2 * CV^2}{E^2 + \frac{t^2 * CV^2}{N}}$$

Donde:

$n$  = Número de unidades muestrales.

$E$  = Error con el que se quiere obtener los valores de un determinado parámetro.

$t$  = Valor tabulado de  $t$  según los grados de libertad de  $(n-1)$ .

$N$  = Total de unidades muestrales en toda la población.

$CV$  = Coeficiente de variación (es necesario realizar un muestreo piloto).

En los sitios de muestreo se realizó un censo de todas las especies, además se registró información dasométrica de altura total ( $h$ ), diámetro basal ( $d_{0.10}$ ) y área de copa ( $AC$ ) en sentido norte-sur y este-oeste la cual será obtenida con la implementación de una cinta métrica midiendo el espacio ocupado por la copa en sentido norte-sur este-oeste. La medición del diámetro se efectuó a 0.10 m sobre el suelo, siendo una medida estándar empleada para especies arbóreas y arbustivas del MET (Alanís-Rodríguez *et al.*, 2008; Jiménez-Pérez *et al.*, 2012), debido a las bifurcaciones que presentan los individuos a mayor altura, resultando más viable tanto práctico como económicamente para realizar una sola medición (Alanís-Rodríguez *et al.*, 2008; Jiménez-Pérez *et al.*, 2012; Marroquín-Castillo *et al.*, 2016).

Para evaluar el estrato bajo (EB) correspondiente a las especies de gramíneas, herbáceas y malezas, se midieron los individuos presentes en dos cuadrantes de  $1\text{m}^2$  (0.5 x 2 m) al ras de suelo con un flexómetro de 3 m, los cuales fueron ubicados dentro de cada sitio de muestreo en sentido norte y sur, dando un total de 36 cuadrantes (Alanís-Rodríguez *et al.*, 2008).

Para cumplir con los objetivos del estudio se determinaron parámetros ecológicos o variables estructurales relativas de abundancia ( $AR_i$ ), dominancia ( $DR_i$ ) y frecuencia ( $FR_i$ ). 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 (Mostacedo & Fredericksen, 2000). Para estimar la diversidad alfa y la riqueza de especies se utilizaron, el índice de Shannon & Wiener ( $H'$ ) y el índice de riqueza de Margalef ( $D_{Mg}$ ).

### III.3.3. Análisis de la información

Las ecuaciones empleadas para realizar los cálculos se describen a continuación:

Para estimar la abundancia relativa se aplicó la siguiente ecuación:

$$A_i = N_i / S \qquad AR_i = \left( \frac{A_i}{\sum_{i=1..n} A_i} \right) * 100$$

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:

$$D_i = Ab_i / S(ha) \qquad DR_i = \left( \frac{D_i}{\sum_{i=1..n} D_i} \right) * 100$$

Donde  $D_i$  es la dominancia absoluta,  $DR_i$  es la dominancia relativa de la especie  $i$  respecto a la abundancia total,  $Ab_i$  es el área de copa de la especie  $i$ , y  $S$  la superficie de muestreo (ha).

La frecuencia relativa se obtuvo con la siguiente formula:

$$F_i = P_i / NS \qquad FR_i = \left( \frac{F_i}{\sum_{i=1..n} F_i} \right) * 100$$

Donde  $F_i$  es la frecuencia absoluta,  $FR_i$  es la frecuencia relativa de la especie  $i$  respecto a la abundancia total,  $P_i$  es el número de sitios en el que está presente la especie  $i$ , y  $NS$  número total de sitios de muestreo (ha).

El índice de valor de importancia (*IVI*) se define como:

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

Para estimar la diversidad alfa, se implementó el índice de Shannon & Wiener (Shannon, 1948) mediante la siguiente ecuación:

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

La riqueza de especies se estimó mediante el índice de Margalef (Clifford & Stephenson, 1975) con la ecuación:

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

Donde *S* es el número de especies presentes, *ln* es el logaritmo natural y *p<sub>i</sub>* es la proporción de las especies, *n<sub>i</sub>* es el número de individuos de la especie *i* y *N* es el número total de individuos. Ambos índices cuentan con el mismo significado de variables.

#### **III.3.4. Análisis estadístico**

Para probar los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas de las variables estructurales de cobertura (*m*), altura (*h*) y diámetro (*d<sub>0.10</sub>*) de los estratos bajo (EB), medio (EM) y alto (EA) entre las condiciones área sin tratamiento (AST) y área con tratamiento (ACT), los datos registrados en los sitios de muestreo se sometieron a las pruebas estadísticas de Kolmogorov-Smirnov (con la correlación Lilliefors) y Shapiro-Wilk. Los resultados demostraron que los datos no se distribuyeron normalmente, por lo que se utilizó la prueba no paramétrica de U Mann Whitney para detectar diferencias significativas entre las condiciones. Todos los procedimientos estadísticos se efectuaron mediante el uso del paquete estadístico SPSS® (*Statistical Package for Social Sciences*, versión estándar lanzada 22.0 para Windows, SPSS Inc., Chicago, IL).

### III.4. Resultados

#### ÁREA SIN TRATAMIENTO (AST)

##### Estrato medio - alto

Se registraron 23 especies pertenecientes a 20 géneros y 14 familias. La familia más representativa fue Fabaceae con siete especies, seguida de Verbenaceae y Euphorbiaceae con 3 y 2 respectivamente, para las familias restantes sólo se registró una especie. De acuerdo a la forma de vida diecisiete especies fueron arbustivas y seis arbóreas (Tabla III.1).

**Tabla III.1.** Nombre científico y común, familia y forma de vida de las especies del estrato medio y alto registradas en el área sin tratamiento mecánico de rodillo aereador (AST) perteneciente al matorral espinoso tamaulipeco de estudio, ordenadas alfabéticamente.

Nombre científico	Nombre común	Familia	Forma de Vida
<i>Acacia rigidula</i> Benth.	Gavia	Fabaceae	Arbórea
<i>Acacia schaffneri</i> (S. Watson) F.J. Herm.	Huizache chino	Fabaceae	Arbustiva
<i>Celtis pallida</i> Torr.	Granjeno	Cannabaceae	Arbustiva
<i>Cordia boissieri</i> A. DC.	Anacahuita	Boraginaceae	Arbórea
<i>Croton humilis</i> L.	Croton	Euphorbiaceae	Arbustiva
<i>Croton incanus</i> Kunth	Salvia	Euphorbiaceae	Arbustiva
<i>Dalea scandens</i> (Mill.) R.T. Clausen	Dalea gigante	Fabaceae	Arbustiva
<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.	Huizachillo	Fabaceae	Arbustiva
<i>Diospyros texana</i> Scheele	Chapote blanco	Ebenaceae	Arbórea
<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	Vara dulce	Fabaceae	Arbórea
<i>Forestiera angustifolia</i> Torr.	Panalero	Oleaceae	Arbustiva
<i>Hibiscus martianus</i> Zucc.	Tulipán de monte	Malvaceae	Arbustiva
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Schult.) Zucc.	Coyotillo	Rhamnaceae	Arbustiva
<i>Lantana camara</i> L.	Cinco negritos	Verbenaceae	Arbustiva
<i>Lantana macropoda</i> Torr.	Lantana	Verbenaceae	Arbustiva
<i>Leucophyllum frutescens</i> (Berland.) I.M. Johnst.	Cenizo	Scrophulariaceae	Arbustiva
<i>Lippia graveolens</i> Kunth	Angelitos	Verbenaceae	Arbustiva
<i>Mimosa monancistra</i> Benth.	Gatuño	Fabaceae	Arbustiva
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.	Mezquite	Fabaceae	Arbórea
<i>Randia aculeata</i> L.	Cruceto	Rubiaceae	Arbustiva
<i>Schaefferia cuneifolia</i> A. Gray	Capul	Celastraceae	Arbustiva
<i>Senecio salignus</i> DC.	Jara de monte	Asteraceae	Arbustiva
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	Colima	Rutaceae	Arbórea

La abundancia total fue de 15,933 N.ha<sup>-1</sup>. La especie que presentó mayor abundancia fue *Lippia graveolens* con 2,911 N.ha<sup>-1</sup> que representa el 18.27% de la abundancia total. Las dos especies que le siguen fueron *Lantana camara* y *Lantana macropoda*, con 16.18% y 12.97% respectivamente. Las veinte especies restantes conforman el 52.58% faltante de dicho valor.

La dominancia de las especies se estimó mediante la cobertura de copa. En general, la cobertura de copa del total de las especies evaluadas presentó 10,233.86 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, es decir un 102.34% del área está ocupada totalmente por el dosel de los árboles y arbustos. La especie con mayor dominancia es *Cordia boissieri*, representando el 22.58% de la cobertura total de la vegetación, seguida por *Prosopis laevigata* y *Acacia rigidula* con el 13.53% y 12.44% respectivamente. Las restantes veinte especies representan el 51.45%.

La especie que registró mayor frecuencia al estar presente en quince de los dieciocho sitios de muestreo es *Lantana camara*, con una representatividad de 10.27% de frecuencia relativa, le sigue *Lippia graveolens* al estar presente en catorce y posteriormente *Cordia boissieri*, *Lantana macropoda*, *Randia aculeata* y *Karwinskia humboldtiana* con presencia en doce de los sitios de muestreo. Las diecisiete especies restantes tienen en conjunto una representatividad de 47.26%.

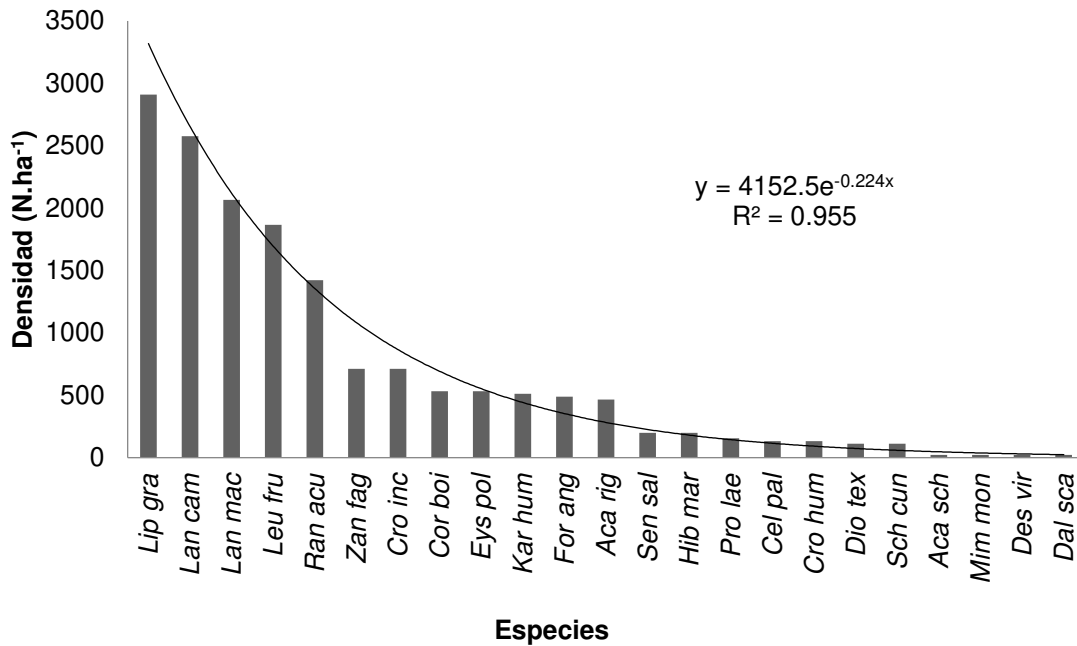
La especie con mayor peso ecológico, según el índice de valor de importancia es *Lippia graveolens* con 11.61%, seguido por *Lantana camara* y *Cordia boissieri* con 11.56% y 11.38%, respectivamente. Estas tres especies representan el 34.55%. La especie con menor peso ecológico es *Dalea scandens* con un valor de 0.28%.

**Tabla III.2.** Abundancia (N.ha<sup>-1</sup>), dominancia (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>), frecuencia (N.Sitio) e índice de valor de importancia de las especies del estrato medio y alto registradas en el área sin tratamiento mecánico de rodillo aereador (AST) perteneciente al matorral espinoso tamaulipeco de estudio (Ordenadas de acuerdo al índice de valor de importancia).

Nombre científico	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		Valores de importancia	
	N.ha <sup>-1</sup>	%	m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup>	%	N.Sitio	%	IVI	IVI rel (%)
<i>Lippia graveolens</i>	2911	18.27	714.09	6.98	14.00	9.59	34.84	11.61
<i>Lantana camara</i>	2578	16.18	842.23	8.23	15.00	10.27	34.68	11.56
<i>Cordia boissieri</i>	533	3.35	2311.06	22.58	12.00	8.22	34.15	11.38
<i>Lantana macropoda</i>	2067	12.97	358.01	3.50	12.00	8.22	24.69	8.23
<i>Leucophyllum frutescens</i>	1867	11.72	472.55	4.62	10.00	6.85	23.18	7.73
<i>Randia aculeata</i>	1422	8.93	554.39	5.42	12.00	8.22	22.56	7.52
<i>Acacia rigidula</i>	467	2.93	1273.17	12.44	9.00	6.16	21.53	7.18
<i>Prosopis laevigata</i>	156	0.98	1384.21	13.53	4.00	2.74	17.24	5.75
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	511	3.21	488.20	4.77	12.00	8.22	16.20	5.40
<i>Forestiera angustifolia</i>	489	3.07	565.63	5.53	7.00	4.79	13.39	4.46
<i>Zanthoxylum fagara</i>	711	4.46	9.42	0.09	10.00	6.85	11.40	3.80
<i>Celtis pallida</i>	133	0.84	652.66	6.38	4.00	2.74	9.95	3.32
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	533	3.35	189.18	1.85	6.00	4.11	9.31	3.10
<i>Croton incanus</i>	711	4.46	87.49	0.85	3.00	2.05	7.37	2.46
<i>Croton humilis</i>	133	0.84	7.59	0.07	4.00	2.74	3.65	1.22
<i>Diospyros texana</i>	111	0.70	86.04	0.84	2.00	1.37	2.91	0.97
<i>Schaefferia cuneifolia</i>	111	0.70	67.64	0.66	2.00	1.37	2.73	0.91
<i>Senecio salignus</i>	200	1.26	4.57	0.04	2.00	1.37	2.67	0.89
<i>Hibiscus martianus</i>	200	1.26	4.38	0.04	2.00	1.37	2.67	0.89
<i>Acacia schaffneri</i>	22	0.14	104.71	1.02	1.00	0.68	1.85	0.62
<i>Mimosa monancistra</i>	22	0.14	47.49	0.46	1.00	0.68	1.29	0.43
<i>Desmanthus virgatus</i>	22	0.14	7.15	0.07	1.00	0.68	0.89	0.30
<i>Dalea scandens</i>	22	0.14	2.02	0.02	1.00	0.68	0.84	0.28
	<b>15933</b>	<b>100</b>	<b>10233.86</b>	<b>100</b>	<b>18</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>100</b>

Los modelos paramétricos son modelos matemáticos que describen de forma gráfica la relación entre la abundancia y las especies ordenadas en categorías de la más a la menos abundante (Villareal *et al.*, 2006). Según el rango-abundancia de este estudio corresponde al modelo paramétrico de series logarítmicas, donde se aprecia que hay un pequeño número de especies abundantes y una gran proporción de especies poco abundantes, lo que

determina que la curva sea como una jota invertida (Figura III.2), confirmando la superioridad en abundancia de *Lippia graveolens* con 2,911 N.ha<sup>-1</sup>.



**Figura III.2.** Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies en estudio.

Para la comunidad estudiada se registró un valor de índice de Shannon de  $H' = 2.50$  y de índice de Margalef de  $D_{Mg} = 3.35$ .

