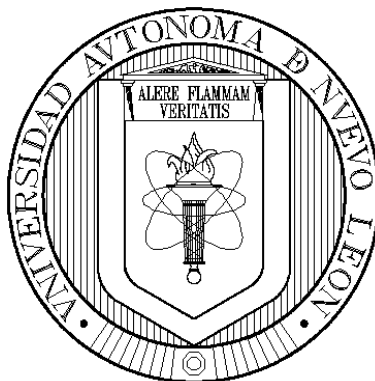


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA DE LA VEGETACIÓN AL USO DE
RODILLO AIREADOR Y AL FUEGO EN EL MATORRAL ESPINOSO
TAMAULIPECO**

POR:

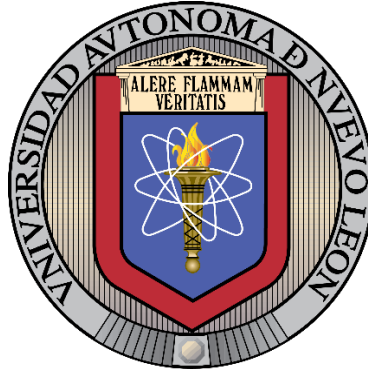
ING. ESPERANZA CONCEPCIÓN SALAZAR TIJERINA

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

JUNIO, 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA DE LA VEGETACIÓN AL USO DE
RODILLO AIREADOR Y AL FUEGO EN EL MATORRAL ESPINOSO
TAMAULIPECO**

POR:

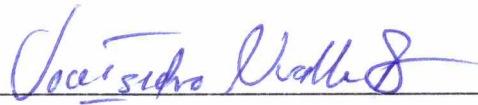
ING. ESPERANZA CONCEPCIÓN SALAZAR TIJERINA

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

JUNIO, 2022

EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA DE LA VEGETACIÓN AL USO DE
RODILLO AIREADOR Y AL FUEGO EN EL MATORRAL ESPINOSO
TAMAULIPECO

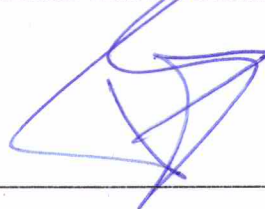
Aprobación de Tesis



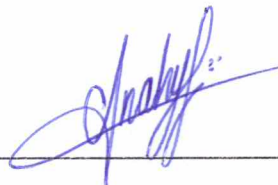
Dr. José Isidro Uvalle Saucedá



Dr. César Martín Cantú Ayala



Dr. Fernando Noel González Saldívar



MC. Nelly Anahy Leal Elizondo

JUNIO, 2022

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca Nacional otorgada para la realización de mis estudios de maestría dentro de la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL.

A la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León y en especial a su cuerpo académico de profesores-investigadores que siempre están en la mejor disposición y nos comparten amablemente su experiencia y amplio conocimiento quienes han sido pieza fundamental para mi formación profesional.

Al Rancho “Agroganadería San Salvador”, por permitirme realizar la investigación en base a sus tratamientos ya aplicados además de la disponibilidad que tuvieron para realizar los muestreos.

A mi comité de tesis por estar al pendiente y en la mejor disposición quienes me orientaron gracias a su extensa experiencia.

Agradezco infinitamente al Dr. José Isidro Uvalle Saucedo por permitirme trabajar con él, por el apoyo brindado en todo momento la disponibilidad de contactarlo por su paciencia y experiencia compartida.

Al Dr. Cesar Martín Cantú Ayala y al Dr. Fernando Noel González Saldívar por su amable colaboración en el presente trabajo de investigación, por su orientación y recomendaciones científicas.

A mi asesor externo MC. Nelly Anahy Leal Elizondo, por su apoyo incondicional, por su paciencia y dedicación.

A todas las personas que me ayudaron para la realización de esta investigación siendo mi equipo de trabajo, Norma, Mayela, Melanie, Karla, Mayra, Marycruz, Leonel, Humberto, Daniel, Cesar, Homero, Alexsa, Heriberto.

DEDICATORIA

A Dios por regalarme la vida y ayudarme a vivirla.

A mis padres Blanca Estela Tijerina Casanova y Ramón Salazar López, por su amor, comprensión, sacrificios y ayuda infinita brindada todo este tiempo, por confiar en mí y enseñarme que lo que me proponga lo puedo cumplir, por nunca quedarse quietos y ser unas personas muy trabajadoras.

A mi hija Grecia Alessandra Félix Salazar, por ser mi mayor motivación para salir adelante cada día con felicidad, Alessito eres el ser más hermoso de todo el planeta nunca dejes que alguien te apague porque irradias una luz muy brillante.

A mis hermanos José Natanael Salazar Tijerina y Francisco Cirilo Salazar Tijerina por apoyarme en todo momento, nunca dejarme sola hasta en la situación más simple, le dan felicidad a mi vida.

A mis abuelitos Francisco Tijerina del Castillo y Cirilo Salazar Aguirre que, aunque ya no están con nosotros físicamente los recuerdo en muchas cosas, un beso y abrazo hasta el cielo, a mis abuelitas Esperanza Casanova Paz y Concepción López Torres por todas las enseñanzas y buenos ratos pasados en todo este tiempo.

INDICE

| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| ANTECEDENTES..... | 3 |
| JUSTIFICACION..... | 8 |
| OBJETIVOS..... | 9 |
| Objetivo general | 9 |
| Objetivos específicos | 9 |
| | |
| Capítulo 1..... | 10 |
| Estructura y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco sometido a diferentes tratamientos..... | 10 |
| 1.1. Resumen..... | 10 |
| 1.2. Introducción | 11 |
| 1.3 Materiales y métodos..... | 12 |
| 1.3.1 Área de estudio..... | 12 |
| 1.3.2 Análisis de la vegetación | 13 |
| 1.3.3 Análisis de la información..... | 14 |
| 1.3.4 Análisis estadístico..... | 16 |
| 1.4 Resultados..... | 16 |
| 1.5 Discusión | 64 |
| | |
| Capítulo 2..... | 68 |
| Estimación de biomasa en el matorral espinoso tamaulipeco sometido a diferentes tratamientos..... | 68 |
| 2.1 Resumen..... | 68 |
| 2.2 Introducción | 68 |

| | |
|---------------------------------------|-----|
| 2.3 Materiales y métodos..... | 69 |
| 2.3.1 Área de estudio..... | 69 |
| 2.3.2 Análisis de la vegetación..... | 70 |
| 2.3.3 Análisis de la información..... | 71 |
| 2.3.4 Análisis estadístico..... | 72 |
| 2.4 Resultados..... | 72 |
| 2.5. Discusión..... | 105 |
| | |
| CONCLUSIÓN..... | 108 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 109 |

ÍNDICE DE TABLAS

| Capítulo 1 | Descripción | Página |
|------------|---|--------|
| 1.1 | Nombre científico, nombre común y familia de las especies del estrato medio y alto registradas en el MET sometido al tratamiento de rodillo aireador en ES. | 17 |
| 1.2 | Abundancia ($N \cdot ha^{-1}$), dominancia ($m^2 \cdot ha^{-1}$), frecuencia e IVI de las especies del estrato medio y alto registradas en el MET sometido a tratamiento de rodillo aireador en ES. | 19 |
| 1.3 | Nombre científico, nombre común y familia de las especies del EB registradas en el MET sometido al tratamiento de rodillo aireador en ES. | 21 |
| 1.4 | Abundancia ($N \cdot ha^{-1}$), dominancia ($m^2 \cdot ha^{-1}$), frecuencia e IVI de las especies del estrato bajo registradas en el MET sometido a tratamiento de rodillo aireador en ES. | 22 |
| 1.5 | Nombre científico, nombre común y familia de las especies del estrato medio y alto registradas en el MET sometido al tratamiento de rodillo aireador en EH. | 24 |
| 1.6 | Abundancia ($N \cdot ha^{-1}$), dominancia ($m^2 \cdot ha^{-1}$), frecuencia e IVI de las especies del estrato medio-alto registradas en el MET sometido a tratamiento de rodillo aireador en EH. | 26 |
| 1.7 | Nombre científico, nombre común y familia de las especies del estrato bajo registradas en el MET sometido al tratamiento de rodillo aireador en EH. | 28 |

| | | |
|------|---|----|
| 1.8 | bundancia ($N.ha^{-1}$), dominancia ($m^2.ha^{-1}$), frecuencia e IVI de las especies del EB registradas en el MET sometido a tratamiento de rodillo aireador en EH. | 29 |
| 1.9 | Resultados de la prueba de U Mann-Whitney para el estrato alto y medio en las épocas seca y húmeda en el área sometida a rodillo aireador. | 31 |
| 1.10 | Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney para el estrato alto y medio en las épocas seca y húmeda en el área de tratamiento de rodillo aireador. | 31 |
| 1.11 | Resultados de la prueba de U Mann-Whitney para las variables estructurales en el estrato bajo en las épocas seca y húmeda para el área sometida a rodillo aireador. | 32 |
| 1.12 | Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney en el estrato bajo para las épocas seca y húmeda en el área sometida a rodillo aireador. | 32 |
| 1.13 | Nombre científico, nombre común y familia de las especies del estrato medio y alto registradas en el MET sometido a incendio en ES. | 33 |
| 1.14 | Abundancia ($N.ha^{-1}$), dominancia ($m^2.ha^{-1}$), frecuencia e IVI de las especies del estrato medio y alto registradas en el MET sometido a incendio en ES. | 35 |

| | | |
|------|--|----|
| 1.15 | Nombre científico, nombre común y familia de las especies del estrato bajo registradas en el MET sometido a incendio en época seca. | 37 |
| 1.16 | Abundancia ($N.ha^{-1}$), dominancia ($m^2.ha^{-1}$), frecuencia e IVI de las especies del estrato medio y alto registradas en el MET sometido a incendio en ES. | 38 |
| 1.17 | Especies registradas en el área incendiada en el estrato medio-alto en la época húmeda. | 39 |
| 1.18 | Abundancia ($N.ha^{-1}$), dominancia ($m^2.ha^{-1}$), frecuencia e IVI de las especies del estrato medio y alto registradas en el MET sometido a incendio en época húmeda. | 41 |
| 1.19 | Especies presentes en el área sometida a incendio en el estrato bajo en la EH. | 43 |
| 1.20 | Abundancia ($N.ha^{-1}$), dominancia ($m^2.ha^{-1}$), frecuencia e IVI de las especies del estrato bajo registradas en el MET sometido a incendio en época húmeda. | 44 |
| 1.21 | Resultados de la prueba de U Mann- Whitney para las variables estructurales del estrato alto y medio en épocas seca y húmeda en el área incendiada. | 45 |
| 1.22 | Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann- Whitney del estrato alto y medio en épocas seca y húmeda en el área incendiada. | 46 |

| | | |
|------|--|----|
| 1.23 | Resultados de la prueba de U Mann- Whitney para las variables estructurales del estrato bajo en épocas seca y húmeda en el área incendiada. | 46 |
| 1.24 | Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann- Whitney del estrato bajo en épocas seca y húmeda en el área incendiada. | 47 |
| 1.25 | Especies presentes en el MET en el estrato medio-alto en la época seca. | 48 |
| 1.26 | Abundancia ($N.ha^{-1}$), dominancia ($m^2.ha^{-1}$), frecuencia e IVI de las especies registradas para el estrato medio-alto en el MET en época seca. | 50 |
| 1.27 | Especies presentes en el MET en el estrato bajo en la época seca. | 51 |
| 1.28 | Abundancia ($N.ha^{-1}$), dominancia ($m^2.ha^{-1}$), frecuencia e IVI de las especies registradas para el estrato bajo en el MET en época seca. | 52 |
| 1.29 | Especies presentes en el área testigo en el estrato medio-alto en la época húmeda. | 54 |
| 1.30 | Abundancia ($N.ha^{-1}$), dominancia ($m^2.ha^{-1}$), frecuencia e IVI de las especies registradas para el estrato medio-alto en el MET en época húmeda. | 56 |
| 1.31 | Especies presentes en el MET en el estrato bajo en la época húmeda. | 58 |

| | | |
|------|---|----|
| 1.32 | Abundancia ($N \cdot ha^{-1}$), dominancia ($m^2 \cdot ha^{-1}$), frecuencia e IVI de las especies registradas para el estrato bajo en el MET en época húmeda . | 59 |
| 1.33 | Resultados de la prueba de U Mann- Whitney para las variables estructurales del estrato alto y medio en épocas seca y húmeda en el área testigo. | 60 |
| 1.34 | Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann- Whitney del estrato alto y medio en épocas seca y húmeda en el área testigo. | 61 |
| 1.35 | Resultados de la prueba de U Mann- Whitney para las variables estructurales del estrato bajo en épocas seca y húmeda en el área testigo. | 61 |
| 1.36 | Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann- Whitney del estrato bajo en épocas seca y húmeda en el área testigo. | 62 |
| 1.37 | Índice de diversidad alfa de Shannon-Wiener e índice de riqueza de especies de Margalef. | 63 |
| 1.38 | Índice de similitud de Jaccard. | 64 |

Capítulo 2

| | | |
|-----|---|----|
| 2.1 | Resultados de la prueba U de Mann- Whitney del estrato alto en épocas seca y húmeda en el área de rodillo aireador. | 80 |
|-----|---|----|

| | | |
|-----|---|----|
| 2.2 | Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney para el estrato alto en las épocas seca y húmeda en el área de rodillo aireador. | 81 |
| 2.3 | Resultados de la prueba de U Mann-Whitney del estrato medio en las épocas seca y húmeda en el área de rodillo aireador. | 81 |
| 2.4 | Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann- Whitney del estrato medio en las épocas seca y húmeda en el área de rodillo aireador. | 82 |
| 2.5 | Resultados de la prueba de U Mann-Whitney del estrato bajo (herbáceas) en las épocas seca y húmeda en el área de rodillo aireador. | 82 |
| 2.6 | Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann- Whitney del estrato bajo(pastos) en las épocas seca y húmeda en el área de rodillo aireador. | 83 |
| 2.7 | Resultados de la prueba de U Mann-Whitney del estrato bajo (pastos) en las épocas seca y húmeda en el área de rodillo aireador. | 83 |
| 2.8 | Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann- Whitney del estrato bajo(pastos) en las épocas seca y húmeda en el área de rodillo aireador. | 83 |
| 2.9 | Resultados de la prueba de U Mann-Whitney del estrato alto en las épocas seca y húmeda en el área de incendio. | 91 |

| | | |
|------|--|-----|
| 2.10 | Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann- Whitney del estrato alto en las épocas seca y húmeda en el área de incendio. | 91 |
| 2.11 | Resultados de la prueba de U Mann-Whitney del estrato medio en las épocas seca y húmeda en el área de incendio. | 92 |
| 2.12 | Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann- Whitney del estrato medio en las épocas seca y húmeda en el área de incendio. | 92 |
| 2.13 | Resultados de la prueba de U Mann-Whitney del estrato bajo (pastos) en las épocas seca y húmeda en el área de incendio. | 93 |
| 2.14 | Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann- Whitney del estrato bajo (pastos) en las épocas seca y húmeda en el área de incendio. | 93 |
| 2.15 | Resultados de la prueba de U Mann-Whitney del estrato alto en las épocas seca y húmeda en el área testigo. | 101 |
| 2.16 | Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann- Whitney del estrato alto en las épocas seca y húmeda en el área testigo. | 102 |
| 2.17 | Resultados de la prueba de U Mann-Whitney del estrato medio en las épocas seca y húmeda en el área testigo. | 102 |