### Estrato bajo

Se registraron 20 especies pertenecientes a 18 géneros y 8 familias. Las familias más representativas son Asteraceae y Poaceae al contar con cinco especies, seguidas de Euphorbiaceae y Malvaceae con tres. Para las familias restantes solo se registró una especie. De acuerdo a la forma de vida quince especies fueron herbáceas y cinco pastos (Tabla III.3).

**Tabla III.3.** Nombre científico y común, familia y forma de vida de las especies del estrato bajo registradas en el área sin tratamiento mecánico de rodillo aereador (AST) perteneciente al matorral espinoso tamaulipeco de estudio, ordenadas alfabéticamente.

Nombre científico	Nombre común	Familia	Forma de Vida
<i>Abutilon fruticosum</i> Guill. & Perr.	Pelotazo	Malvaceae	Herbácea
<i>Aphanostephus ramosissimus</i> DC.	Manzanilla	Asteraceae	Herbácea
<i>Aster subulatus</i> Michx.	Hierba del marrano	Asteraceae	Herbácea
<i>Bothriochloa pertusa</i> (L.) A. Camus	Zacate carretero	Poaceae	Pasto
<i>Bouteloua barbata</i> Lag.	Navajita	Poaceae	Pasto
<i>Croton cortesianus</i> Kunth	Palillo	Euphorbiaceae	Herbácea
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Bermuda Gigante Nk 37	Poaceae	Pasto
<i>Dalea aurea</i> Nutt.	Dalea	Fabaceae	Herbácea
<i>Dyssodia pentachaeta</i> (DC.) B.L. Rob.	Falsa manzanilla	Asteraceae	Herbácea
<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton	Hierba de la golondrina velluda	Euphorbiaceae	Herbácea
<i>Euphorbia glyptosperma</i> Engelm.	Hierba de la golondrina	Euphorbiaceae	Herbácea
<i>Evolvulus alsinoides</i> (L.) L.	Ojitos azules	Convolvulaceae	Herbácea
<i>Malvastrum coromandelianum</i> (L.) Garcke	Malva	Malvaceae	Herbácea
<i>Melochia pyramidata</i> L.	Falsa ortiguilla	Malvaceae	Herbácea
<i>Parthenium confertum</i> A. Gray	Mariola	Asteraceae	Herbácea
<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	Amargoso	Asteraceae	Herbácea
<i>Pennisetum ciliare</i> (L.) Link	Zacate buffel	Poaceae	Pasto
<i>Portulaca pilosa</i> L.	Portulaca	Portulacaceae	Herbácea
<i>Setaria leucophylla</i> Kunth ex A. Dietr.	Zacate temprano	Poaceae	Pasto
<i>Tiquilia canescens</i> (A. DC.) A.T. Richardson	Oreja de perro	Boraginaceae	Herbácea

La abundancia total fue de 253,333 N.ha<sup>-1</sup>. La especie que presentó mayor abundancia fue *Bothriochloa pertusa* con 137,500 N.ha<sup>-1</sup> que representa el 54.28% de la abundancia total. Las dos especies que le siguen fueron *Parthenium confertum* y *Aphanostephus ramosissimus*, con 12.72% y 7.68% respectivamente. Las diecisiete especies restantes conforman el 25.32% faltante de dicho valor.

La dominancia de las especies se estimó mediante la cobertura de copa. En general, la cobertura de copa del total de las especies evaluadas presentó 3,765.89 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, es decir un 37.66% del área está ocupada por el dosel del

estrato herbáceo y el 62.34% de la superficie se encuentra desprovista de vegetación. La especie altamente dominante es *Bothriochloa pertusa*, presentando el 76.83% de la cobertura total de la vegetación, seguida por *Aphanostephus ramosissimus* y *Parthenium confertum* con 7.55% y 6.11% respectivamente. Las restantes diecisiete especies representan el 9.51%.

Las especies con mayor presencia en los sitios de muestreo son *Bothriochloa pertusa* y *Parthenium confertum*, con una representatividad de 29.72% de frecuencia relativa al estar presentes en 11 sitios. Las dieciocho especies restantes tienen en conjunto una representatividad de 70.28% presentándose entre uno y seis sitios de muestreo.

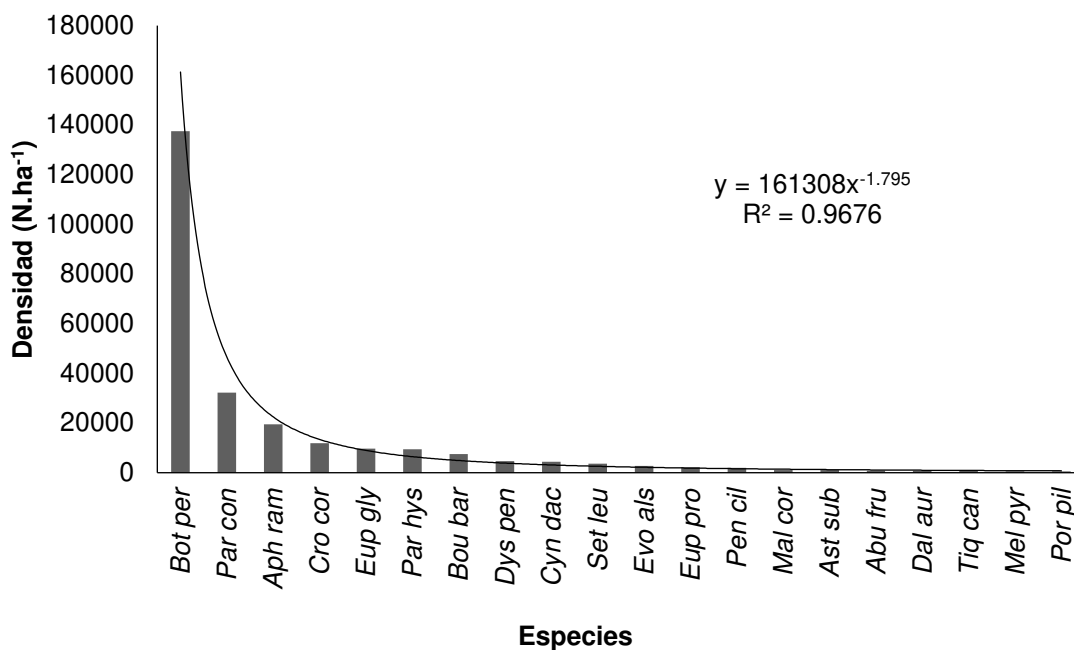
La especie con mayor peso ecológico, según el índice de valor de importancia es *Bothriochloa pertusa* con un valor de 48.66%, seguido por *Parthenium confertum* y *Aphanostephus ramosissimus* con el 11.23% y 7.78%, respectivamente. Estas tres especies representan el 67.67%. La especie con menor peso ecológico es *Portulaca pilosa* presentando un valor de 0.53%.



**Tabla III.4.** Abundancia (N.ha<sup>-1</sup>), dominancia (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>), frecuencia (N.Sitio) e índice de valor de importancia de las especies del estrato bajo registradas en el área sin tratamiento mecánico de rodillo aereador (AST) perteneciente al matorral espinoso tamaulipeco de estudio (Ordenadas de acuerdo al índice de valor de importancia).

Nombre científico	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		Valores de importancia	
	N.ha <sup>-1</sup>	%	m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup>	%	N.Sitio	%	IVI	IVI rel (%)
<i>Bothriochloa pertusa</i>	137500	54.28	2893.22	76.83	11.00	14.86	145.97	48.66
<i>Parthenium confertum</i>	32222	12.72	230.24	6.11	11.00	14.86	33.70	11.23
<i>Aphanostephus ramosissimus</i>	19444	7.68	284.31	7.55	6.00	8.11	23.33	7.78
<i>Croton cortesianus</i>	11944	4.71	0.08	0.00	9.00	12.16	16.88	5.63
<i>Euphorbia glyptosperma</i>	9722	3.84	33.48	0.89	5.00	6.76	11.48	3.83
<i>Parthenium hysterophorus</i>	9444	3.73	77.04	2.05	4.00	5.41	11.18	3.73
<i>Bouteloua barbata</i>	7500	2.96	12.53	0.33	4.00	5.41	8.70	2.90
<i>Dyssodia pentachaeta</i>	4722	1.86	4.88	0.13	4.00	5.41	7.40	2.47
<i>Evolvulus alsinoides</i>	2778	1.10	4.86	0.13	4.00	5.41	6.63	2.21
<i>Cynodon dactylon</i>	4444	1.75	76.57	2.03	2.00	2.70	6.49	2.16
<i>Setaria leucophylla</i>	3611	1.43	50.01	1.33	1.00	1.35	4.10	1.37
<i>Pennisetum ciliare</i>	1944	0.77	16.83	0.45	2.00	2.70	3.92	1.31
<i>Melochia pyramidata</i>	556	0.22	19.28	0.51	2.00	2.70	3.43	1.14
<i>Malvastrum coromandelianum</i>	1111	0.44	7.48	0.20	2.00	2.70	3.34	1.11
<i>Abutilon fruticosum</i>	833	0.33	4.63	0.12	2.00	2.70	3.15	1.05
<i>Dalea aurea</i>	833	0.33	30.71	0.82	1.00	1.35	2.50	0.83
<i>Euphorbia prostrata</i>	2222	0.88	2.05	0.05	1.00	1.35	2.28	0.76
<i>Aster subulatus</i>	1111	0.44	6.73	0.18	1.00	1.35	1.97	0.66
<i>Tiquilia canescens</i>	833	0.33	9.71	0.26	1.00	1.35	1.94	0.65
<i>Portulaca pilosa</i>	556	0.22	1.27	0.03	1.00	1.35	1.60	0.53
	<b>253333</b>	<b>100</b>	<b>3765.89</b>	<b>100</b>	<b>36</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>100</b>

Según el rango-abundancia, las especies en estudio presentan una distribución tipo geométrico, de acuerdo con este modelo, la comunidad está compuesta por pocas especies muy abundantes y las restantes prácticamente escasas. El modelo supone que las especies difieren marcadamente en su dominancia competitiva, de manera que la especie más dominante ocupa una fracción grande del nicho y las demás especies deben distribuirse lo que queda. Para este estudio la única especie que presentó una abundancia alta fue *Bothriochloa pertusa* con 137,500 N.ha<sup>-1</sup> (Figura III.3).



**Figura III.3.** Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies en estudio.

Para la comunidad estudiada se registró un valor de índice de Shannon de  $H' = 1.36$  y de índice de Margalef de  $D_{Mg} = 2.79$ .

## ÁREA CON TRATAMIENTO (ACT)

### Estrato medio - alto

Se registraron 23 especies pertenecientes a 22 géneros y 13 familias. La familia más representativa fue Fabaceae con siete especies, seguida de Verbenaceae y Asteraceae con 4 y 2 respectivamente, para las familias restantes solo se registró entre una especie. De acuerdo a la forma de vida quince especies fueron arbustivas y ocho arbóreas (Tabla III.5).

**Tabla III.5.** Nombre científico y común, familia y forma de vida de las especies del estrato medio y alto registradas en el área con tratamiento mecánico de rodillo aereador (ACT) perteneciente al matorral espinoso tamaulipeco de estudio, ordenadas alfabéticamente.

Nombre científico	Nombre común	Familia	Forma de Vida
<i>Acacia rigidula</i> Benth.	Gavia	Fabaceae	Arbórea
<i>Acacia greggii</i> A. Gray	Uña de gato	Fabaceae	Arbórea
<i>Amoreuxia wrightii</i> A. Gray	Botón de oro	Bixaceae	Arbustiva
<i>Celtis pallida</i> Torr.	Granjeno	Cannabaceae	Arbustiva
<i>Citharexylum brachyanthum</i> (A. Gray ex Hemsl.) A. Gray	Falso panalero	Verbenaceae	Arbustiva
<i>Cordia boissieri</i> A. DC.	Anacahuita	Boraginaceae	Arbórea
<i>Croton humilis</i> L.	Croton	Euphorbiaceae	Arbustiva
<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.	Huizachillo	Fabaceae	Arbustiva
<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	Vara dulce	Fabaceae	Arbórea
<i>Flourensia cernua</i> DC.	Hojasén	Asteraceae	Arbustiva
<i>Forestiera angustifolia</i> Torr.	Panalero	Oleaceae	Arbustiva
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Schult.) Zucc.	Coyotillo	Rhamnaceae	Arbustiva
<i>Lantana camara</i> L.	Cinco negritos	Verbenaceae	Arbustiva
<i>Lantana macropoda</i> Torr.	Lantana	Verbenaceae	Arbustiva
<i>Leucophyllum frutescens</i> (Berland.) I.M. Johnst.	Cenizo	Scrophulariaceae	Arbustiva
<i>Lippia graveolens</i> Kunth	Angelitos	Verbenaceae	Arbustiva
<i>Parkinsonia texana</i> (A. Gray) S. Watson	Palo verde	Fabaceae	Arbórea
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.	Mezquite	Fabaceae	Arbórea
<i>Randia aculeata</i> L.	Cruceto	Rubiaceae	Arbustiva
<i>Schaefferia cuneifolia</i> A. Gray	Capul	Celastraceae	Arbustiva
<i>Senecio salignus</i> DC.	Jara de monte	Asteraceae	Arbustiva
<i>Vachellia farnesiana</i> (L.) Wight & Arn.	Huizache	Fabaceae	Arbórea
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	Colima	Rutaceae	Arbórea

La abundancia total fue de 16,689 N.ha<sup>-1</sup>. La especie que presentó mayor abundancia fue *Lantana camara* con 3,622 N.ha<sup>-1</sup> que representa el 21.70% de la abundancia total. Las dos especies que le siguen fueron *Zanthoxylum fagara* y *Randia aculeata* con valores de 18.64% y 17.44% respectivamente. Las veinte especies restantes conforman el 42.21% faltante de dicho valor.

La dominancia de las especies se estimó mediante la cobertura de copa. En general, la cobertura de copa del total de las especies evaluadas presentó

1,700.18 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, es decir que solo un 17% del área está ocupada por el dosel de los árboles y arbustos. La especie con mayor dominancia es *Lantana camara*, representando el 30.93% de la cobertura total de la vegetación, seguida por *Acacia rigidula* y *Karwinskia humboldtiana* con el 12.92% y 11.26% respectivamente. Las restantes veinte especies representan el 44.89%.

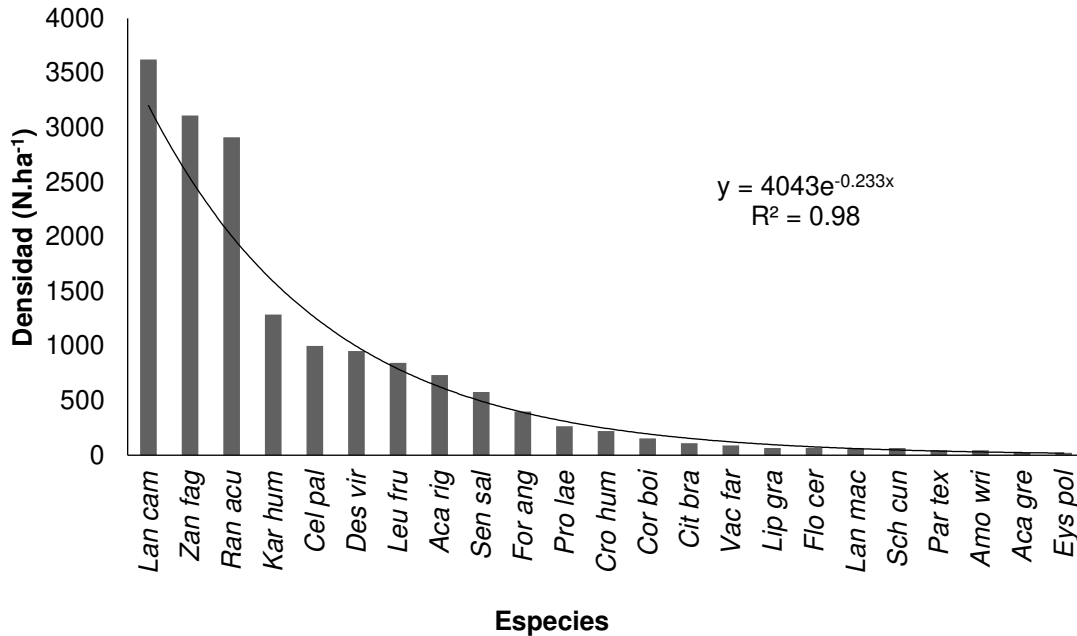
Se registró la presencia de *Lantana camara* en quince de los dieciocho sitios de muestreo con una representatividad del 11.72% de frecuencia relativa, le siguen *Randia aculeata*, *Zanthoxylum fagara*, *Karwinskia humboldtiana*, *Acacia rigidula* y *Celtis pallida* con una representatividad en conjunto de 48.44% de frecuencia relativa al estar presentes entre los diez y catorce sitios de muestreo. Las diecisiete especies restantes tienen en conjunto una representatividad de 39.84% presentándose dos especies en siete sitios y las restantes entre uno y cinco sitios de muestreo.