| | | |
|------|--|-----|
| 2.18 | Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann- Whitney del estrato medio en las épocas seca y húmeda en el área testigo. | 103 |
| 2.19 | Resultados de la prueba de U Mann-Whitney del estrato bajo (pastos) en las épocas seca y húmeda en el área testigo. | 103 |
| 2.20 | Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann- Whitney del estrato bajo (pastos) en las épocas seca y húmeda en el área testigo. | 104 |
| 2.21 | Capacidad de carga (K) dividida por tratamientos y épocas. | 105 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Capítulo 1 | Descripción | Página |
|------------|--|--------|
| 1.1 | Localización del área de estudio. | 12 |
| 1.2 | Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies del estrato alto y medio en el área de rodillo aireador en época seca. | 20 |
| 1.3 | Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies del estrato bajo en el área de rodillo aireador en época seca. | 23 |
| 1.4 | Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies del estrato alto-medio en el área de rodillo aireador en época húmeda. | 27 |
| 1.5 | Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies del estrato bajo en el área de rodillo aireador en época húmeda. | 30 |
| 1.6 | Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies del estrato alto-medio en el área de incendio en la época seca. | 36 |
| 1.7 | Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies del estrato bajo en el área de incendio en la época seca. | 38 |
| 1.8 | Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies del estrato medio-alto en el área de incendio en la época húmeda. | 42 |

| | | |
|-------------------|--|----|
| 1.9 | Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies del estrato bajo en el área de incendio en la época húmeda. | 45 |
| 1.10 | Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies del estrato medio-alto en el área de matorral espinoso tamaulipeco en la época seca. | 51 |
| 1.11 | Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies del estrato bajo en el área de matorral espinoso tamaulipeco en la época seca. | 53 |
| 1.12 | Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies del estrato medio-alto en el área de matorral espinoso tamaulipeco en la época húmeda. | 57 |
| 1.13 | Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies del estrato bajo en el área de matorral espinoso tamaulipeco en la época húmeda. | 60 |
| 1.14 | Diagrama del índice de similitud de Jaccard. | 64 |
| Capítulo 2 | | |
| 2.1 | Localización del área de estudio. | 70 |
| 2.2 | Producción de biomasa disponible ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) para el área con tratamiento mecánico de rodillo aireador en la época seca. | 73 |

| | | |
|------|---|----|
| 2.3 | Producción de biomasa disponible ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) para el área con tratamiento mecánico de rodillo aireador en la época seca para el estrato alto. | 74 |
| 2.4 | Producción de biomasa disponible ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) para el área con tratamiento mecánico de rodillo aireador en la época seca para el estrato medio. | 75 |
| 2.5 | Producción de biomasa disponible ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) para el área con tratamiento mecánico de rodillo aireador en la época seca para el estrato bajo. | 76 |
| 2.6 | Producción de biomasa disponible ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) para el área con tratamiento mecánico de rodillo aireador en la época húmeda. | 77 |
| 2.7 | Producción de biomasa disponible ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) para el área con tratamiento mecánico de rodillo aireador en la época húmeda para el estrato alto. | 78 |
| 2.8 | Producción de biomasa disponible ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) para el área con tratamiento mecánico de rodillo aireador en la época húmeda para el estrato medio. | 79 |
| 2.9 | Producción de biomasa disponible ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) para el área con tratamiento mecánico de rodillo aireador en la época húmeda para el estrato bajo. | 80 |
| 2.10 | Producción de biomasa disponible ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) para el área incendiada en la época seca. | 84 |

| | | |
|------|---|----|
| 2.11 | Producción de biomasa disponible (kg.ha ⁻¹) para el área incendiada en la época seca para el estrato alto. | 85 |
| 2.12 | Producción de biomasa disponible (kg.ha ⁻¹) para el área incendiada en la época seca para el estrato medio. | 86 |
| 2.13 | Producción de biomasa disponible (kg.ha ⁻¹) para el área incendiada en la época seca para el estrato bajo. | 87 |
| 2.14 | Producción de biomasa disponible (kg.ha ⁻¹) para el área incendiada en la época húmeda. | 88 |
| 2.15 | Producción de biomasa disponible (kg.ha ⁻¹) para el área incendiada en la época húmeda para el estrato alto. | 89 |
| 2.16 | Producción de biomasa disponible (kg.ha ⁻¹) para el área incendiada en la época húmeda para el estrato medio. | 90 |
| 2.17 | Producción de biomasa disponible (kg.ha ⁻¹) para el área incendiada en la época húmeda para el estrato bajo. | 90 |
| 2.18 | Producción de biomasa disponible (kg.ha ⁻¹) para el área testigo en la época seca. | 94 |
| 2.19 | Producción de biomasa disponible (kg.ha ⁻¹) para el área testigo en la época seca para el estrato alto. | 95 |
| 2.20 | Producción de biomasa disponible (kg.ha ⁻¹) para el área testigo en la época seca para el estrato medio. | 96 |

| | | |
|------|--|-----|
| 2.21 | Producción de biomasa disponible ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) para el área testigo en la época seca para el estrato bajo. | 97 |
| 2.22 | Producción de biomasa disponible ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) para el área testigo en la época húmeda. | 98 |
| 2.23 | Producción de biomasa disponible ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) para el área testigo en la época húmeda para el estrato alto. | 99 |
| 2.24 | Producción de biomasa disponible ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) para el área testigo en la época húmeda para el estrato medio. | 100 |
| 2.25 | Producción de biomasa disponible ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) para el área testigo en la época húmeda para el estrato bajo. | 101 |

LISTA DE SIMBOLOS Y ABREVIATURAS

| | |
|---------------------------|---|
| <i>AC</i> | Área de copa |
| <i>AF</i> | Ácidos fúlvicos |
| <i>A_i</i> | Abundancia absoluta |
| <i>A_{ri}</i> | Abundancia relativa de la especie <i>i</i> respecto a la abundancia total |
| <i>CA</i> | Coefficiente de agostadero (ha.UA) |
| <i>CVV</i> | Capacidad de carga (Total de venados en una superficie determinada) |
| <i>CO</i> | Carbono orgánico |
| <i>COTECOCA</i> | Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero |
| <i>CV</i> | Coefficiente de variación (es necesario realizar un muestreo piloto) |
| <i>cv</i> | Consumo total de una unidad animal (kg.día) |
| <i>d_{0.10 m}</i> | Diámetro basal |
| <i>D_i</i> | Dominancia absoluta |
| <i>D_{Mg}</i> | Índice de Margalef |
| <i>DR_i</i> | Dominancia relativa de la especie <i>i</i> respecto a la dominancia total |
| <i>E</i> | Error con el que se quiere obtener los valores de un determinado parámetro |
| <i>EA</i> | Estrato alto |
| <i>EB</i> | Estrato bajo |
| <i>EH</i> | Época húmeda |
| <i>EM</i> | Estrato medio |
| <i>ES</i> | Época seca |
| <i>F</i> | Valor en la distribución de los datos |
| <i>F_i</i> | Frecuencia absoluta |
| <i>FR_i</i> | Frecuencia relativa de la especie <i>i</i> respecto a la frecuencia total |
| <i>FU</i> | Factor de utilización (0.6) |
| <i>fv</i> | Factor de utilización para no poner en riesgo la condición del hábitat (0.60) |
| <i>gl</i> | Grados de libertad |
| <i>h</i> | Altura total |

| | |
|-----------------------------|---|
| H' | Índice de Shannon & Wiener |
| Ha.UA | Hectáreas por unidad animal |
| \ln | Logaritmo natural |
| IVI | Índice de valor de importancia |
| Kg.ha^{-1} | Kilogramos por hectárea |
| $\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ | Metros cuadrados por hectárea |
| MET | Matorral espinoso tamaulipeco |
| MO | Materia orgánica |
| 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^{-1} | Número de individuos por hectárea |
| N_i | Número de individuos de la especie i |
| PFA | Producción de forraje anual (kg.ha^{-1}) |
| P_{sx} | Peso seco de cada una de las muestras de mano |
| p_v | Biomasa disponible en determinada época del año (kg.ha^{-1}) |
| SAGARPA | Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación |
| t | Valor tabulado de t según los grados de libertad de $(n-1)$ |
| ton.ha^{-1} | Toneladas por hectárea |
| t_v | Tiempo de consumo (365 días de un año) |
| UA | Unidad animal (Una vaca con su becerro de 450 kg o bien 14 venados) |
| UMA | Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre |
| V.Max. | Valores máximos |
| V.Mín. | Valores mínimos |
| ven.ha | Venados por hectárea |
| Z | Número de desviaciones estándar que están comprometidas entre el promedio y un cierto valor de variable x |
| σ | Desviación estándar |
| μ | Media |