La especie con mayor peso ecológico, según el índice de valor de importancia es *Lantana camara* con 21.45%, seguido por *Zanthoxylum fagara* y *Randia aculeata* con el 12.32% y 10.98%, respectivamente. Estas tres especies representan el 44.76%. La especie con menor peso ecológico es *Eysenhardtia polystachya* con un valor de 0.34%.

**Tabla III.6.** Abundancia ( $N \cdot ha^{-1}$ ), dominancia ( $m^2 \cdot ha^{-1}$ ), frecuencia (N.Sitio) e índice de valor de importancia de las especies del estrato medio y alto registradas en el área con tratamiento mecánico de rodillo aereador (ACT) perteneciente al matorral espinoso tamaulipeco de estudio (Ordenadas de acuerdo al índice de valor de importancia).

Nombre científico	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		Valores de importancia	
	N.ha <sup>-1</sup>	%	m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup>	%	N.Sitio	%	IVI	IVI rel (%)
<i>Lantana camara</i>	3622	21.70	525.81	30.93	15.00	11.72	64.35	21.45
<i>Zanthoxylum fagara</i>	3111	18.64	138.99	8.17	13.00	10.16	36.97	12.32
<i>Randia aculeata</i>	2911	17.44	77.69	4.57	14.00	10.94	32.95	10.98
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	1289	7.72	191.48	11.26	13.00	10.16	29.14	9.71
<i>Acacia rigidula</i>	733	4.39	219.62	12.92	12.00	9.38	26.69	8.90
<i>Celtis pallida</i>	1000	5.99	129.10	7.59	10.00	7.81	21.40	7.13
<i>Leucophyllum frutescens</i>	844	5.06	90.32	5.31	7.00	5.47	15.84	5.28
<i>Desmanthus virgatus</i>	956	5.73	14.00	0.82	7.00	5.47	12.02	4.01
<i>Cordia boissieri</i>	156	0.93	108.71	6.39	5.00	3.91	11.23	3.74
<i>Forestiera angustifolia</i>	400	2.40	37.13	2.18	5.00	3.91	8.49	2.83
<i>Senecio salignus</i>	578	3.46	35.83	2.11	2.00	1.56	7.13	2.38
<i>Prosopis laevigata</i>	267	1.60	38.40	2.26	4.00	3.13	6.98	2.33
<i>Citharexylum brachyanthum</i>	111	0.67	4.95	0.29	3.00	2.34	3.30	1.10
<i>Vachellia farnesiana</i>	89	0.53	18.66	1.10	2.00	1.56	3.19	1.06
<i>Lippia graveolens</i>	67	0.40	6.56	0.39	3.00	2.34	3.13	1.04
<i>Flourensia cernua</i>	67	0.40	4.35	0.26	3.00	2.34	3.00	1.00
<i>Croton humilis</i>	222	1.33	1.53	0.09	2.00	1.56	2.98	0.99
<i>Acacia greggii</i>	22	0.13	30.40	1.79	1.00	0.78	2.70	0.90
<i>Parkinsonia texana</i>	44	0.27	20.57	1.21	1.00	0.78	2.26	0.75
<i>Lantana macropoda</i>	67	0.40	2.82	0.17	2.00	1.56	2.13	0.71
<i>Amoreuxia wrightii</i>	44	0.27	0.19	0.01	2.00	1.56	1.84	0.61
<i>Schaefferia cuneifolia</i>	67	0.40	1.42	0.08	1.00	0.78	1.26	0.42
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	22	0.13	1.68	0.10	1.00	0.78	1.01	0.34
	<b>16689</b>	<b>100</b>	<b>1700.18</b>	<b>100</b>	<b>128</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>100</b>

Según el rango-abundancia de este estudio corresponde al modelo paramétrico de series logarítmicas, donde se aprecia que hay un pequeño número de especies abundantes y una gran proporción de especies poco abundantes, lo que determina que la curva sea como una jota invertida (Figura III.4).



**Figura III.4.** Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies en estudio.

Para la comunidad estudiada se registró un valor de índice de Shannon de  $H' = 2.34$  y de índice de Margalef de  $D_{Mg} = 3.32$ .

### **Estrato bajo**

Se registraron 18 especies pertenecientes a 16 géneros y 8 familias. La familia más representativa fue Asteraceae con cinco especies, seguida por Poaceae con cuatro. Para las familias restantes se registraron entre tres y una especie. De acuerdo con la forma de vida catorce especies fueron herbáceas y cuatro pastos (Tabla III.7).

**Tabla III.7.** Nombre científico y común, familia y forma de vida de las especies del estrato bajo registradas en el área con tratamiento mecánico de rodillo aereador (ACT) perteneciente al matorral espinoso tamaulipeco de estudio, ordenadas alfabéticamente.

Nombre científico	Nombre común	Familia	Forma de Vida
<i>Aphanostephus skirrhobasis</i> (DC.) Trel. Ex Coville & Branner	Manzanilla cimarrona	Asteraceae	Herbácea
<i>Aphanostephus ramosissimus</i> DC.	Manzanilla	Asteraceae	Herbácea
<i>Aster subulatus</i> Michx.	Hierba del marrano	Asteraceae	Herbácea
<i>Bothriochloa pertusa</i> (L.) A. Camus	Zacate carretero	Poaceae	Pasto
<i>Bouteloua barbata</i> Lag.	Navajita	Poaceae	Pasto
<i>Croton cortesianus</i> Kunth	Palillo	Euphorbiaceae	Herbácea
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Bermuda Gigante Nk 37	Poaceae	Pasto
<i>Dalea aurea</i> Nutt.	Dalea	Fabaceae	Herbácea
<i>Euphorbia glyptosperma</i> Engelm.	Hierba de la golondrina	Euphorbiaceae	Herbácea
<i>Evolvulus alsinoides</i> (L.) L.	Ojitos azules	Convolvulaceae	Herbácea
<i>Malvastrum coromandelianum</i> (L.) Garcke	Malva	Malvaceae	Herbácea
<i>Melochia pyramidata</i> L.	Falsa ortiguilla	Malvaceae	Herbácea
<i>Parthenium confertum</i> A. Gray	Mariola	Asteraceae	Herbácea
<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	Amargoso	Asteraceae	Herbácea
<i>Pennisetum ciliare</i> (L.) Link	Zacate buffel	Poaceae	Pasto
<i>Physalis cinerascens</i> (Dunal) Hitchc.	Tomatillo	Solanaceae	Herbácea
<i>Sida spinosa</i> L.	Sida	Malvaceae	Herbácea
<i>Verbena officinalis</i> L.	Verbena	Verbenaceae	Herbácea

La abundancia total fue de 116,111 N.ha<sup>-1</sup>. La especie que presentó mayor abundancia fue *Bothriochloa pertusa* con 49,722 N.ha<sup>-1</sup> que representa el 42.82% de la abundancia total. Le sigue la especie *Parthenium hysterophorus*, con un valor de 18.42% de la abundancia total. Las dieciséis especies restantes conforman el 38.76% faltante de dicho valor.

La dominancia de las especies se estimó mediante la cobertura de copa. En general, la cobertura de copa del total de las especies evaluadas presentó 1,913.51 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, es decir un 19.14% del área está ocupada por el dosel del estrato herbáceo y el 80.86% de la superficie se encuentra desprovista de vegetación. La especie altamente dominante es *Parthenium hysterophorus*,

*presentando* el 28.33% de la cobertura total de la vegetación, seguida por *Bothriochloa pertusa* y *Parthenium confertum* con el 25.56% y 28.33% respectivamente. Las restantes quince especies representan el 32.54%.

Las especies con mayor presencia en los sitios de muestreo son *Bothriochloa pertusa*, *Parthenium hysterophorus* y *Parthenium confertum*, con una representatividad de 44.12% de frecuencia relativa, seguidas por *Aphanostephus ramosissimus* y *Croton cortesianus* con presencia en 6 de los sitios de muestreo. Las catorce especies restantes tienen en conjunto una representatividad de 38.24% presentándose la mayoría en un sitio de muestreo.

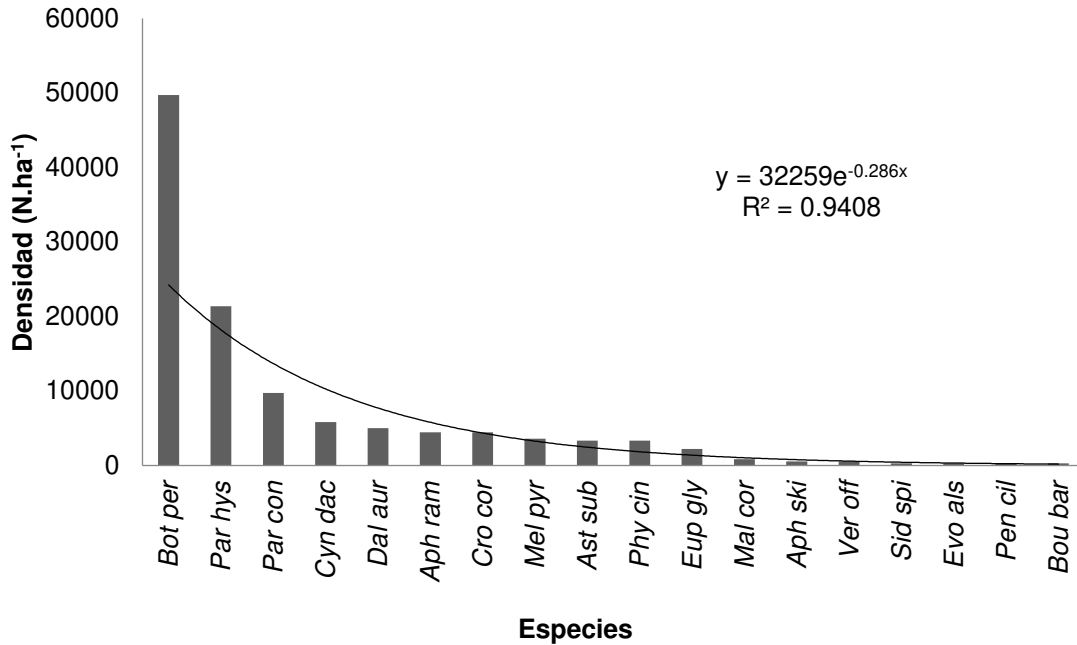
La especie con mayor peso ecológico, según el índice de valor de importancia es *Bothriochloa pertusa* con 29.66%, seguido por *Parthenium hysterophorus* y *Parthenium confertum* con el 20.00% y 10.74%, respectivamente. Estas tres especies representan el 60.40%. La especie con menor peso ecológico es *Bouteloua barbata* presentando un valor de 0.57%.



**Tabla III.8.** Abundancia ( $N.ha^{-1}$ ), dominancia ( $m^2.ha^{-1}$ ), frecuencia ( $N.Sitio$ ) e índice de valor de importancia de las especies del estrato bajo registradas en el área con tratamiento mecánico de rodillo aereador (ACT) perteneciente al matorral espinoso tamaulipeco de estudio (Ordenadas de acuerdo al índice de valor de importancia).

Nombre científico	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		Valores de importancia	
	$N.ha^{-1}$	%	$m^2.ha^{-1}$	%	$N.Sitio$	%	IVI	IVI rel (%)
<i>Bothriochloa pertusa</i>	49722	42.82	489.17	25.56	14	20.59	88.98	29.66
<i>Parthenium hysterophorus</i>	21389	18.42	542.11	28.33	9	13.24	59.99	20.00
<i>Parthenium confertum</i>	9722	8.37	259.52	13.56	7	10.29	32.23	10.74
<i>Aphanostephus ramosissimus</i>	4444	3.83	176.21	9.21	6	8.82	21.86	7.29
<i>Cynodon dactylon</i>	5833	5.02	130.33	6.81	3	4.41	16.25	5.42
<i>Melochia pyramidata</i>	3611	3.11	98.16	5.13	5	7.35	15.59	5.20
<i>Croton cortesianus</i>	4444	3.83	42.00	2.20	6	8.82	14.85	4.95
<i>Aster subulatus</i>	3333	2.87	67.83	3.54	3	4.41	10.83	3.61
<i>Physalis cinerascens</i>	3333	2.87	41.24	2.16	3	4.41	9.44	3.15
<i>Euphorbia glyptosperma</i>	2222	1.91	18.13	0.95	3	4.41	7.27	2.42
<i>Dalea aurea</i>	5000	4.31	20.12	1.05	1	1.47	6.83	2.28
<i>Malvastrum coromandelianum</i>	833	0.72	11.72	0.61	2	2.94	4.27	1.42
<i>Sida spinosa</i>	278	0.24	7.46	0.39	1	1.47	2.10	0.70
<i>Aphanostephus skirrhobasis</i>	556	0.48	1.85	0.10	1	1.47	2.05	0.68
<i>Verbena officinalis</i>	556	0.48	0.89	0.05	1	1.47	2.00	0.67
<i>Evolvulus alsinoides</i>	278	0.24	3.69	0.19	1	1.47	1.90	0.63
<i>Pennisetum ciliare</i>	278	0.24	2.88	0.15	1	1.47	1.86	0.62
<i>Bouteloua barbata</i>	278	0.24	0.20	0.01	1	1.47	1.72	0.57
	<b>116111</b>	<b>100</b>	<b>1913.51</b>	<b>100</b>	<b>68</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>100</b>

Según el rango-abundancia, las especies en estudio presentan una distribución tipo geométrico, de acuerdo con este modelo, la comunidad está compuesta por pocas especies muy abundantes y las restantes prácticamente escasas. El modelo supone que las especies difieren marcadamente en su dominancia competitiva, de manera que la especie más dominante ocupa una fracción grande del nicho y las demás especies deben distribuirse lo que queda. Este patrón se observa básicamente en estadios tempranos de una sucesión (Martella *et al.*, 2012) (Figura III.5).



**Figura III.5.** Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies en estudio.

Para la comunidad estudiada se registró un valor de índice de Shannon de  $H' = 1.95$  y de índice de Margalef de  $D_{Mg} = 2.82$ .

### **Análisis estadístico**

#### **Estrato medio-alto**

Los resultados de la prueba de U Mann-Whitney del área de estudio indican que existe diferencia estadística significativa entre las variables estructurales de cobertura ( $Z = -14.859$ ,  $p = 6.0592E-50$ ), altura ( $Z = -19.311$ ,  $p = 4.3439E-83$ ) y diámetro ( $Z = -5.653$ ,  $p = 1.5747E-08$ ) entre épocas para el estrato medio y alto (Tabla III.9).

**Tabla III.9.** Resultados estadísticos de la prueba de U Mann-Whitney del estrato medio y alto en las condiciones AST y ACT.

	Cobertura ( <i>m</i> )	Altura ( <i>h</i> )	Diámetro ( <i>d<sub>0.10</sub></i> )
<b>U de Mann-Whitney</b>	143344.5	108013.5	222629.5
W de Wilcoxon	425720.5	390389.5	465185.5
Z	-14.859	-19.311	-5.653
Sig. asintótica (bilateral)	6.0592E-50	4.3439E-83	1.5747E-08

Variable de agrupación: CONDICIÓN (AST. Área sin tratamiento – ACT. Área con tratamiento)

Las características básicas de los datos en términos cuantitativos nos muestran de manera general que se presentó un decremento de la condición AST a ACT entre las variables cobertura ( $\mu= 0.794$  m y  $\mu= 0.2564$  m), altura ( $\mu= 0.8827$  m y  $\mu= 0.2104$  m) y diámetro ( $\mu= 0.0074$  m y  $\mu= 0.0059$  m), por lo cual se infiere que el decremento en la estructura de la vegetación se debe a la aplicación del tratamiento (Tabla III.10).

**Tabla III.10.** Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney del estrato medio y alto en las condiciones AST y ACT.

Época	Variable	N	V. Mín.	V. Máx.	$\mu$	$\sigma$	Sig.
AST	Cobertura ( <i>m</i> )	696	0.0300	55.5000	0.7941	2.6828	6.0592E-50
ACT		751	0.0100	1.5300	0.2564	0.2532	
AST	Altura ( <i>h</i> )	696	0.0300	67.0000	0.8827	3.2122	4.3439E-83
ACT		751	0.0100	1.7000	0.2104	0.1753	
AST	Diámetro ( <i>d<sub>0.10</sub></i> )	696	0.0016	0.0800	0.0074	0.0099	1.5747E-08
ACT		751	0.0100	0.0600	0.0059	0.0041	

AST. Área sin tratamiento, ACT. Área con tratamiento, N. Número de individuos, V.Mín. Valores mínimos, V.Máx. Valores máximos,  $\mu$ . Media,  $\sigma$ . Desviación estándar, Sig. Significancia

### Estrato bajo

El análisis estadístico de la prueba de U Mann-Whitney indica que existe diferencia estadística significativa entre las variables estructurales de cobertura ( $Z= -28.406$ ,  $p= 1.7064E-177$ ) y altura ( $Z= -28.736$ ,  $p= 1.3653E-181$ ) entre condiciones para el estrato bajo (Tabla III.11).

**Tabla III.11.** Resultados de la prueba de U Mann-Whitney para las variables estructurales del estrato bajo en las condiciones AST y ACT.

	Cobertura ( <i>m</i> )	Altura ( <i>h</i> )
<b>U de Mann-Whitney</b>	5917.500	4013.500
W de Wilcoxon	93488.500	91584.500
Z	-28.406	-28.736
Sig. asintótica (bilateral)	1.7064E-177	1.3653E-181

Variable de agrupación: CONDICION (AST. Área sin tratamiento – ACT. Área con tratamiento)

En general en términos cuantitativos para ambas variables estructurales de la vegetación se presentó un decremento entre la condición AST y ACT, presentando valores de  $\mu = 11.6555$  m y 0.1223 m para la cobertura y de  $\mu = 7.1162$  m y 0.1005 m para altura respectivamente, obteniendo los más bajos el área con tratamiento mecánico de rodillo aereador (ACT), debido a que después de su implementación en el mes de noviembre del año 2017 las lluvias fueron sumamente escasas hasta el mes de mayo de 2018 en que se realizó el muestreo del presente estudio (Tabla I.12).

**Tabla III.12.** Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney del estrato bajo en las condiciones AST y ACT.

Época	Variable	N	V. Mín.	V. Máx.	$\mu$	$\sigma$	Sig.
AST	Cobertura ( <i>m</i> )	912	0.03	37	11.6555	7.31951	1.7064E-177
ACT		418	0.02	0.63	0.1223	0.07785	
AST	Altura ( <i>h</i> )	912	0.03	50	7.1162	6.01681	1.3653E-181
ACT		418	0.01	0.58	0.1005	0.08631	

AST. Área sin tratamiento, ACT. Área con tratamiento, N. Número de individuos, V.Mín. Valores mínimos, V.Máx. Valores máximos,  $\mu$ . Media,  $\sigma$ . Desviación estándar, Sig. Significancia

### III.5. Discusión

#### Estrato medio - alto

De acuerdo a nuestros análisis, la familia Fabaceae es la más representativa en el área de estudio en ambas condiciones. Este resultado coincide con los

obtenidos en otros estudios que sugieren que las comunidades vegetales del MET tanto maduras como las registradas por Mora *et al.* (2013a) y González *et al.* (2010), como las regeneradas después de alteraciones antropogénicas como lo es la ganadería o tratamientos de rehabilitación a la vegetación publicadas por, Alanís *et al.* (2008), Jiménez *et al.* (2009), Pequeño-Ledezma *et al.* (2012), Jiménez *et al.* (2012), Alanís *et al.* (2013), Molina-Guerra *et al.* (2013), Mora *et al.* (2013b), Mora-Donjuán *et al.* (2014), Yerena *et al.* (2014) y Leal-Elizondo *et al.* (2018) presentan a las Fabaceas como las más representativas ya que son las más diversas y se encuentran distribuidas en todas las comunidades vegetales de Nuevo León (Estrada *et al.*, 2004).

La gran presencia de esta familia podría deberse a su capacidad para competir con otras por los recursos del ecosistema, tal como lo documentan López *et al.* (2010), González *et al.* (2011) y González-Rodríguez *et al.* (2011) al explicar que son más tolerantes al déficit hídrico edáfico ya que presentan valores más altos en el potencial hídrico del xilema al pre-amanecer y al mediodía, bajo condiciones de falta de agua.

*Abundancia.* En la presente investigación se registraron 23 especies para ambas condiciones de muestreo (AST y ACT), número similar a lo registrado por Mora *et al.* (2013a), Domínguez-Gómez *et al.* (2013) y Ramírez-Lozano *et al.* (2013) quienes también evaluaron comunidades vegetales maduras del matorral espinoso tamaulipeco. Las comunidades vegetales con disturbio antropogénico como las evaluadas por Alanís *et al.* (2008), Jiménez *et al.* (2009), Pequeño-Ledezma *et al.* (2012), Jiménez *et al.* (2012), Alanís *et al.* (2013), Molina-Guerra *et al.* (2013), Mora *et al.* (2013b), Mora-Donjuán *et al.* (2014), Yerena *et al.* (2014) y Leal-Elizondo *et al.* (2018) presentan la mitad de las especies de este estudio, debido a que aún se encuentran en estadíos iniciales o intermedios de sucesión ecológica (Alanís *et al.*, 2013). No obstante, el presente estudio obtuvo un valor más alto a los de Medina-Guillén *et al.* (2017) para comunidades vegetales de matorral desértico rosetófilo rehabilitadas con rodillo aereador después de un

incendio al registrar 21 especies, pero menores a los registrados por Medina-Guillén *et al.* (2015) para un área de matorral desértico micrófilo rehabilitado con rodillo aereador después de un incendio (28 especies).

Asimismo, se observó que *Lantana camara* fue la especie que se mantuvo en los primeros lugares en densidad poblacional en ambas condiciones con valores de 3,622 N.ha<sup>-1</sup> y 2,578 N.ha<sup>-1</sup> para el ACT y AST. De León (2013), realizó un estudio donde caracterizó y estimó la producción de biomasa en dos áreas del matorral espinoso tamaulipeco (una prístina y otra perturbada) de Linares, Nuevo León, encontrando a la especie *Lantana camara* como una de las mejor representadas ecológicamente similar a lo reportado en nuestra investigación con un valor del *IVI* de 33.79% ; Guevara *et al.* (1994), indica que debido a su bajo consumo son abundantes en el área muestreada y por ende asumen que son impalatables para el ganado doméstico.

No obstante, Cerda (2016), reporta a la especie *Lantana camara* como una de las siete especies de herbáceas que conforman la dieta del venado cola blanca en una porción del matorral espinoso tamaulipeco con un consumo relativo del 2.11%.

Con respecto a las especies con mayor número de individuos por hectárea, se obtuvieron valores de 2,911 N.ha<sup>-1</sup> para la especie *Lippia graveolens* en el AST y de 3,622 N.ha<sup>-1</sup> para la especie *Lantana camara* en el ACT nuestros resultados concuerdan con De León (2013), el cual realizó un estudio donde caracterizó y estimó la producción de biomasa en dos áreas del matorral espinoso tamaulipeco (una prístina y otra perturbada) de Linares, Nuevo León, donde se registró a la especie *Lantana camara* como una de las especies más importantes junto con *Havardia pallens*, *Eysenhardtia polystachya*, *Forestiera angustifolia*, *Diospyros texana* y *Acacia rigidula*.

No obstante, según Ramírez-Lozano *et al.* (2013) los factores climatológicos y topográficos tienen influencia sobre la composición vegetal y por ende a los datos registrados en los sitios evaluados.

*Dominancia.* Mora *et al.* (2013a) y Ramírez-Lozano *et al.* (2013) reportan que la cobertura de copa del matorral espinoso tamaulipeco sin registro de actividades productivas (comunidad madura) presenta valores de 13, 973 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> y 13, 527 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> respectivamente, lo cual muestra que el valor obtenido en esta investigación en ambas condiciones es menor (AST=10,233.86 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> y ACT= 1,700.18 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>). No obstante, indica una cobertura superior al 100% para el área sin tratamiento, por lo tanto, presenta una considerable sobreposición de las copas y para el área con tratamiento un 17% de cobertura, indicando que después del impacto del tratamiento queda espacio sin individuos en pie, no obstante, el suelo de esta área de estudio queda protegido por los restos del quiebre de la vegetación. Las especies dominantes para el área sin tratamiento son *Cordia boissieri* (22.58%), *Prosopis laevigata* (13.53%) y *Acacia rigidula* (12.44%) y para el área con tratamiento *Lantana camara* (30.93%), *Acacia rigidula* (12.92%) y *Karwinskia humboldtiana* (11.26%), siendo *Cordia boissieri* la especie registradas por Ramírez-Lozano *et al.* (2013) pero con valores menores (12.40%). Esta similitud en la especie podría deberse a que ambos estudios evaluaron comunidades vegetales maduras del MET en época seca (verano).

*Frecuencia.* En cuanto a la frecuencia, nuestros resultados concuerdan con los resultados obtenidos por De León (2013), al registrar a las especies *Lantana camara* como la especie mejor representada en el área prístina y a *Bothriochloa pertusa* en el área perturbada.

*Índice de valor de importancia (IVI).* La especie con mayor peso ecológico observada en este estudio fue *Lantana camara* (IVI= 21.45%), este resultado es similar al registrado por De León *et al.* (2013) para una fracción del matorral

espinoso tamaulipeco al encontrar a la especie anteriormente mencionada con un valor del IVI de 33.79% siendo la mejor representada de dicho estudio.

*Índice de Shannon-Wiener (H')*. El índice de Shannon obtenido en este estudio para el AST y ACT fue de 2.50 y 2.34 respectivamente, este valor es alto comparado con el estudio de (Mora *et al.*, 2013a) el cual presentó un valor de 1.94. No obstante este valor es similar a los registrados por Domínguez-Gómez *et al.* (2013) y Ramírez-Lozano *et al.* (2013) en una comunidad vegetal madura del MET. También este valor es superior si se compara con resultados obtenidos en otros matorrales del noreste de México, pero con diferente historial de uso productivo (Alanís-Rodríguez *et al.*, 2015; Canizales-Velázquez *et al.*, 2009; Mora-Donjuán *et al.*, 2014; Jiménez *et al.*, 2009 y Leal *et al.*, 2018).

La diversidad en los sitios de muestreo en general es caracterizada como intermedia en comparación con determinaciones similares obtenidas en análisis tipo para la región (González-Rodríguez *et al.*, 2010). Lo anterior pudiera significar que el ecosistema de esa región tiene relevancia ecológica media, con fuertes variaciones en la tendencia de la diversidad de las especies, debida en parte a las condiciones climáticas, físicas y ecológicas del hábitat de la región (Alanís *et al.*, 2008).

*Índice de Margalef (D<sub>Mg</sub>)*. El índice de Margalef obtenido en este estudio fue de 3.35 y 3.32 para el AST y el ACT respectivamente, este valor es alto comparado a la comunidad vegetal madura del MET evaluadas por Mora *et al.* (2013a) las cuales presentan un valor de 2.26.

### ***Estrato bajo***

La información recabada correspondiente al presente estrato es de gran valor ya que en la actualidad se cuentan con pocos documentos publicados en los que se plantee su evaluación y el estatus de su estructura en cuanto a la aplicación de



tratamientos mecánicos para la rehabilitación de hábitats para la fauna silvestre y el ganado (Ayala *et al.*, 2014). Otorgando a la sociedad científica y técnicos especialistas, información fundamental para generar planes de manejo para las UMA de la región noreste con vegetación de tipo matorral espinoso tamaulipeco.

Las herbáceas son el grupo de plantas de mayor preferencia de consumo por el venado cola blanca texano que habita en el noreste de México por su valor nutritivo y digestibilidad, no obstante, el déficit de humedad en el suelo las hace escasas en el agostadero la mayor parte del año, por lo que el venado tiene que hacer un uso mayor de las plantas arbustivas para satisfacer sus requerimientos nutricionales (Ramírez-Lozano *et al.*, 2012).

Por otro lado, los pastos nativos e introducidos representan el grupo de plantas menos importante en la dieta del venado cola blanca texano. Aunque el venado las consume en relativamente bajas cantidades en verano y otoño. La importancia ecológica de los pastos que se desarrollan en zonas áridas y semiáridas se debe a su capacidad de soportar períodos largos de sequía, sin embargo, la madurez de la planta es un factor limitante de la calidad del forraje (Ramírez-Lozano *et al.*, 2012).

En base a los resultados estadísticos obtenidos por la prueba de U de Mann-Whitney, para el estrato alto, medio y bajo del matorral espinoso tamaulipeco se presentó un decremento significativo en las variables estructurales en función del impacto del tratamiento mecánico del rodillo aereador entre las condiciones evaluadas. No obstante, es importante destacar que a pesar de que en este estudio las variables disminuyeron sustancialmente por el corto tiempo de la aplicación del tratamiento y el déficit de precipitación, el efecto positivo que tendrá dicho tratamiento al presentarse la precipitación en la época húmeda en la estructura o bien en el aumento en cobertura, altura y diámetros de especies arbustivas, herbáceas y pastos, será de gran importancia ya que el matorral será una fuente sustancial de alimento para la fauna silvestre y el ganado doméstico,

representando una alternativa de alimentación a bajo costo para los propietarios de ranchos diversificados y UMA del noreste de México.

## CAPÍTULO IV.

### Cambios en la productividad de biomasa disponible de matorral espinoso tamaulipeco sometido a tratamiento mecánico en el noreste de México



Fotografía comparativa de las condiciones presentes en una fracción del matorral espinoso tamaulipeco perteneciente al Rancho “San Salvador”, Villagrán, Tamaulipas.

Leal, E.N.A; S.J.I. Uvalle, R.E. Alanís, A.C.M. Cantú, D.A.J. García, 2018. “Cambios en la productividad de biomasa disponible de matorral espinoso tamaulipeco sometido a tratamiento mecánico en el noreste de México”. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. (A someter).