RESUMEN

En el presente estudio se realizó en la UMA denominada “Agroganadería San Salvador” ubicada en el municipio de Villagrán, Tamaulipas, se buscó evaluar la diversidad florística en un área de matorral espinoso tamaulipeco en tres condiciones, área sometida al tratamiento mecánico de rodillo aireador, área sometida a incendio y área testigo, mediante una caracterización de la vegetación en cada una de las áreas en la época seca y húmeda, registrando información dasométrica de las variables de, altura total (h), diámetro basal ($d_{0.10}$ m) y área de copa (AC) con la ayuda de una evaluación de las especies leñosas presentes en los sitios de muestreo, para el estrato alto-medio se establecieron 15 parcelas de 100 m^2 (10×10), para el estrato bajo se establecieron 30 parcelas de 1 m^2 (1×1), con la información registrada se estimó el índice de riqueza de Margalef (D_{Mg}), el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') y el índice de similitud de Jaccard (I_j). Posteriormente se estimó la materia seca en cada una de las condiciones en las épocas seca y húmeda, mediante el método de Adelaide para los estratos medio y alto y el método de corte total para el estrato bajo, con la información obtenida de la producción de biomasa se estimó la capacidad de carga y con esta se determinó el coeficiente de agostadero.

ABSTRACT

In the present study, it was carried out in the UMA called "Agroganaderia San Salvador" located in Villagrán, Tamaulipas, it was sought to evaluate the floristic diversity in an area of Tamaulipas thorny scrub in three conditions, area subjected to the mechanical treatment of aerator roller, area subjected to fire and control area, through a characterization of the vegetation in each of the areas in the dry and wet season, recording dasometric information of the variables, total height (h), basal diameter ($d_{0.10\text{ m}}$) and crown area (AC) with the help of an evaluation of the woody species present in the sampling sites, for the high-medium stratum 15 plots of 100 m^2 (10×10) were established, for the low stratum 30 plots of 1 m^2 were established ($1 \times 1\text{ m}$), with the recorded information the Margalef richness index (D_{Mg}), the Shannon-Wiener diversity index (H') and the Jaccard similarity index (I_j) were estimated. Subsequently, the dry matter was estimated in each of the conditions in the dry and wet seasons, using the Adelaide method for the middle and upper strata and the total cut method for the lower stratum, with the information obtained from biomass production. the carrying capacity was estimated and with this the rangeland coefficient was determined.

INTRODUCCIÓN

México cuenta con una superficie territorial de 1.96 millones de kilómetros cuadrados aproximadamente (Ibarra-Flores, 1999). Dentro de las zonas áridas y semiáridas se encuentran tipos de comunidades arbustivas, que reciben el nombre genérico de matorral xerófilo, que alternan con pastizales y manchones aislados de vegetación arbórea (Rzedowski, 1988). Dentro de la clasificación del matorral xerófilo se encuentra el matorral espinoso tamaulipeco en el cual se realizará la presente investigación.

El matorral espinoso tamaulipeco, cuenta con superficie aproximada de 200,000 km² y comprende desde la planicie costera del Golfo de México hasta el sur de Texas en Estados Unidos de América, su vegetación es considerada de tipo semiárido-subtropical, localizado dentro de la Provincia de la Planicie Costera del Golfo Norte, se constituye por especies deciduas y perennes (González, 1985; Diamond, *et al.* 1987; Jurado y Reid, 1989; González, 2001; Ramírez-Albores *et al.*, 2007).

El matorral espinoso tamaulipeco es considerado el ecosistema más abundante e históricamente más utilizado en las zonas áridas y semiáridas del noreste de México, ya que posee una diversidad de 15,000 a 21,000 individuos/ha de especies arbóreas- arbustivas, constituyendo la tercera parte de la diversidad de la flora leñosa (Jiménez- Pérez, 2012). Foroughbakhch *et al.*, (2009), mencionan que las especies de árboles y arbustos constituyen la materia prima para las actividades de uso tradicional silvoagropecuario, así como también constituyen el ser parte fundamental de alimentación, combustible, herbolaria, construcción de muebles y casas en áreas rurales.

Las tierras de pastoreo constituyen un recurso natural renovable, se pueden manejar de forma ecológica de tal manera que continúen siendo productivas y ambientalmente estables. Sin embargo, el uso excesivo de los agostaderos con una sobrecarga animal ha traído como consecuencias la mala calidad de la

vegetación en cada sitio, provocando problemas de deforestación, erosión, disminución de la calidad y dimensión del hábitat para la fauna silvestre, entre otras (Medina-Guillen *et al.*, 2017).

Para la recuperación, mejoramiento y rehabilitación de agostaderos se han empleado técnicas específicas, una de estas es el uso de rodillo aireador, esta práctica se utiliza con el objetivo de mejorar la estructura del suelo y reducir la cantidad de plantas arbustivas, incrementando la materia orgánica en el suelo proveniente de las especies vegetales (tallos, hojas, ramas de plantas). Esta técnica promueve el surgimiento de semillas que se encuentran almacenadas en el suelo tiene como ventajas la reducción de la compactación de suelo, por lo cual se facilita el intercambio gaseoso y el flujo de nutrientes, incrementando la retención de humedad, reducción de erosión hídrica y eólica, incorporación de materia orgánica, incremento de la cobertura basal del suelo con pastos y aumento de la productividad de forraje (Berlanga, 2009 y Flores, 2013).

Otra de las técnicas utilizadas es el uso del fuego, esta técnica causa cambios tanto físicos como químicos, de los más apreciables a simple vista se tiene la pérdida de cobertura vegetal, también se pierde la permeabilidad, sin embargo, también se presentan efectos benéficos, destacando que impide la invasión de plantas poco útiles, así como el aumento de la producción de biomasa disponible para alimento de fauna y por ende la capacidad de carga, mejora la palatabilidad del forraje al eliminar material viejo, ayuda a reducir la probabilidad de que se desarrolle un incendio más intenso eliminando la materia seca, adelanta el rebrote de plantas forrajeras. Los efectos que se tengan al usar el fuego dependerán de la intensidad y duración de este (Cydzik y Hougue, 2009; Cetrini, 2005).

No obstante, se debe tener en cuenta que las técnicas de rehabilitación no son las únicas medidas necesarias para tener una buena rehabilitación, hay que implementar en conjunto con las técnicas el control del pastoreo para así evitar el deterioro del mismo (Morley, 1974).

ANTECEDENTES

Las características climáticas y edafológicas que se presentan al noreste del país no suelen ser uniformes, de esta forma la distribución irregular en la temperatura y precipitación han formado comunidades vegetales ricas en especies, en su mayoría resultan ser de importancia económica por su valor forestal, ganadero y silvopastoril (Domínguez-Gómez *et al.*, 2013).

La vegetación del matorral espinoso tamaulipeco se ha sometido a diferentes actividades entre las que destacan silvoagropecuarias, las cuales han traído consigo cambios en su estructura y composición (Jiménez *et al.*, 2009).

Por tal razón se realizan técnicas para el mejoramiento, rehabilitación y recuperación con el objetivo de optimizar el pastoreo a través de un manejo adecuado para obtener la máxima producción de carne y otros productos buscando conservar los recursos vegetal, edáfico, faunístico e hidrológico (CONAZA, 1994).

Debido a lo antes mencionado se han establecido Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) con el fin de diversificar la fuente de ingreso al introducir el manejo del agostadero para fauna silvestre. Un agostadero que se maneja de una manera óptima se puede seguir manteniendo sin necesidad usar algún tipo mecánico, sin embargo, al estar en una situación extrema deben ser recuperados mediante la inversión de otras técnicas que permitan acelerar el proceso de regeneración (Ayala *et al.*, 2014 y Hudson, 2015).

Entre las técnicas mecánicas para la rehabilitación, se encuentra el rodillo aireador, este ha permitido la recuperación de pastizales degradados aún sin la siembra de pastos, induciendo a la reaparición de especies nativas en base al banco de semillas que existe en el suelo (Berlanga, 2009).