## CAPITULO IV

### **Cambios en la productividad de biomasa disponible de matorral espinoso tamaulipeco sometido a tratamiento mecánico en el noreste de México**

#### **IV.1. Resumen**

El manejo inadecuado de los agostaderos ha causado un déficit en la capacidad de producción animal de las áreas de pastoreo; es por ello que los tratamientos mecánicos de aereación con rodillo para el mejoramiento de hábitat, surgen como una alternativa para los propietarios de los ranchos diversificados y con el fin de conocer su rentabilidad el presente estudio se llevó a cabo en una unidad de manejo extensiva del noreste de México; evaluando: la producción de biomasa y capacidad de carga del matorral espinoso tamaulipeco en dos condiciones de muestreo (área sin tratamiento y área con tratamiento mecánico de aereación con rodillo). Se establecieron dieciocho sitios de muestreo de 50 m<sup>2</sup> para el estrato alto (EA) y dieciocho de 25 m<sup>2</sup> para el medio (EM). En cada sitio se registró en base al método de Adelaide el número de repeticiones por especie de la unidad muestral y posteriormente se colectó para secarla en estufa a 65° y conocer su peso en gramos (g). Para el estrato bajo (EB) se establecieron treinta y seis parcelas de muestreo de 1 m<sup>2</sup> de corte total para cada condición. La producción de biomasa total disponible para la condición AST y ACT es de 1,355.99 y 1,012.91 kg.ha<sup>-1</sup> respectivamente, siendo el principal aportador para la condición AST el estrato medio y para la ACT el bajo. La capacidad de carga de venados estimada para el área de estudio fue de 194.60 y 145.36 animales en las 165 ha respectivamente. La Prueba de U Mann Whitney mostró que existen diferencias significativas entre las condiciones respecto a la variable de producción de biomasa (kg.ha<sup>-1</sup>) por estrato; siendo la condición AST la que presentó los valores más altos. En general en ambas épocas se presenta una buena condición de agostadero reflejada en su alta producción forrajera.

## **IV.2. Introducción**

El Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET), es el tipo de vegetación mejor representado en la zona noreste de México cuya extensión se ha reducido gradualmente debido al cambio de uso del suelo que responde a actividades productivas agrícolas y ganaderas (González-Saldívar *et al.*, 2014).

El sobrepastoreo trae como consecuencia una afectación en la estructura y funcionamiento de las comunidades vegetales (Wang y Batkhishig, 2014). Se estima que las comunidades vegetales cambian, en forma ordenada, cuando son utilizadas por una clase particular de animales ya sea de ganado doméstico o fauna silvestre (Álvarez *et al.*, 2012; Wang *et al.*, 2016).

Las plantas leñosas en el ecosistema proveen alimento, cobertura, sitios de anidación y zonas de descanso a la fauna silvestre, pero también pueden impactar negativamente la accesibilidad, visibilidad y la producción de forraje (McDonald, 2012) trayendo en consecuencia una mala calidad de hábitat y efectos en las poblaciones de fauna nativa.

Es por ello que en la actualidad se están implementando técnicas mecánicas de mejoramiento de hábitat con rodillo aereador con la finalidad de incrementar la diversidad de plantas y disminuir la cobertura de especies dominantes, planteando al rodillo aereador como una herramienta de manejo que estimula el crecimiento de vegetación y promueve el surgimiento de semillas almacenadas en el suelo al descompactar su superficie y facilita el intercambio gaseoso y el flujo de nutrientes, incrementando la capacidad de retención de agua y establecimiento de pastos y herbáceas (Ranglack y Du Toit, 2015).

Debido al déficit de conocimiento de los efectos de la aplicación de estos tratamientos a la vegetación y con el fin de generar propuestas de manejo que ayuden a la conservación y manejo de las especies presentes en estas áreas y así evitar el aprovechamiento desmesurado de los recursos naturales en la región, el objetivo del presente estudio radica en evaluar la producción de biomasa y la capacidad de carga animal del matorral espinoso tamaulipeco

sometido a un tratamiento mecánico de rodillo aereador en una UMA del noreste de México.

### IV.3. Materiales y Métodos

#### IV.3.1. Área de estudio

El presente estudio se realizó en una Unidad para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA), perteneciente al Rancho San Salvador, criador de ganado Simbrah y venado cola blanca texano, en dos fracciones de matorral espinoso tamaulipeco con distinta condición. La primera categorizada como área sin tratamiento (AST), localizada entre las coordenadas  $24^{\circ}38'47.39''\text{N}$  y  $99^{\circ}18'8.44''\text{O}$  y la otra como área con tratamiento mecánico de rodillo aereador (ACT), localizada entre las coordenadas  $24^{\circ}38'35.38''\text{N}$  y  $99^{\circ}17'13.81''\text{O}$ , ambas con una superficie de 165 ha y con una elevación aproximada de 300 a 310 m y pertenecientes al municipio de Villagrán, Tamaulipas (Figura IV.1).

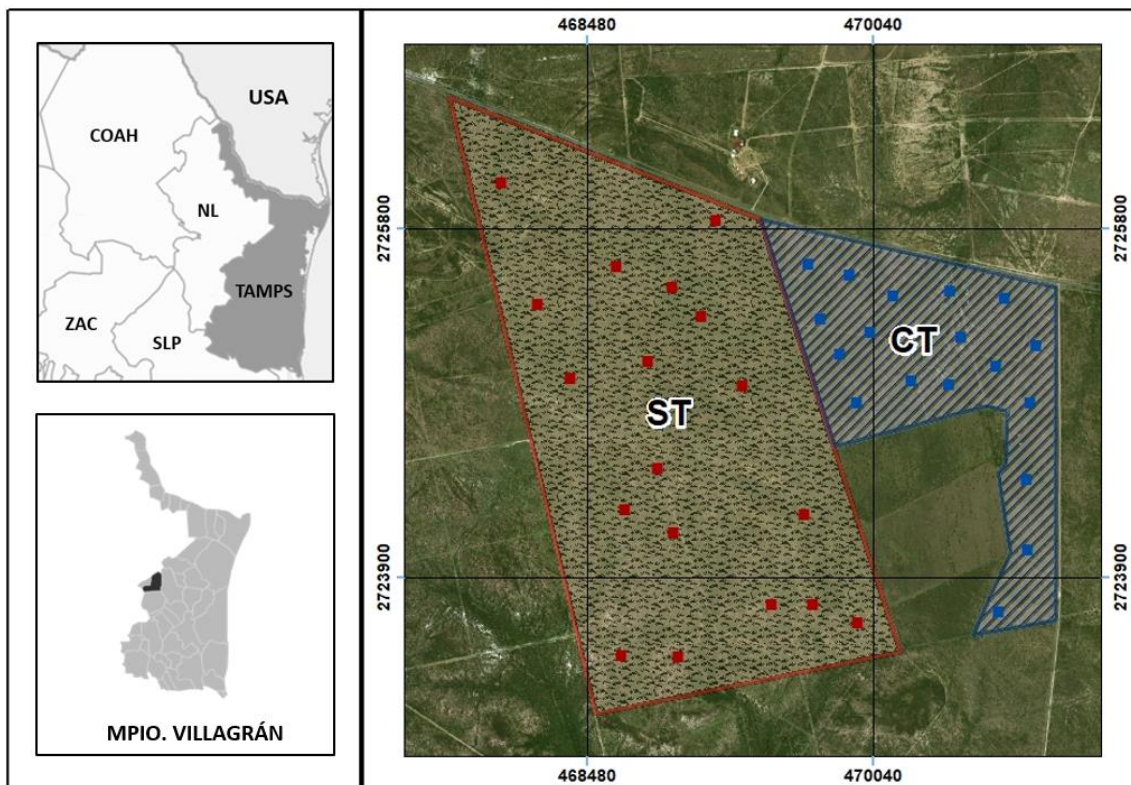


Figura IV.1. Localización del área de estudio.

### **IV.3.2. Análisis de la vegetación**

Para estimar la producción de biomasa seca aprovechable en las dos condiciones de muestreo en el matorral espinoso tamaulipeco perteneciente a la UMA extensiva, se implementó la metodología utilizada por Serra (2006). Para llevar a cabo lo anterior se establecieron dieciocho sitios de muestreo, en los cuales se establecieron cuadrantes para los 3 estratos de la vegetación: para el estrato bajo (EB), correspondiente a las especies de herbáceas, gramíneas y malezas (<0.3 m de altura), se utilizaron dos cuadrantes de 1 m<sup>2</sup> (0.5 x 2 m) en cada parcela con el método de parcelas de corte total, dejando los primeros 3 cm a partir de la base de la planta para que pueda regenerarse; para el estrato medio (EM), correspondiente a las especies arbustivas (0.31-1.5 m de altura) se utilizó un cuadrante de 25 m<sup>2</sup> (5 x 5 m); para el estrato alto (EA), correspondiente a las especies arbóreas (>1.5 m de altura), se evaluó un cuadrante de 50 m<sup>2</sup> (5 x 10 m) implementándose el método de Adelaide para ambos estratos (Chávez, 2000; Olgúin, 2005), siendo un método preciso, práctico y sencillo para estimar biomasa foliar (Foroughbakhch *et al.*, 1996). Las muestras vegetales colectadas fueron secadas a una temperatura de 65° C durante 24 o 72 horas hasta perder la humedad y llegar a un peso constante, para posteriormente ser pesadas y así estimar la biomasa.

### **IV.3.3. Análisis de la información**

Las ecuaciones empleadas para realizar los cálculos se describen a continuación:

Para la determinación de biomasa seca se aplicó la siguiente ecuación de acuerdo con Serra (2006):

$$BT = P_{sx} * n$$

Dónde:

$BT$  = Biomasa Total.

$P_{sx}$  = Peso seco de cada una de las muestras de mano.

$n$  = Número de veces de  $x$  especie que apareció en el muestreo.

Para calcular el coeficiente de agostadero se implementó la ecuación de Huss & Aguirre (1978), la cual se muestra a continuación:

$$CA = \frac{\text{Forraje consumido por UA/año}}{(PFA)(FU)}$$

Dónde:

$CA$  = Coeficiente de agostadero (ha. UA).

*Forraje consumido por UA/año* = 4927.5 kg. UA.

$UA$  = Unidad animal (Una vaca con su becerro de 450 kg o bien 14 venados).

$PFA$  = Producción de forraje anual (kg.ha<sup>-1</sup>).

$FU$  = Factor de utilización (0.6).

Posteriormente para estimar la Capacidad de Carga para el venado cola blanca, se utilizó la fórmula adaptada de Gallina & Chargoy (1987), en las dos condiciones de muestreo (área testigo y área sometida a tratamiento mecánico):

$$CCV = \frac{(fv)(pv)}{(cv)(tv)}$$

Dónde:

$CCV$  = Capacidad de carga (Total de venados en una superficie determinada).

$fv$  = Factor de utilización para no poner en riesgo la condición del hábitat (0.6).

$pv$  = Biomasa disponible en determinada época del año (kg.ha<sup>-1</sup>).

$cv$  = Consumo total de una unidad animal (kg.día).

$tv$  = Tiempo de consumo (365 días de un año).

#### **IV.3.4. Análisis estadístico**

Para probar los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas de la variable de producción de biomasa (kg.ha<sup>-1</sup>) por estrato de vegetación (EB y EM)



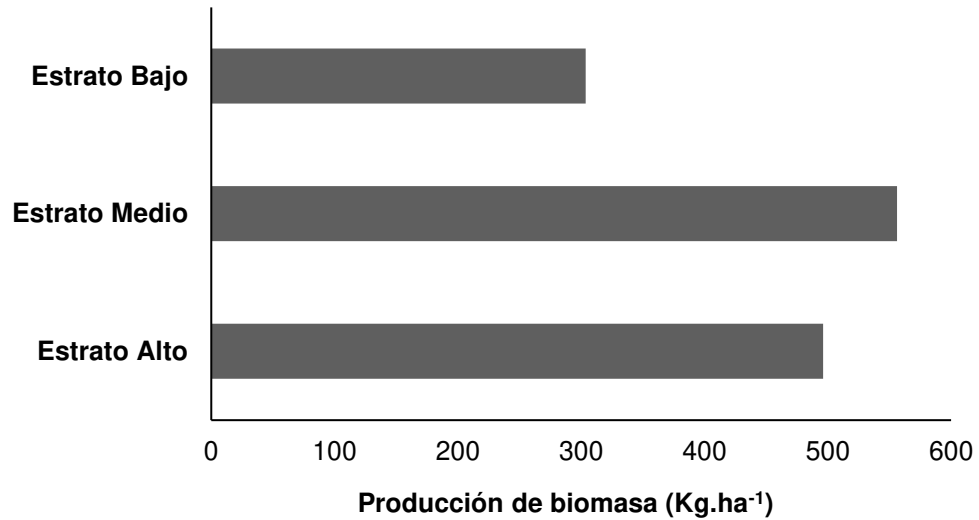
entre las dos condiciones (AST. Área sin tratamiento y ACT. Área con tratamiento), los datos registrados en los sitios de muestreo se sometieron a las pruebas estadísticas de Kolmogorov-Smirnov (con la correlación Lilliefors) y Shapiro-Wilk. Los resultados demostraron que los datos no se distribuyeron normalmente, por lo que se utilizó la prueba no paramétrica de U Mann Whitney para detectar diferencias significativas entre las condiciones. Cabe destacar que el estrato alto (EA) no fue analizado estadísticamente, debido a que no se presentó en el área con tratamiento por el derribo de la vegetación. No obstante, se registraron los valores cuantitativos para el AST, para su futura comparación. Todos los procedimientos estadísticos se efectuaron mediante el uso del paquete estadístico SPSS® (*Statistical Package for Social Sciences*, versión estándar lanzada 22.0 para Windows, SPSS Inc., Chicago, IL).

#### **IV.4. Resultados**

##### **ÁREA SIN TRATAMIENTO (AST)**

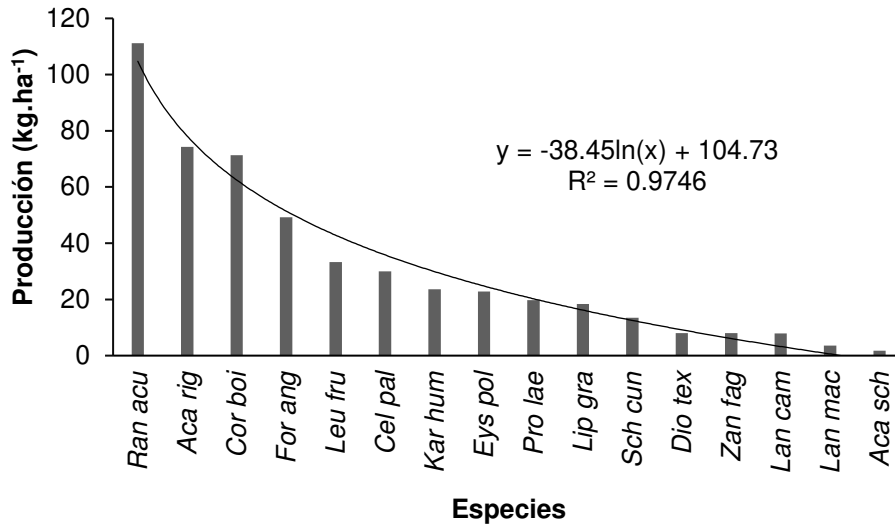
###### **Estimación de biomasa**

La Figura IV.2 muestra la producción de biomasa disponible de una fracción del matorral espinoso tamaulipeco, en los tres estratos de vegetación, produciendo un total de 1,355.99 kg.ha<sup>-1</sup>, siendo el principal aportador de biomasa disponible el estrato medio, conformado en su mayoría por arbustos con altura de 0.31 a 1.5m, el cual aportó el 41.01% (556.12 kg.ha<sup>-1</sup>) de la biomasa disponible del área de estudio, seguido del estrato alto con una producción de 496.24 kg.ha<sup>-1</sup> y por último el estrato bajo con un valor de 303.64 kg.ha<sup>-1</sup>, representando el 36.60% y 22.39% respectivamente de la biomasa producida.