Esta práctica es común en el sur de Texas y noreste de México, su objetivo principal es mejorar el hábitat y la calidad de 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*) y algunos mamíferos de porte medio. (Villarreal *et al.*, 1999).

El rodillo aireador es un cilindro metálico pesado que presenta varias cuchillas o dientes soldados helicoidalmente a lo largo de este logrando así tener una mayor penetración en el suelo y una mayor eficiencia en el rodado gracias al diseño que se tiene este permite que todo el peso del cilindro se concentre solamente en una o dos cuchillas a la vez (Ibarra *et al.*, 2004).

El uso del rodillo aireador se utiliza con el objetivo de mejorar la estructura del suelo incrementando la materia orgánica en el suelo proveniente de las especies vegetales (tallos, hojas, ramas de plantas), al mismo tiempo reducir la cobertura del dosel que proporcionan las plantas arbustivas. Esta técnica tiene como ventajas la reducción de la compactación de suelo, el incremento de la retención de humedad, la reducción de la erosión hídrica y eólica, incorporación de materia orgánica, incremento de la cobertura vegetal del suelo con gramíneas y herbáceas y como consecuencia el incremento de la productividad de forraje (Flores, 2013).

Otro tratamiento que se usa frecuentemente en el manejo de hábitat para la fauna silvestre es el uso de fuego, el cual se define como un agente natural en diferentes formaciones vegetales de la atmósfera, estos varían en sus características como en los efectos que ocasiona en la vegetación, en la fauna y en otros aspectos del biotopo. El uso del fuego como técnica de mejoramiento se denominada quema prescrita, esta herramienta tiene como objetivos contribuir con la regeneración de algunas especies vegetales (favoreciendo el rebrote, estimulando el banco de semillas en el suelo, incrementando la iluminación del suelo, etc.) facilitar el pastoreo y mejorando el hábitat de grandes mamíferos (Lee-Anderson, 1984).

Se han realizado diferentes estudios que analizan los resultados y las ventajas de poner en prácticas metodologías de rehabilitación de comunidades vegetales mediante el uso de rodillo aireador y/o uso del fuego, a continuación, se citan algunos de estos trabajos.

En un estudio realizado en el “Campo Santa María” ubicado entre los municipios de Lampazos de Naranjo, Nuevo León y Candela, Coahuila, se obtuvieron resultados positivos para la técnica utilizando el rodillo aireador, ya que el número de plantas en las áreas con tratamiento aumento, teniendo en especies arbustivas un incremento del 25%, gramíneas 43% y herbáceas un 105%. De igual manera aumento el uso del área por la fauna (medido en el conteo de heces de bovinos, venados y jabalí) especialmente por el venado (Uvalle-Sauceda, 2001).

Andrade *et al.*, (2009) mencionan en un estudio realizado en el ejido el Grullo Municipio de Reynosa, Tamaulipas, se obtuvieron resultados positivos en un área pecuaria, con ganadería extensiva en praderas de zacate buffel, teniendo como resultados que el rodillo redujo la compactación del suelo entre 18% y 36%, aumentando la capacidad de infiltración hasta un 44% proporcionando 21 días adicionales de humedad al suelo, en cuestión de la cobertura vegetal se obtuvo un aumento del 47% teniendo una mayor producción de forraje 3.15 t ha^{-1} que el testigo (1.65 t ha^{-1}).

Otro estudio realizado en el municipio de Trincheras, Sonora en la UMA “La Victoria” en una comunidad de matorral xerófilo donde también se empleó el uso del rodillo aireador, mostrando efectos positivos en el incremento de vegetación herbácea para la alimentación de la fauna silvestre. Sin embargo, el uso de esta técnica puede facilitar el ingreso de zacates exóticos (Ayala *et al.*, 2014).

Posteriormente en una investigación realizada por Olvera (2016), en una comunidad vegetal de pastizales en estados de degradación en el ejido “Guadalupe Victoria” en Coahuila menciona que el uso del rodillo aireador influyó de forma significativa sobre la producción de forraje y cobertura vegetal trayendo

consigo el aumento en la capacidad de carga del agostadero, de la misma forma el suelo presentó cambios positivos en cuanto a carbón orgánico (CO), materia orgánica (MO) y ácidos fúlvicos (AF) en comparación al área testigo.

Medina-Guillen *et al.* (2017) realizaron una investigación en los planos desérticos de la Sierra Maderas del Carmen al norte de Coahuila, en una comunidad de matorral desértico micrófilo y rosetófilo donde además del uso del rodillo aireador se implementó el uso del fuego para el mejoramiento de hábitat. Como resultados en ambos matorrales el uso de rodillo incrementó la producción de materia orgánica y disminuyó la compactación de suelo en los primeros 3 años de establecido el tratamiento. En el caso del uso del fuego esta técnica incrementó la materia orgánica del suelo en ambos tipos de vegetación, en el matorral micrófilo incrementó la infiltración y en el matorral rosetófilo disminuyó la compactación de suelo, los beneficios del fuego son proporcionados a corto plazo.

De forma ecológica, un incendio representa una perturbación o disturbio incluyendo la pérdida de individuos o biomasa que se produce de forma súbita o episódica. Un componente importante de las perturbaciones es la liberación de recursos, el más evidente es la liberación del espacio físico, después de un incendio se produce un proceso de recuperación del ecosistema, creando así en el componente vegetal modificaciones en su composición diversidad y estructura (Lloret, 2004; González *et al.*, 2007).

Moreno (2013), caracterizó un área de matorral espinoso tamaulipeco tres años después que ocurrió un incendio, estimando los parámetros ecológicos de abundancia, dominancia, frecuencia y el IVI, así como el índice de riqueza de Margalef y el índice de diversidad verdadera, los resultados obtenidos mostraron altos valores de diversidad y regeneración concluyendo que los incendios superficiales actúan como un agente de cambio en los patrones sucesionales en el MET.

En Calvillo, Aguascalientes, México, se evaluó el efecto del fuego sobre la producción y calidad nutritiva del zacate rosado (*Melinis repens*), en tres etapas fenológicas: crecimiento “C” madurez “M” y latencia “L”. teniendo una producción en el año 2012 de 168.7 gm⁻² para el área con quema y 53.9 gm⁻² para el área sin quema respectivamente y en el año 2013 se obtuvo una producción de 393.7 y 192.7 g m² para las áreas de quema y sin quema respectivamente. La proteína cruda fue similar entre tratamientos, pero diferente entre etapas C, M, L con un total de 13.3, 5.2, 5.6% para el año 2012 y 12.6, 4.6, 3.2% para el año 2013. El fuego incremento la producción y calidad del forraje del zacate rosado y podría usarse como estrategia de manejo ecológica en áreas de pastoreo extensivo invadidas con zacate rosado (Flores-Ancira *et al.*, 2017).

JUSTIFICACION

Desde tiempo atrás el ser humano ha buscado beneficiarse de los productos que nos provee los ecosistemas y en la mayoría de los casos se han sobreexplotado las áreas para su beneficio por lo tanto es importante el conocer técnicas para su restauración y/o rehabilitación. Cabe mencionar que el hábitat natural predominante en el noreste de México está conformado por los matorrales xerófilos, áreas características de los agostaderos para ganadería, desde este punto de producción de ganado domestico la mayoría de las veces se ha recurrido a la eliminación total de la vegetación de los ecosistemas naturales, mediante formas mecánicas con el objetivo de mejorar la producción de pastos y forraje lo que se cree servirá para el aumento de la capacidad de carga animal. Sin embargo, la eliminación total de la vegetación de forma masiva provoca una modificación en la estructura y composición de la vegetación, y por lo tanto tiene consecuencias como lo es el formar un desequilibrio en los ecosistemas, provocando que la fauna silvestre cambie de lugar de radicación, ya que se eliminan los requerimientos básicos del hábitat como lo son el alimento, agua cobertura vegetal, espacio, etc. El déficit de conocimiento del uso potencial de los matorrales ha causado un efecto inminente en los últimos años en su composición, estructura y productividad, perjudicando los subsistemas del desarrollo humano (Físico-biológico, socioeconómico, político-institucional); no obstante, existen técnicas de mejoramiento de hábitat que brindan una alternativa de producción sostenible si se ejecutan bajo un programa de manejo establecido como lo es el uso de rodillo aereador y quemas prescritas. A pesar de la larga utilización de tierras para fines pecuarios en el norte de México, existe poca información al respecto, por tal razón es importante el realizar documentos donde se informe acerca de los efectos causados en el matorral espinoso tamaulipeco mediante los tratamientos de rehabilitación de hábitat Con el fin de proporcionar una alternativa optima de gestión de hábitat a las principales UMA de la región basada en datos reales de producción en base a la eficiencia y eficacia de los tratamientos analizados.

HIPÓTESIS

Las áreas de MET sometidas al tratamiento con rodillo aireador, presentan mejor condición y estructura en la vegetación, así como una mayor producción de biomasa y capacidad de carga animal, en comparación a las áreas sometidas a manejo con fuego controlado.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la respuesta de la vegetación del matorral espinoso tamaulipeco, a los tratamientos con rodillo aireador y al uso de fuego.

Objetivos específicos

- Evaluar la estructura vegetal de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, así como la composición y diversidad florística en tres áreas de matorral espinoso tamaulipeco (área incendiada, área con uso de rodillo aireador y área sin algún tipo de intervención).
 - Caracterizar la vegetación del MET sometido a dos tratamientos y un área testigo en épocas de diferente régimen pluviométrico (época seca y húmeda).
 - Realizar una evaluación de las especies leñosas registrando información dasométrica de las variables de, altura total (h), diámetro basal ($d_{0.10\text{ m}}$) y área de copa (AC).
 - Estimar el índice de riqueza de Margalef (D_{Mg}), el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') y el índice de similitud de Jaccard (I_j).

- Estimar la materia seca producida en las tres condiciones evaluadas en la estación seca y húmeda, para estimar la capacidad de carga y determinar el coeficiente de agostadero del área de estudio, para ganado bovino y para venado cola blanca.

Capítulo 1

Estructura y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco sometido a diferentes tratamientos

1.1. Resumen

El presente estudio se llevó a cabo en una unidad de manejo extensiva del noreste de México en Villagrán, Tamaulipas, en tres diferentes condiciones de uso de la vegetación: áreas tratadas con rodillo aireador, un área incendiada y un área “testigo”, esta última es un área que no presenta perturbación. En cada una de estas áreas se evaluó la estructura vegetal, la diversidad florística (H') y la riqueza de especies (D_{Mg}). Para realizar este estudio se establecieron 15 sitios de muestreo de 10 x 10 m (100m²) para el estrato alto-medio y 30 sitios de 1 x 1m (1m²) para el estrato bajo. Para el estrato alto-medio se registró la información dasométrica de altura total (h), diámetro basal ($d_{0.10}$) y diámetro de copa (d_{copa}) de las especies presentes, para el estrato bajo se registró la información dasométrica de altura total (h) y diámetro de copa (d_{copa}). Para el estrato alto-medio se encontró un total de 40 especies en las 3 condiciones de las cuales la familia más representativa fue Fabaceae y con 33 géneros, el mejor representado fue Vachellia. Para el estrato bajo se encontró un total de 31 especies pertenecientes a 12 familias de las cuales la más representativa resultó ser Poaceae. Se registró el valor más alto de $H' = 2.690$ para la condición del área testigo en época húmeda en el estrato alto y para el índice de Margalef se registró el valor más alto en el área testigo en la época seca con un valor de $D_{mg} = 4.241$. En el estrato bajo se obtuvo el valor más alto $H' = 2.17$ y $D_{mg} = 2.75$ para el área sometida a rodillo aireador en la época húmeda. La diversidad de especies resulta ser intermedia.

1.2. Introducción

Las plantas proveen la mayor parte de la cobertura en los ecosistemas, ofreciendo una estructura física al resto de las comunidades, constituyen el punto de partida de un amplio número de tramas tróficas y funciona como el elemento activo de los ciclos de nutrientes. La estructura de un ecosistema hace referencia a la distribución temporal y espacial de los árboles en un mismo sitio, donde se incluye una descripción de la distribución horizontal y vertical, patrones especiales, tamaño de los árboles y edad (Domínguez- Gómez, *et al.*, 2013).

Por tal razón se realizan técnicas para el mejoramiento, rehabilitación y recuperación con el objetivo de optimizar el pastoreo a través de un manejo adecuado para obtener la máxima producción de carne y otros productos buscando conservar los recursos vegetal, edáfico, faunístico e hidrológico (CONAZA, 1994).

El uso del rodillo aireador ayuda mejorando la infiltración del agua en el suelo, disminuye el escurrimiento superficial y por ende la erosión hídrica, y resulta de gran importancia ya que en las zonas áridas las precipitaciones son escasas e inciertas y se pierde cerca del 40-60% del agua por escurrimientos. Otro de los beneficios que presenta es el mantener en estado de crecimiento el matorral, teniendo rebrotes con mayor palatabilidad en una altura considerable para la fauna e incrementando la producción de forraje (Berlanga, 2009).

En el uso del fuego se generan espacios abiertos gracias a la eliminación de la cobertura vegetal, de esta forma se favorece la germinación y rebrote de individuos de especies pre-existentes o presentes en el banco de semillas del suelo (Pausas, 2004; Calvo *et al.*, 2008; Weiguo *et al.*, 2008; Vidal y Reif, 2011).

Gadow *et al.* (1998), mencionan que para la evaluación de un ecosistema en un momento determinando y la evolución de este a través del tiempo se utilizan diferentes procesos entre las que se encuentra la caracterización de la estructura de los ecosistemas. Tomando variables como el diámetro basal, altura, diámetro de copa, también se consideran aquellos datos de las especies como: frecuencia,

abundancia, dominancia y valor de importancia y se estiman índices estructurales (Aguirre *et al.* 2003; Jiménez-Pérez *et al.*, 2009).

1.3 Materiales y métodos

1.3.1 Área de estudio

El área de estudio se encuentra en una Unidad para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la vida Silvestre (UMA), perteneciente al Rancho Agroganadería San Salvador ubicado en Villagrán, Tamaulipas, México, El tipo de vegetación que predomina en la zona es matorral espinoso tamaulipeco. Se establecieron 3 áreas de muestreo la primera sometida al uso de rodillo aireador (ATR) ubicada en las coordenadas $24^{\circ} 38' 32.64'' \text{N}$ y $99^{\circ} 17' 16.86'' \text{O}$, la siguiente área sometida a incendio (ATI) localizada en las coordenadas $24^{\circ} 38' 0.81'' \text{N}$ y $99^{\circ} 19' 28.5'' \text{O}$ y la tercera área ubicada como área testigo sin algún tipo de intervención (AST) ubicada en las coordenadas $24^{\circ} 38' 3.15'' \text{N}$ y $99^{\circ} 18' 13.9'' \text{O}$. Cada área con una superficie de 165 ha.

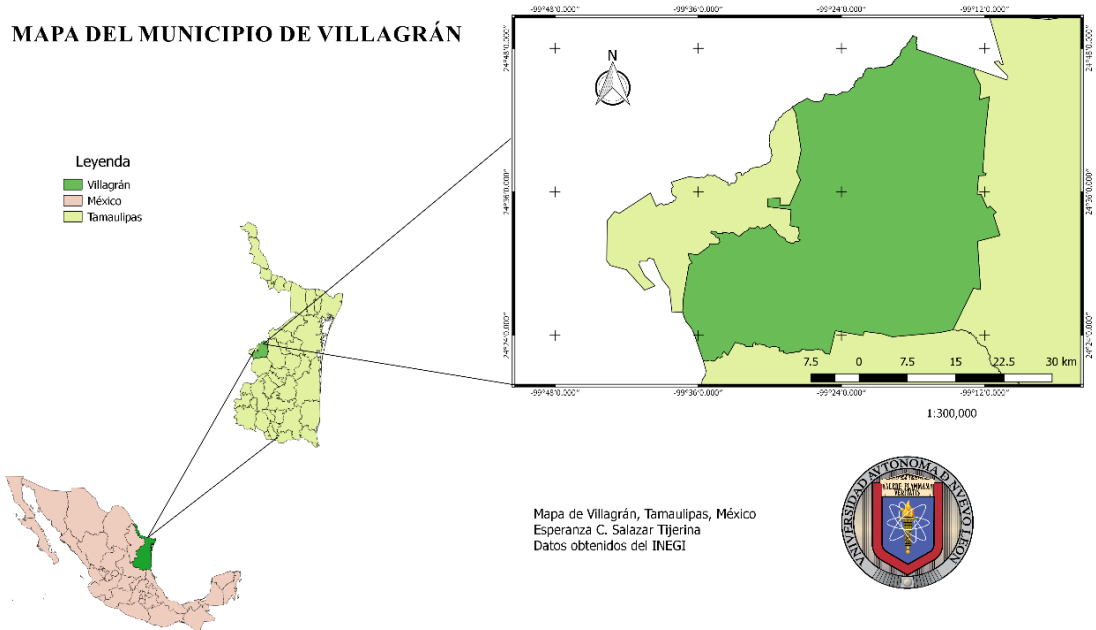


Figura 1.1. Localización del área de estudio.