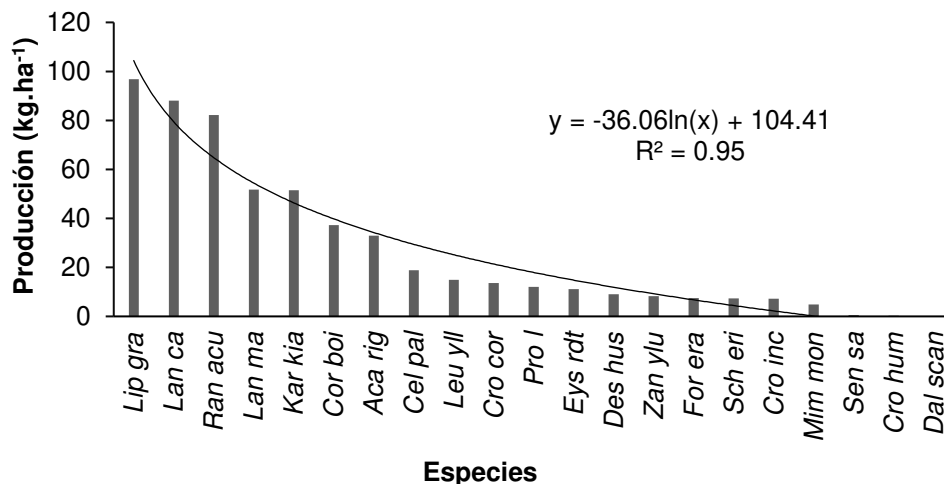
**Figura IV.2.** Producción de biomasa disponible (kg.ha<sup>-1</sup>) para el área sin tratamiento mecánico de rodillo aereador en el área de estudio.

La Figura IV.3 indica la producción de biomasa disponible estimada en el área de estudio en forma individual para las dieciséis especies que conforman el estrato alto. La especie que presentó mayor producción fue *Randia aculeata* con un valor de 111.13 kg.ha<sup>-1</sup>, seguida por *Acacia rigidula* con 74.28 kg.ha<sup>-1</sup> y *Cordia boissieri* con 71.28 kg.ha<sup>-1</sup>; estas tres especies produjeron el 18.93% de los 36.60% de los 496.24 kg.ha<sup>-1</sup> producidos por hectárea en el estrato alto.



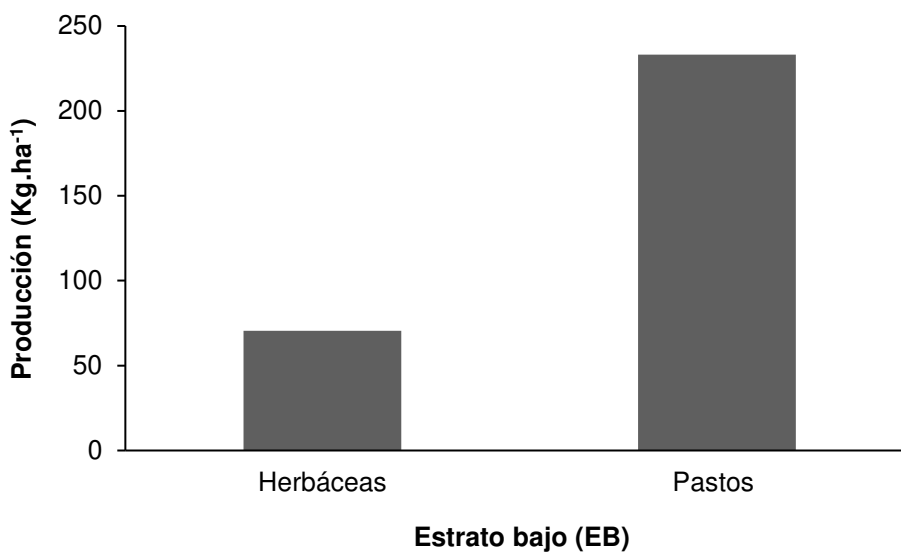
**Figura IV.3.** Producción de biomasa disponible en kg.ha<sup>-1</sup> para las especies muestreadas en el estrato alto, del área sin tratamiento mecánico de rodillo aereador en estudio.

La Figura IV.4 nos muestra las especies que integran el estrato medio, las cuales aportan biomasa disponible en un rango de 0.3 m a 1.5 m. La especie con una aportación mayor de biomasa es *Lippia graveolens* con una aportación de 96.79 kg.ha<sup>-1</sup>, representando un 7.14% de la producción. Seguida de *Lantana camara* y *Randia aculeata* con valores de 88.03 kg.ha<sup>-1</sup> y 82.13 kg.ha<sup>-1</sup> respectivamente. Estas tres especies proporcionaron en conjunto un total de 266.95 kg.ha<sup>-1</sup>, representando el 19.69% del total de producción del estrato medio.



**Figura IV.4.** Producción de biomasa disponible en kg.ha<sup>-1</sup> para las especies muestreadas en el estrato medio, del área sin tratamiento mecánico de rodillo aerador en estudio.

En cuanto a la producción del estrato bajo (EB) se observa en la Figura IV.5 que está representado en su mayoría por pastos con un valor de 233.19 kg.ha<sup>-1</sup> y por herbáceas con un valor de 70.44 kg.ha<sup>-1</sup>.



**Figura IV.5.** Producción de biomasa disponible en kg.ha<sup>-1</sup> para herbáceas y pastos registrados en el estrato bajo, del área sin tratamiento mecánico de rodillo aerador en estudio.

### Capacidad de carga animal

La capacidad de carga de venados estimada para el área de estudio fue de 194.60 animales en las 165 ha, tomando en consideración el peso de la unidad animal de 454 kg, es decir se necesitan 6.06 ha para soportar una UA en un año sin provocar ningún disturbio al hábitat (Tabla IV.1).

**Tabla IV.1.** Capacidad de carga ( $K$ ) estimada en el área sin tratamiento mecánico de rodillo aereador en estudio.

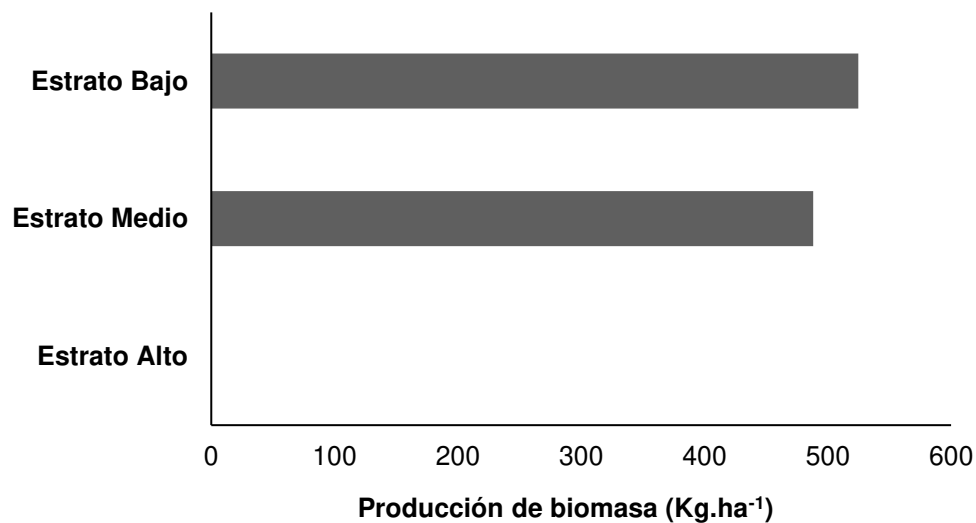
Sitio	Vegetación	ha	Biomasa disponible (kg.ha <sup>-1</sup> )	Coefficiente de agostadero (ha.UA)	Capacidad de carga (ven.ha)	Capacidad de carga total (venados)
UMA-RSS	MET-AST	165	1,355.99	6.06	0.85	194.60

kg= kilogramos, ha= hectáreas, UA= Unidad animal, ven= venados

### ÁREA CON TRATAMIENTO (ACT)

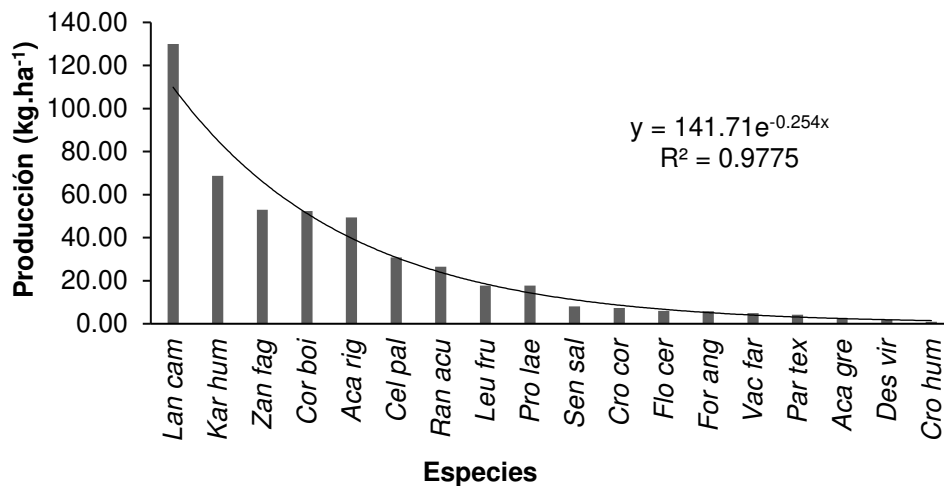
#### Estimación de biomasa

La Figura IV.6 muestra la producción de biomasa disponible de un área de matorral espinoso tamaulipeco sometido a tratamiento mecánico de aereación con rodillo; es importante mencionar que en el presente análisis el estrato alto no se ve reflejado debido al manejo implementado a la vegetación. El total de producción de biomasa para el área en estudio es de 1,012.91 kg.ha<sup>-1</sup>, siendo el principal aportador de biomasa disponible el estrato bajo, conformado en su mayoría por herbáceas con alturas menores a los 0.3 m, el cual aportó el 51.80% (524.70 kg.ha<sup>-1</sup>) de la biomasa disponible del área de estudio, seguido del estrato medio con una producción de 488.21 kg.ha<sup>-1</sup> representando el 48.20% de la biomasa producida.



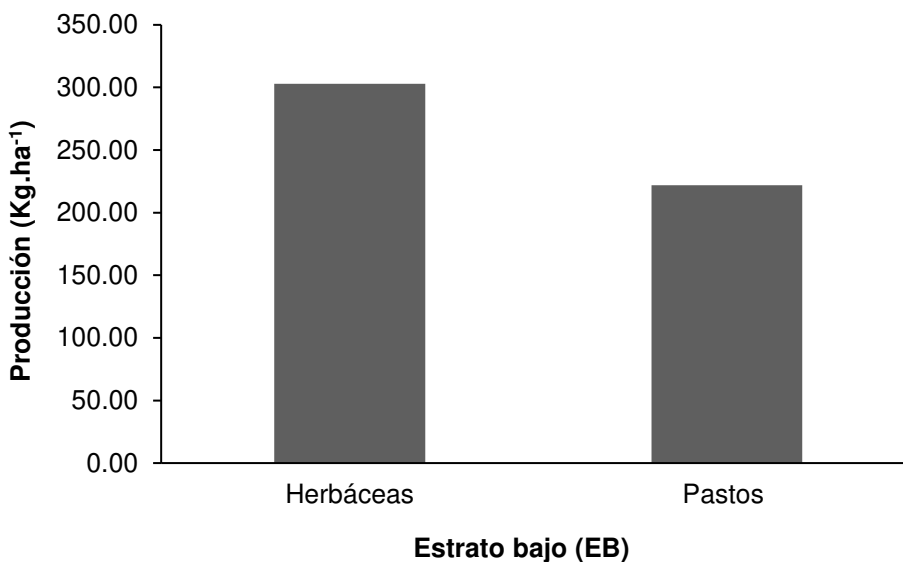
**Figura IV.6.** Producción de biomasa disponible (kg.ha<sup>-1</sup>) para área con tratamiento mecánico de rodillo aereador en estudio.

La Figura IV.7 nos muestra las especies que integran el estrato medio, las cuales aportan biomasa disponible en un rango de 0.3 m a 1.5 m. La especie con una aportación mayor de biomasa es *Lantana camara* con una aportación de 130.02 kg.ha<sup>-1</sup>, representando un 12.84% de la producción. Las siguientes cuatro especies proporcionaron en conjunto un total de 223.35 kg.ha<sup>-1</sup>, representando el 22.05% del total de producción del estrato medio; dichas especies son: *Karwinskia humboldtiana*, *Zanthoxylum fagara*, *Cordia boissieri* y *Acacia rigidula* con 68.70 kg.ha<sup>-1</sup>, 52.92 kg.ha<sup>-1</sup>, 52.38 kg.ha<sup>-1</sup> y 49.35 kg.ha<sup>-1</sup> respectivamente.



**Figura IV.7.** Producción de biomasa disponible en kg.ha<sup>-1</sup> para las especies muestreadas en el estrato medio, del área con tratamiento mecánico de rodillo aerador en estudio.

En cuanto a la producción del estrato bajo (EB) se observa en la Figura IV.8 que está representado en su mayoría por herbáceas con un valor de 302.91 kg.ha<sup>-1</sup> y por pastos con un valor de 221.79 kg.ha<sup>-1</sup>.



**Figura IV.8.** Producción de biomasa disponible en kg.ha<sup>-1</sup> para herbáceas y pastos registrados en el estrato bajo, del área con tratamiento mecánico de rodillo aerador en estudio.

## Capacidad de carga animal

La capacidad de carga de venados estimada para el área de estudio fue de 145.36 animales en las 165 ha, tomando en consideración el peso de la unidad animal de 454 kg, es decir se necesitan 8.11 ha para soportar una UA en un año sin provocar ningún disturbio al hábitat (Tabla IV.2).

**Tabla IV.2.** Capacidad de carga ( $K$ ) estimada en el área con tratamiento mecánico de rodillo aereador en estudio.

Sitio	Vegetación	ha	Biomasa disponible (kg.ha <sup>-1</sup> )	Coefficiente de agostadero (ha.UA)	Capacidad de carga (ven.ha)	Capacidad de carga total (venados)
UMA-RSS	MET-ACT	165	1,012.91	8.11	1.14	145.36

kg= kilogramos, ha= hectáreas, UA= Unidad animal, ven= venados

## Análisis estadístico

### Estrato alto

El estrato alto (EA) no fue analizado estadísticamente, debido a que no se presentó en el área con tratamiento (ACT) por el derribo de la vegetación. No obstante, se registraron los valores cuantitativos para el área sin tratamiento (AST), para su futura comparación.

### Estrato medio

Los resultados de la prueba de U Mann-Whitney del área de estudio indican que existe diferencia estadística significativa entre la variable de producción de biomasa (kg.ha<sup>-1</sup>) entre las condiciones AST y ACT ( $Z= -9.802$ ,  $p= 1.0996E-22$ ) para el estrato medio (Tabla IV.3).



**Tabla IV.3.** Resultados de la prueba de U Mann-Whitney del estrato medio en las condiciones AST y ACT.

	<b>Producción de biomasa (kg.ha<sup>-1</sup>)</b>
<b>U de Mann-Whitney</b>	18842.500
W de Wilcoxon	298220.500
Z	-9.802
Sig. asintótica (bilateral)	1.0996E-22

Variable de agrupación: CONDICION (AST. Área sin tratamiento – ACT. Área con tratamiento)

Las características básicas de los datos en términos cuantitativos nos muestran que la producción de biomasa presentó un decremento entre la condición del AST y ACT, a pesar de que los valores promedios de la cantidad de kg.ha<sup>-1</sup> por individuo del estrato medio interpreten lo contrario (AST  $\mu= 0.7445$  y ACT  $\mu= 4.2087$ ), el AST presento valores más altos de producción de biomasa pero la amplitud de sus valores son más ajustados (V.Mín.= 0.01 - V.Máx.= 8.89) que en el ACT (V.Mín.= 0.01 - V.Máx.= 22.52), infiriendo que el tratamiento implementado a la vegetación proporcionó una mayor amplitud entre sus rangos por la apertura del dosel y el fácil acceso al forraje (Tabla IV.4).