1.3.2 Análisis de la vegetación

Para el cumplimiento de los objetivos establecidos en el área de estudio se establecerán sitios de muestreo de forma cuadrada de 100 m² (10x10 m) para la evaluación de la estructura vegetal del estrato medio (EM) y alto (EA) en especies arbóreas y arbustivas (Canizales-Velázquez *et al.*, 2009) en estaciones seca y húmeda.

Para determinar el número de sitios necesarios para el muestreo se utilizó la fórmula propuesta por Mostacedo y Fredericksen (2000), la cual es la siguiente y se realizará en base a un premuestreo.

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

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 (mediante un muestreo piloto).

En cada uno de los sitios de muestreo se realizó el registro y medición de las especies arbóreas y arbustivas, además de registrar la información dasométrica de altura total (h), y diámetro de copa (d_{copa}) en sentido de diámetro mayor-por diámetro menor, la medición del diámetro basal se realizará a 0.10m sobre el suelo, siendo esta una medida estándar empleada para especies arbóreas y arbustivas del MET, debido a las bifurcaciones que se presenta en los individuos a mayor altura (Leal-Elizondo *et al.* 2018; Alanís *et al.*, 2008; Jiménez *et al.*, 2012).

Para la evaluación del estrato bajo (EB) correspondiente a especies de gramíneas, herbáceas y malezas, se medirán aquellos individuos que se encuentren presentes en dos cuadrantes de 1 m² (1 x 1m) al ras de suelo con un

flexómetro de 3m, los cuales serán ubicados dentro de cada sitio de muestreo en sentido norte y sur (Alanís-Rodríguez *et al.*, 2008).

Para cumplir con los objetivos del estudio se determinaron las variables estructurales relativas de abundancia (A_i), dominancia (D_i), frecuencia (F_i). Los resultados se utilizaron para obtener un valor ponderado a nivel de taxón denominado índice de valor de importancia (IV) que adquiere valores porcentuales en una escala del 0 al 100 (Jiménez *et al.*, 2012; Leal-Elizondo, 2018; Mueller-Dombois y Ellenberg 1974). Para estimar la diversidad alfa, se utilizará el índice de Shannon y Wiener (H'), índice de riqueza de Margalef (D_{Mg}), e índice de similitud de Jaccard (I_j).

1.3.3 Análisis de la información

Las ecuaciones empleadas para realizar los cálculos correspondientes son las siguientes:

Abundancia relativa:

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

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).

Dominancia relativa:

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

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).

Frecuencia relativa:

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

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).

Índice de valor de importancia (IVI):

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

Para estimar la diversidad alfa, se implementó el índice de Shannon y Wiener (Shannon, 1948; Leal-Elizondo *et al.* 2018)

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

La riqueza de especies se estimó mediante el índice de Margalef (Clifford & Stephenson, 1975; Leal-Elizondo *et al.* 2018).

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

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.

Para la diversidad beta se utilizará el índice de similitud de Jaccard

$$I_j = \frac{C}{A + B - C} * 100$$

Donde I_J es el índice de Jaccard, $A=$ es el número de especies en la comunidad A, $B=$ el número de especies en la comunidad B, $C=$ el número de especies comunes en ambas localidades.

1.3.4 Análisis estadístico

Para las pruebas estadísticas se utilizará el paquete estadístico SPSS® (Statistical Package for Social Sciences) con el fin de probar los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas de las variables estructurales de cobertura (m), altura (h) y diámetro ($d_{0.10m}$) de los estratos bajo (EB), medio (EM) y alto (EA) entre las dos épocas (seca y húmeda), sometiendo los datos a las pruebas estadísticas de Kolmogorov-Smirnov (con la correlación Lilliefors) y Shapiro-Wilk. Debido a que los resultados demostraron que los datos no se distribuyeron normalmente se utilizó la prueba no paramétrica de U Mann Whitney con el fin de encontrar diferencias significativas entre pocas en cada tratamiento.

1.4 Resultados

- **Área sometida a rodillo aireador**

Variables estructurales

- 1) Época seca**
 - a) Estrato medio-alto**

Se registraron un total de 20 especies pertenecientes a 17 géneros y 13 familias. Fabaceae fue la familia más representativa con 6 de las 20 especies registradas, seguido de la familia Verbenaceae con 3 especies y del restante de las familias corresponden a una especie por familia.

Tabla 1.1. Nombre científico, nombre común y familia de las especies del estrato medio y alto registradas en el MET sometido al tratamiento de rodillo aireador en ES.

| Nombre científico | Nombre común | Familia |
|--------------------------------|------------------|------------------|
| <i>Aloysia gratissima</i> | Cedrón de Monte | Verbenaceae |
| <i>Celtis pallida</i> | Granjeno | Cannabaceae |
| <i>Cordia boissieri</i> | Anacahuita | Boraginaceae |
| <i>Eysenhardtia texana</i> | Vara dulce | Fabaceae |
| <i>Forestiera angustifolia</i> | Panelero | Oleaceae |
| <i>Karwinskia humboldtiana</i> | Coyotillo | Rhamnaceae |
| <i>Lantana macropoda</i> | Macropoda | Verbenaceae |
| <i>Lantana urticoides</i> | Peonía | Verbenaceae |
| <i>Leucophyllum frutescens</i> | Cenizo | Scrophulariaceae |
| <i>Malpighia glabra</i> | Manzanita | Malpighiaceae |
| <i>Mimosa monancistra</i> | Charrasquillo | Fabaceae |
| <i>Opuntia engelmannii</i> | Nopal cuijo | Cactaceae |
| <i>Prosopis laevigata</i> | Mezquite | Fabaceae |
| <i>Randia obcordata</i> | Cruceto | Rubiaceae |
| <i>Schaefferia cuneifolia</i> | Capul | Celastraceae |
| <i>Sida acuta</i> | Falsa ortiguilla | Malvaceae |
| <i>Vachellia farnesiana</i> | Huizache | Fabaceae |
| <i>Vachellia rigidula</i> | Gavia | Fabaceae |
| <i>Vachellia schaffneri</i> | Huizache chino | Fabaceae |
| <i>Zanthoxylum fagara</i> | Colima | Rutaceae |

Se obtuvo una abundancia total de 4533.33 N.ha⁻¹. La especie que presentó mayor abundancia fue *Randia obcordata* con 993.33 N.ha⁻¹ representando un 20.59% de la abundancia total seguidas de *Zanthoxylum fagara* y *Lantana urticoides* con un 14.85% y 9.85% respectivamente. Las 17 especies restantes conforman el 54.71% restante.

La dominancia de las especies se estimó mediante la cobertura de copa. En general la cobertura de copa del total de las especies resultó de 3060 m² ha⁻¹. La especie con mayor dominancia es *Celtis pallida*, con una cobertura de 422.63 m² ha⁻¹, representando el 13.81% de la cobertura total de la vegetación, seguida por

Zanthoxylum fagara con 12.96% y *Cordia boissieri* con 12.20%, el 61.03% corresponden a las especies restantes.