**Tabla IV.4.** Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney del estrato medio en las condiciones AST y ACT.

Condición	Variable	N	V. Mín.	V. Máx.	$\mu$	$\sigma$	Sig.
AST	Producción	747	.01	8.89	.7445	.96422	1.0996E-22
ACT	(kg.ha <sup>-1</sup> )	116	.01	22.52	4.2087	4.72118	

AST. Área sin tratamiento, ACT. Área con tratamiento, N. Número de individuos, V.Mín. Valores mínimos, V.Máx. Valores máximos,  $\mu$ . Media,  $\sigma$ . Desviación estándar, Sig. Significancia

### **Estrato bajo**

- **Herbáceo**

El análisis estadístico de la prueba de U Mann-Whitney indica que existe diferencia estadística significativa entre la variables de producción de biomasa

(kg.ha<sup>-1</sup>) entre las condiciones AST y ACT ( $Z= -3.734$ ,  $p= 0.000188$ ) para el estrato bajo (herbáceo) (Tabla IV.5).

**Tabla IV.5.** Resultados de la prueba de U Mann-Whitney del estrato bajo (herbáceo) en las en las condiciones AST y ACT.

	Producción de biomasa (kg.ha <sup>-1</sup> )
<b>U de Mann-Whitney</b>	212.000
W de Wilcoxon	618.000
Z	-3.734
Sig. asintótica (bilateral)	0.000188

Variable de agrupación: CONDICIÓN (AST. Área sin tratamiento – ACT. Área con tratamiento)

En términos cuantitativos se presentó un aumento entre el AST y el ACT. Presentando valores de  $\mu= 2.5159$  kg.ha<sup>-1</sup> y 8.9090 kg.ha<sup>-1</sup>, influenciados directamente por la apertura del dosel gracias al tratamiento mecánico de rodillo aereador (Tabla IV.6).

**Tabla IV.6.** Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney del estrato bajo (herbáceo) en las condiciones AST y ACT.

Condición	Variable	N	V. Mín.	V. Máx.	$\mu$	$\sigma$	Sig.
AST	Producción (kg.ha <sup>-1</sup> )	28	.08	8.94	2.5159	2.36181	0.000188
ACT		34	.90	47.40	8.9090	9.39879	

AST. Área sin tratamiento, ACT. Área con tratamiento, N. Número de individuos, V.Mín. Valores mínimos, V.Máx. Valores máximos,  $\mu$ . Media,  $\sigma$ . Desviación estándar, Sig. Significancia

#### ▪ Pastos

Los resultados de la prueba de U Mann-Whitney nos indica que no existen diferencias significativas entre la variable de producción de biomasa y las condiciones AST y ACT para el estrato bajo (pastos) (Tabla IV.7).

**Tabla IV.7.** Resultados de la prueba de U Mann-Whitney del estrato bajo (pastos) en las condiciones AST y ACT.

	<b>Producción de biomasa (kg.ha<sup>-1</sup>)</b>
<b>U de Mann-Whitney</b>	493.000
W de Wilcoxon	1021.000
Z	-.459
Sig. asintótica (bilateral)	.646

Variable de agrupación: CONDICION (AST. Área sin tratamiento – ACT. Área con tratamiento)

Las características de los datos en términos cuantitativos nos muestran que la producción de biomasa en el estrato bajo en cuanto a pastos presentó un decremento entre el AST ( $\mu= 7.2960\text{kg.ha}^{-1}$ ) y el ACT ( $\mu= 6.7210\text{kg.ha}^{-1}$ ). No obstante, las diferencias no son significativas por lo cual se infiere que el tiempo que ha transcurrido desde la implementación del tratamiento al muestreo es muy corto para que se vea reflejado una respuesta en la estructura y condición de los pastos, esto aunado a la falta de precipitación en la zona (Tabla IV.8).

**Tabla IV.8.** Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney del estrato bajo (pastos) en las condiciones AST y ACT.

Condición	Variable	N	V. Mín.	V. Máx.	$\mu$	$\sigma$	Sig.
AST	Producción	32	.06	22.97	7.2960	7.46901	.646
ACT	(kg.ha <sup>-1</sup> )	33	.98	21.79	6.7210	5.61626	

AST. Área sin tratamiento, ACT. Área con tratamiento, N. Número de individuos, V.Mín. Valores mínimos, V.Máx. Valores máximos,  $\mu$ . Media,  $\sigma$ . Desviación estándar, Sig. Significancia

## IV.5. Discusión

### ***Estimación de biomasa***

En la actualidad existen pocas publicaciones científicas que describan los efectos de los tratamientos mecánicos de rodillo aereador en cuanto a la productividad de biomasa para el tipo de vegetación de matorral espinoso tamaulipeco (Uvalle, 2001). No obstante, se han generado algunas otras en distintas comunidades vegetales, como lo es la descripción de la estructura y diversidad (Medina-Guillén

*et al.*, 2017a), dispersión de aves (Heredia, 2000), propiedades físicas e hidrológicas del suelo (Medina-Guillén *et al.*, 2017b) y contenido de nitrógeno (Martínez-Soto *et al.*, 2018), así como para la rehabilitación de pastizales degradados (Olvera, 2016; León, 2016).

En el presente estudio se estimaron 1, 355.99 kg.ha<sup>-1</sup> (1.355 t.ha<sup>-1</sup>) y 1, 012.91 kg.ha<sup>-1</sup> (1.012 t.ha<sup>-1</sup>) de biomasa total disponible en el área con (ACT) y sin tratamiento (AST) respectivamente, presentando valores superiores a los registrados en áreas de matorral espinoso tamaulipeco con distinta condición (prístino y con presión de pastoreo respectivamente) en el estado de Nuevo León registrados por Cerda (2014) y González-Saldívar *et al.* (2014), e inferiores a los registrados por Olgún *et al.* (2017) al evaluar la competencia alimentaria entre el venado cola blanca y tres herbívoros exóticos en el noreste de Tamaulipas, México en una porción del matorral espinoso tamaulipeco, en las cuatro estaciones del año, obteniendo valores de 856 kg.ha<sup>-1</sup>, 1,600 kg.ha<sup>-1</sup>, 1,500 kg.ha<sup>-1</sup> y 2,050 kg.ha<sup>-1</sup> para primavera, verano, otoño e invierno respectivamente.

Romero (1999) evaluó una porción de matorral espinoso tamaulipeco en condición prístina reportando un valor muy alto de 53, 900 kg.ha<sup>-1</sup> (53.9 t.ha<sup>-1</sup>) en comparación con nuestro estudio, debido a la metodología de muestreo implementada basada en la estimación de la biomasa aérea total en la cual diferimos al solo estimar la biomasa que se encuentra a altura de ramoneo (1.50 m) para el consumo del venado.

En el norte de Coahuila y Nuevo León, Uvalle (2001) desarrolló un estudio que consistió en el efecto que tiene la rehabilitación de áreas pastoreadas en la dieta de ungulados, en un área de matorral xerófilo. Encontrando que la producción de biomasa en áreas sin tratamiento (998 kg.ha<sup>-1</sup>) es inferior a las registradas en nuestro estudio con valores de 1,355.99 kg.ha<sup>-1</sup>, en cambio para las áreas con tratamiento presento para una de sus parcelas un valor de 1, 013 kg.ha<sup>-1</sup>, siendo un valor semejante al de nuestro estudio (1.012.91 kg.ha<sup>-1</sup>).

En cuanto a la cantidad de biomasa por estrato de vegetación es importante señalar que solo se cuenta con información cuantitativa por estrato para las áreas sin tratamiento, las cuales son registradas por González-Saldívar *et al.* (2014), quienes evaluaron el efecto de la precipitación sobre la productividad del matorral espinoso tamaulipeco disponible para *Odocoileus virginianus* en las cuatro estaciones del año (primavera, verano, otoño e invierno) en la cuales se indica una producción de 652 kg.ha<sup>-1</sup>, siendo esta superior a la registrada en nuestro estudio (496.24 kg.ha<sup>-1</sup>). Es importante mencionar que en el área con tratamiento no se registro el estrato alto por su aplicación. El estrato medio presento valores superiores en nuestro estudio (556.12 kg.ha<sup>-1</sup>) en comparación a los de González-Saldívar *et al.* (2014), quienes registran un valor de 86 kg.ha<sup>-1</sup>. Por último el estrato bajo presentó un valor de 313 kg.ha<sup>-1</sup>, siendo similares a lo estimado en la presente investigación (303.64 kg.ha<sup>-1</sup>).

La cobertura a nivel del suelo se vio incrementada sustancialmente con la apertura del dosel gracias al tratamiento mecánico de rodillo aereador. En tanto el grupo de las herbáceas, se vio aún más beneficiado por los tratamientos aplicados aumentando la producción de 70.44 a 302.91 kg.ha<sup>-1</sup>.

Los resultados obtenidos en las áreas con tratamiento concuerdan con Cerda (2016) y Olgúin *et al.* (2017) al posicionar en primer lugar al estrato bajo (EB) con valores de 194 y 970 kg.ha<sup>-1</sup> en distintas condiciones de vegetación, pero difieren en cantidad al presentar un valor de 524.70 kg.ha<sup>-1</sup>; no obstante, son similares entre si al otorgarle el segundo lugar al estrato medio (EM).

### ***Capacidad de carga animal***

Para este sitio se estimó un coeficiente de agostadero de 6.06 y 8.11 ha.UA para el área sin y con tratamiento de rodillo aereador respectivamente, presentando una condición “buena” según COTECOCA (2014), catalogando el valor en un rango de coeficiente de agostadero mínimo (4.30 - 49.19 ha.UA), el cual

corresponde a un sitio con alta producción forrajera en ambas épocas de muestreo.

## CONCLUSIONES

Con los resultados de la presente investigación se concluye que: 1) Es necesario conocer las fluctuaciones de productividad de biomasa del MET para implementar acciones y tomar decisiones de manejo que coadyuven a conservar los recursos forrajeros de este tipo de hábitat. 2) La familia Fabaceae es la más representativa en comunidades vegetales del MET tanto maduras como regeneradas después de la aplicación de un tratamiento mecánico con rodillo aereador. 3) La especie de mayor importancia por su contribución estructural a la comunidad fue *Bernardia myricaefolia* para la época seca y húmeda en la UMA intensiva, en cambio para las condiciones AST y ACT fue *Lippia graveolens* y *Lantana camara*. 4) La diversidad en los sitios de muestreo en general es caracterizada como intermedia en comparación con otras determinaciones en comunidades vegetales de la misma condición e impactadas. 5) El coeficiente de agostadero estimado, nos indica una condición buena del hábitat o bien sitios de alta producción forrajera. 6) El venado cola blanca texano se alimenta principalmente de herbáceas, pero al no estar presentes en todas las épocas del año opta por consumir arbustivas o pastos perenes, por lo que es de gran importancia aplicar tratamientos de restauración del hábitat como el rodillo aereador que proporciona alimento de calidad y en cantidad en las distintas épocas críticas del año manteniendo los requerimientos básicos del hábitat. 7) El estrato alto fue el que produjo más biomasa debido a que la mayoría de los individuos presentaban alturas de 1.50 m, siendo la altura máxima de ramoneo en ambas épocas del año. En cambio, para los tipos de condición AST y ACT los estratos mejor representados fueron el medio y el bajo respectivamente. 8) El estudio proporcionó información cuantitativa sobre la composición, estructura, producción de biomasa y capacidad de carga de una porción del MET, generando información fitosociológica de la comunidad vegetal para próximos manejos de UMA y ranchos diversificados de la región noreste de México.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., Aguirre-Calderón, O., Treviño-Garza, E., Jurado-Ybarra, E., & González-Tagle, M. (2008). Efecto del uso del suelo en la fitodiversidad del matorral espinoso tamaulipeco. *Ciencia UANL*, 2(1): 56-62.
- Alanís Rodríguez, E., Jiménez Pérez, J., González Tagle, M., Yerena Yamallel, J., Cuellar Rodríguez, G., & Mora Olivo, A. (2013). Análisis de la vegetación secundaria del matorral espinoso tamaulipeco, México. *Phyton*, 82(2): 185-191.
- Álvarez, L. J., Epstein, H. E., Li, J., & Okin, G. S. (2012). Aeolian process effects on vegetation communities in an arid grassland ecosystem. *Ecology and Evolution*, 2(4), 809–821. <https://doi.org/10.1002/ece3.205>
- Ayala, F. A., B. F. G. Denogean, M. S. Moreno, A. Durán, B. Martínez, L. Barrera & E. Gerlach. (2014). Rehabilitación y Mejoramiento de Hábitat para la fauna silvestre. *INVURNUS* 9: 18-22.
- Bozzo, J. A., Beasom, S. L., & Fulbright, T. E. (1992). White-tailed deer use of rangeland following browse rejuvenation. *Journal of Range Management*, 45: 496-499. DOI: 10.2307/4002910
- Canizales-Velázquez, P. A., Alanís-Rodríguez, E., Aranda-Ramos, R, Mata-Balderas, J. M., Jiménez-Pérez, J., Alanís-Flores, G., & Ruiz-Bautista, M G. (2009). Caracterización estructural del matorral submontano de la Sierra Madre Oriental, Nuevo León. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 15(2):115-120. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rcscfa/v15n2/v15n2a5.pdf>
- Cerda, J.F. (2016). Composición botánica en la dieta del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus miquihuanensis*) en dos tipos de vegetación del



noreste de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Forestales. Linares, Nuevo León, México.

Chávez G. O. (2000). Determinación de la calidad del hábitat, dieta y calidad de forraje para tres especies de Cérvidos en Montemorelos, Nuevo León. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados. Montecillos, Edo. de México. 113 pp.

Clifford, H. T., & Stephenson, W. (1975). An introduction to numerical classification (Vol. 240). New York: Academic Press.

Corah, L. (1996). Trace mineral requirements of grazing cattle. *Animal Feed Science and Technology*. 59:61-67. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(95\)00887-X](https://doi.org/10.1016/0377-8401(95)00887-X)

COTECOCA. (2014). Coeficientes de agostadero por entidad. Comité Técnico Consultivo de Coeficientes de Agostadero. México.

De León, B. V. (2013). Caracterización y producción de biomasa del matorral espinoso tamaulipeco en Linares, Nuevo León, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Forestales. Linares, Nuevo León, México.

Domínguez-Gómez, T. G., González- Rodríguez, H., Ramírez-Lozano, R. G., Estrada-Castillón, A. E., Cantú-Silva, I., Gómez-Meza, M. V., ... & Alanís-Flores, G. (2013). Diversidad estructural del matorral espinoso tamaulipeco durante las épocas seca y húmeda. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 4(17), 106-122.

Drawe, D.L., Ortega, S.J.A., & Fulbright, T.E. (1999). Habitat management of white-tailed deer. Proceedings of the wildlife conservation and management workshop. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México, pp. 259-268.

- Estrada-Castillón, E., Yen-Méndez, C., Delgado-Salinas, A., & Villarreal-Quintanilla, J. (2004). Leguminosas del centro del estado de Nuevo León México. *Anales Del Instituto de Biología. Serie Botánica*, 75(1), 73–85.
- Foroughbakhch R., Reyes G., Hauad L. A., & Badii M. (1996). Tres métodos para determinar biomasa foliar de diez especies leñosas en un matorral del Noreste de México. *Agrociencia*. Vol. 30 (2) 259-264.
- Foroughbakhch, R., Hernández-Piñero, J. L., Alvarado-Vázquez, M. A., Céspedes-Cabriales, E., Rocha-Estrada, A., & Cárdenas-Avila, M. L. (2009). Leaf biomass determination on woody shrub species in semiarid zones. *Agroforestry Systems*, 77(3):181–192. <https://doi.org/10.1007/s10457-008-9194-6>
- Fulbright, T.E., Reynolds, J.P., Beasom, S.L., & Demarais, S. (1991). Mineral content of guajillo regrowth following roller chopping. *Journal of Range Management* 44:520- 522. DOI: 10.2307/4002757
- Gallina, S., & Chargoy, C. (1987). Calidad forrajera y capacidad de carga de la vegetación nativa de la reserva de la Biósfera La Michalia para venados y bovinos. UACH CONACYT IE (Informe Técnico No. 633.2 G35).
- González-Rodríguez, H., & Cantú-Silva, I. (2001). Adaptación a la sequía de plantas arbustivas de matorral espinoso tamaulipeco. *Ciencia UANL*, 4(4): 454-459.
- González, R.H., Cantú, S.I., Gómez, M.M.V. & Ramírez, L.R.G. (2004). Plant water relations of thornscrub shrub species, northeastern Mexico. *Journal of Arid Environments*, 58: 483-503. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2003.12.001>
- González-Medrano, F. (2004). Las comunidades vegetales de México. Propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de

México. Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2ª. ed. México, D.F., México. Pp. 82.

González-Rodríguez, H., Cantú-Silva, I., Ramírez-Lozano, R.G., Gómez-Meza, M.V, Sarquís-Ramírez, J.I., Coria-Gil, N., Cervantes-Montoya, J.R & Maiti, R.K. (2011). Xylem water potentials of native shrubs from northeastern Mexico. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B - Soil and Plant Science*. 61:214-219.

González-Rodríguez, H., Ramírez-Lozano, R. G., Cantú-Silva, I., Gómez-Meza, M. V., & Uvalle-Sauceda, J. I. (2010). Composición y estructura de la vegetación en tres sitios del estado de Nuevo León, México. *Polibotánica*, (29): 91-106.

González-Saldívar, F., Uvalle-Sauceda, J., Cantú-Ayala, C., Reséndiz-Dávila, L., González-Uribe, D., & Olguín-Hernández, C. A. (2014). Efecto de la precipitación sobre la productividad del Matorral Espinoso Tamaulipeco disponible para *Odocoileus virginianus*. *AGRO Efecto de la precipitación sobre la productividad del matorral espinoso tamaulipeco disponible*, 249.

Guevara, S., Meave, J., Moreno-Casasola, P., & Laborde, J. (1994). Vegetación y flora de potreros en la Sierra de Los Tuxtlas, México. *Acta Botánica Mexicana*, (28), 1-27.

Heredia, F. J. (2000). Efectos de los tratamientos mecánicos sobre las aves en el matorral xerófilo en Lampazos, Nuevo León. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Hudson, N. (2015). *Soil conservation: fully revised and updated* (No. Ed. 3). New India Publishing Agency. 392 pp. ISBN: 9789383305971

Huss L. D., & Aguirre, V. M. S. (1978). *Fundamentos del manejo de pastizales*. Ed. 1978, 215PITSM, México.

- Ibarra-Flores, F., Cox, J. R., Martin-Rivera, M., Crowl, T. A., Norton, B. E., Banner, R. E., & Miller, R. W. (1999). Soil physicochemical changes following buffelgrass establishment in Mexico. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 13(1), 39-52. DOI: 10.1080/089030699263474
- Jiménez-Pérez, J., Alanís-Rodríguez, E., Aguirre-Calderón, Ó., Pando-Moreno, M., & González-Tagle, M. (2009). Análisis sobre el efecto del uso del suelo en la diversidad estructural del matorral espinoso tamaulipeco Analysis of land use effect on the structural diversity of Tamaulipan thornscrub. *Madera y Bosques*, 15(3): 5–20.
- Jiménez-Pérez, J., Alanís-Rodríguez, E., Ruiz-González, J., González-Tagle, M., Yerena-Yamallel, J. I., & Alanís-Flores, G. (2012). Diversidad de la regeneración leñosa del matorral espinoso tamaulipeco con historial agrícola en el noreste de México. *Ciencia UANL*, 15(58), 66-71. Retrieved from <http://eprints.uanl.mx/2995/1/12ArticuloLenos.pdf>
- Leal-Elizondo, N. A., Alanís-Rodríguez, E., Mata-Balderas, J. M., Treviño-Garza, E. J., & Yerena-Yamallel, J. I. (2018). Estructura y diversidad de especies leñosas del matorral espinoso tamaulipeco regenerado postganadería en el noreste de México. *Polibotánica*, (45), 75-88. DOI: 10.18387/polibotanica.45.6
- León, J.O. (2015). Rehabilitación de un pastizal degradado con rodillo triturador en el rancho "El Cinco". Tesis Licenciatura. Universidad Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila.
- López H., J. M., H. González R., I. Cantú S, R. G. Ramírez L., M. V. Gómez M., M.Pando M., J. I. Sarquis R., N. Coria G., M. Ratikanta and N. C. Sarkar. (2010). Adaptation of Native Shrubs to Drought Stress in North-eastern Mexico. *International Journal of Bio-resource and stress Management*. 1:30-37.

- Machado, R., Roche, R., Toral, O., & Garcia, E. G. (1999). Metodología para la colecta, conservación y caracterización de especies herbáceas, arbóreas y arbustivas útiles para la ganadería. *Pastos y Forrajes*, 22(3), 181-204.
- Marroquín-Castillo, J.J., Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., Aguirre-Calderón, O.A., Mata-Balderas, J.M., & Chávez-Costa, A.C. (2016). Composición florística y diversidad de un área restaurada post-minería en el matorral espinoso tamaulipeco. *Polibotánica*. 42: 1-17. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.42.1>
- Martella, M. B., Trumper, E. V., Bellis, L. M., Renison, D., Giordano, P. F., Bazzano, G., & Gleiser, R. M. (2012). Manual de Ecología: Evaluación de la biodiversidad. *Reduca*, 5(1):71-115.
- Martínez-Soto, R. A., Yáñez-Díaz, M. I., Cantú-Silva, I., González-Rodríguez, H., Marmolejo-Moncivais, J. G., & Díaz-García, K. E. (2018). Contenido de nitrógeno en regosoles bajo manejo en matorral desértico micrófilo y rosetófilo. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(47), 273-294.
- Medina-Guillén, R., Cantú-Silva, I., Estrada-Castillón, E., González-Rodríguez, H., & Delgadillo-Villalobos, J. A. (2017a). Estructura y diversidad del matorral desértico rosetófilo rehabilitado con rodillo aireador, Coahuila, México. *Polibotánica*, (44), 95-107.
- Medina-Guillén, R., Cantú-Silva, I., González-Rodríguez, H., Pando-Moreno, M., Kubota, T., & Gómez-Meza, M. V. (2017b). Efectos del rodillo aireador y el fuego en las propiedades físicas e hidrológicas del suelo en Matorrales de Coahuila, México. *Agrociencia*, 51(5), 471-485.
- McDonald, A. (2012). Mechanical Brush Management in Trans-Pecos, Texas. *Proceedings of the Trans-Pecos Wildlife Conference 2012*. Sul Ross State University, Alpine, Texas. 13-16.

- McDowell, L. R. (1996). Feeding mineral to cattle on pasture. *Animal Feed Science and Technology*, 60: 247-253. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(96\)00983-2](https://doi.org/10.1016/0377-8401(96)00983-2)
- Molina-Guerra, V. M., Pando-Moreno, M., Alanís-Rodríguez, E., Canizales-Velázquez, P. A., Rodríguez, H. G., & Jiménez-Pérez, J. (2013). Composición y diversidad vegetal de dos sistemas de pastoreo en el matorral espinoso tamaulipeco del Noreste de México. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 4(3):361-371.
- Mora, C., Rodríguez, E., Pérez, J., González, M., Yerena, J., & Cuellar, L. (2013a). Estructura, composición florística y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco, México. *Ecología Aplicada*, 12(1): 29–34. Retrieved from [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-22162013000100004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-22162013000100004&script=sci_arttext)
- Mora, D., Pérez, J. J., Rodríguez, E. A., Alonso, E., Camacho, R., & Tagle, G. (2013b). Diversidad Arbórea Y Arbustiva Del Matorral Effect of Livestock in the Composition and Diversity of Trees and Shrubs in the Tamaulipan Thornscrub. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 4(17):124-137.
- Mora-Donjuán, C. A., Rubio-Camacho, E. A., Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., González-Tagle, M., Mata-Balderas, J. M., & Mora-Olivo, A. (2014). Composición y diversidad vegetal de un área de matorral desértico micrófilo con historial pecuario en el noreste de México. *Polibotánica*, (38): 53–66. Retrieved from <http://www.scielo.org.mx/pdf/polib/n38/n38a3.pdf>
- Morley, W.F.H. (1974). Pastoreo controlado. In: James, B.J.F (compiler). *Utilización intensiva de pasturas*. Ed. Hemisferio Sur, S.R.L. 98-96.
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. S. (2000). *Métodos Básicos de muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOS), 92. Santa Cruz, Bolivia: Editora El País. 87pp. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>

- Moya, R. J. G., Ramírez, R. G., Foroughbackhch, R., Hauad, L. A., & González, R. H. (2002). Variación estacional de minerales en las hojas de ocho especies arbustivas. *CiENCiA UANL*. 5:59-65.
- Olguín, H. C. A. (1995). Determinación de la competencia alimentaria entre el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y tres herbívoros exóticos en el Rancho "Los Ébanos", Matamoros, Tamaulipas. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Forestales, UANL. Linares, N.L., México. 81 pp.
- Olvera, V. J. (2016). Efecto de la aplicación del rodillo aereador en los pastizales degradados del norte de Coahuila. Tesis Licenciatura. Universidad Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila.
- Palacio-Prieto, J. L., Bocco, G., Velázquez, A., Takaki-Takaki, F., Victoria, A., Luna-González, L., ... Medrano, F. G. (2000). La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del Inventario Forestal Nacional 2000. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM* (43): 183-203.
- Pequeño-Ledezma, M.A., Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., González-Tagle, M.A, Yerena-Yamallel, J.I., Cuellar-Rodríguez, G., & Mora-Olivo, A. (2012). Análisis de la restauración pasiva post-pecuaria en el matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México. *CienciaUAT*, 7(1): 48-53.
- Ramírez, O. R., Ramírez L. R. G., Romero V. E., González R. H., Armenta Q. J. A., & Avalos, C. R. (2008). Diet and nutrition of range goats on a sarcocaulle shrubland from Baja California Sur, México. *Small Ruminant Research*. 76: 166-176.
- Ramírez, R.G., Quintanilla, J.B. & Aranda, J. (1997). Food habits of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus texanus*) in northeastern Mexico. *Small Ruminant Research*. 25:141-146.

- Ramírez, R.G. (2004). Nutrición del venado cola blanca. (No. Sirsi) i9789706941404). Ed. Publicaciones Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 73-87 pp.
- Ramírez, R., González, H., Ramírez, R., Cerrillo, M.A., & Juárez, A.S. (2006). Seasonal trends of macro and micro in 10 browse species that grow in northeastern Mexico. *Animal Feed Science and Technology* 128: 155-164.
- Ramírez, R.G. (2009). Nutrición de Rumiantes: Sistemas Extensivos. 2ª Ed. Editorial Trillas. México. 216-224 pp.
- Ramírez-Lozano, R.G. (2012). Alimentación del Venado Cola Blanca: Biología y Ecología Nutricional. Editorial Plibrio, Indiana, EUA.
- Ramírez-Lozano, R., Domínguez-Gómez, T., González-Rodríguez, H., Cantú-Silva, I., Gómez-Meza, M., Sarquís-Ramírez, J., & Jurado-Ybarra, E. (2013). Composición y diversidad de la vegetación en cuatro sitios del noreste de México. *Madera y Bosques*, 19(2): 59–72. Retrieved from <http://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v19n2/v19n2a4.pdf>
- Ranglack, D. H., & Du Toit, J. T. (2015). Habitat Selection by Free-Ranging Bison in a Mixed Grazing System on Public Land. *Rangeland Ecology and Management*, 68(4), 349–353. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2015.05.008>
- Reid, N., Marroquín, J., & Beyer-Münzel, P. (1990). Utilization of shrubs and trees for browse, fuelwood and timber in the Tamaulipan thornscrub, northeastern Mexico. *Forest Ecology and Management*, 36: 61-79. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(90\)90064-I](https://doi.org/10.1016/0378-1127(90)90064-I)
- Reséndiz, D.L. (2012). Caracterización de la vegetación de una porción del matorral submontado y su capacidad de carga animal en Linares, N.L. México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Forestales, UANL. 81 pp.



- Rosenzweig, M.L. (1995). *Species Diversity in Space and Time*. University of Cambridge Press. Great Britain at University Press. Cambridge. 50-72 pp.
- Rzedowski, J. (1988). Análisis de la distribución geográfica del complejo *Prosopis* (Leguminosae, Mimosoideae) en Norteamérica. *Acta Botánica Mexicana*, (3), 7-19.
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). (2001). Programa Sectorial de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 2001-2006, México. 101 pp.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2005). *Indicadores básicos del desempeño ambiental de México: 2005*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México. 192 pp.
- Serra, O.M.A. (2006). Evaluación del hábitat y modelo de índice de disponibilidad del hábitat del venado bura (*Odocoileus hemionus eremicus*) y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus cousei*) en Sonora, México. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27(July 1928), 379–423. <https://doi.org/10.1145/584091.584093>
- Stoddart, L. A. (1967). What is range management? *Journal of Range Management*, 20(5), 304-307. DOI: 10.2307/3895978
- Turner, M.D. (1999). Spatial and temporal scaling of grazing impact on the species composition and productivity of Sahelian annual grasslands. *Journal of Arid Environments*, 41: 277-297. <https://doi.org/10.1006/jare.1998.0485>

- Uvalle, S. J. I. (2001). Rehabilitación de áreas pastoreadas y sus efectos en las comunidades vegetales y en las dietas de ungulados. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Forestales. Linares, Nuevo León, México.
- Valdés, R. J., & Allred, K. W. (2003). El género *Aristida* (Gramineae) en el noreste de México. *Acta Botánica Mexicana*, 63,1- 45. <https://doi.org/10.21829/abm63.2003.916>
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., ... & Umaña, A. M. (2006). Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad. *Manual de Métodos Para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá, Colombia, 185-226.
- Villarreal, X; Hewitt, D., & Hellickson, M. (1999). Manejo de Poblaciones Silvestres de Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*) en Ecosistemas de Matorrales Desérticos del Noreste de México. 135-140. En *Memorias del 4to. Taller Internacional de Conservación y Manejo de Fauna Silvestre del Noreste y Sur de Texas*. UAAAN, Saltillo, Coah.
- Von, M. H. J. (1996). Appraisal of practices to manage woody plants in semiarid environment. In: Bruns, S. J., Luukanen, O, Woods, P. (eds). *Dry land forestry research*. International Foundation for Science, Stockholm. 47- 64.
- Wang, Q., & Batkhishig, O. (2014). Impact of Overgrazing on Semiarid Ecosystem Soil Properties: A Case Study of the Eastern Hovsgol Lake Area, Mongolia. *Journal of Ecosystem & Ecography*, 04(01). <https://doi.org/10.4172/2157-7625.1000140>
- Wang, Z.; Johnson, D.A., Rong, Y., & Wang, K. (2016). Grazing effects on soil characteristics and vegetation of grassland in northern China. *Solid Earth*, 7: 55-65. <https://doi.org/10.5194/se-7-55-2016>

Yerena-Yamallel, J. I., Jiménez-Pérez, J., Alanís-Rodríguez, E., Aguirre-Calderón, O. A., González-Tagle, M. A., & Treviño-Garza, E. J. (2014). Dinámica de la captura de carbono en pastizales abandonados del noreste de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, (17): 113–121.