Se registró la presencia de 4 especies en 14 de los 15 sitios muestreados, *Randia obcordata*, *Zanthoxylum fagara*, *Cordia boissieri* y *Karwinskia humboldtiana* con una representatividad de 38.88% de frecuencia relativa, siguiendo *Lantana urticoides* y *Vachellia rigidula* con presencia en 13 de los 15 sitios con una representatividad de 18.06%. Las restantes 14 especies representan el 43.06%.

La especie con mayor peso ecológico, según el índice de valor de importancia es *Randia obcordata* con 14.20%, seguido por *Zanthoxylum fagara* y *Celtis pallida* con 12.51% y 9.59% respectivamente. Estas tres especies representan el 36.30%. Las especies con menor peso ecológico son, *Leucophyllum frutescens*, *Opuntia engelmannii* y *Vachellia farnesiana* con 1.0%, 0.63% y 0.30% respectivamente.

Tabla 1.2. Abundancia ($N \cdot ha^{-1}$), dominancia ($m^2 \cdot ha^{-1}$), frecuencia e IVI de las especies del estrato medio y alto registradas en el MET sometido a tratamiento de rodillo aireador en ES.

| Nombre científico | Abundancia | | Dominancia | | Frecuencia | | Valores de importancia | |
|--------------------------------|-------------------|------------|---------------------|------------|------------|------------|------------------------|------------|
| | $N \cdot ha^{-1}$ | % | $m^2 \cdot ha^{-1}$ | % | N. sitio | % | IVI | IVI (%) |
| <i>Randia obcordata</i> | 993.33 | 21.91 | 335.20 | 10.95 | 14 | 9.72 | 42.59 | 14.20 |
| <i>Zanthoxylum fagara</i> | 673.33 | 14.85 | 396.77 | 12.96 | 14 | 9.72 | 37.54 | 12.51 |
| <i>Celtis pallida</i> | 300 | 6.62 | 422.63 | 13.81 | 12 | 8.33 | 28.76 | 9.59 |
| <i>Cordia boissieri</i> | 293.33 | 6.47 | 373.40 | 12.20 | 14 | 9.72 | 28.39 | 9.46 |
| <i>Karwinskia humboldtiana</i> | 386.67 | 8.53 | 289.20 | 9.45 | 14 | 9.72 | 27.70 | 9.23 |
| <i>Lantana urticoides</i> | 446.67 | 9.85 | 212.00 | 6.93 | 13 | 9.03 | 25.81 | 8.60 |
| <i>Vachellia rigidula</i> | 313.33 | 6.91 | 283.33 | 9.26 | 13 | 9.03 | 25.20 | 8.40 |
| <i>Aloysia gratissima</i> | 360 | 7.94 | 296.30 | 9.68 | 8 | 5.56 | 23.18 | 7.73 |
| <i>Forestiera angustifolia</i> | 106.67 | 2.35 | 76.03 | 2.48 | 6 | 4.17 | 9.00 | 3.00 |
| <i>Prosopis laevigata</i> | 86.67 | 1.91 | 99.07 | 3.24 | 4 | 2.78 | 7.93 | 2.64 |
| <i>Lantana macropoda</i> | 133.33 | 2.94 | 65.40 | 2.14 | 4 | 2.78 | 7.86 | 2.62 |
| <i>Schaefferia cuneifolia</i> | 73.33 | 1.62 | 39.20 | 1.28 | 7 | 4.86 | 7.76 | 2.59 |
| <i>Mimosa monancistra</i> | 33.33 | 0.74 | 37.40 | 1.22 | 5 | 3.47 | 5.43 | 1.81 |
| <i>Malpighia glabra</i> | 160 | 3.53 | 12.63 | 0.41 | 2 | 1.39 | 5.33 | 1.78 |
| <i>Vachellia schaffneri</i> | 40 | 0.88 | 55.27 | 1.81 | 3 | 2.08 | 4.77 | 1.59 |
| <i>Sida acuta</i> | 53.33 | 1.18 | 35.37 | 1.16 | 2 | 1.39 | 3.72 | 1.24 |
| <i>Eysenhardtia texana</i> | 26.67 | 0.59 | 17.43 | 0.57 | 3 | 2.08 | 3.24 | 1.08 |
| <i>Leucophyllum frutescens</i> | 26.67 | 0.59 | 9.97 | 0.33 | 3 | 2.08 | 3.00 | 1.00 |
| <i>Opuntia engelmanni</i> | 20 | 0.44 | 2.27 | 0.07 | 2 | 1.39 | 1.90 | 0.63 |
| <i>Vachellia farnesiana</i> | 6.67 | 0.15 | 1.60 | 0.05 | 1 | 0.69 | 0.89 | 0.30 |
| Total | 4533.33 | 100 | 3060.47 | 100 | 144 | 100 | 300 | 100 |

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 confirmando la superioridad en abundancia de *Randia obcordata* con 993.33 N.ha⁻¹(Figura 1.2).

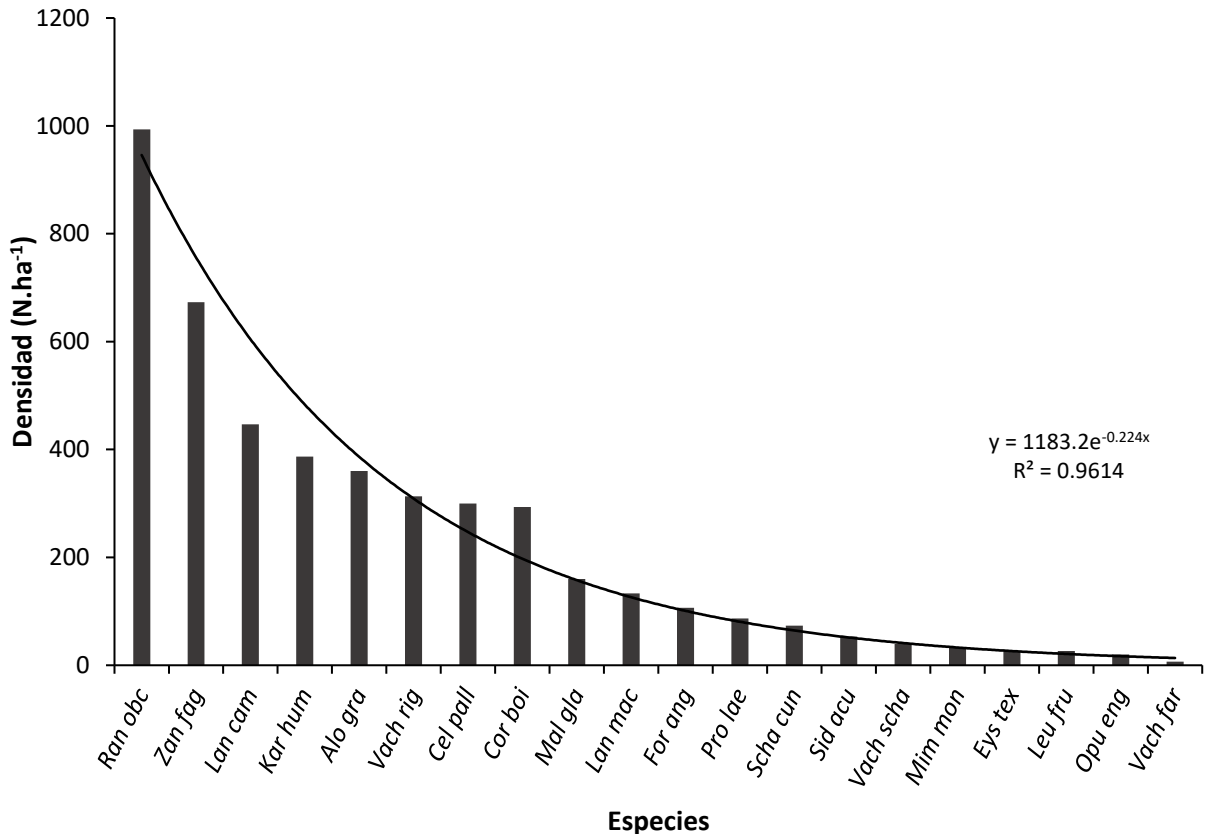


Figura 1.2. Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies del estrato alto y medio en el área de rodillo aireador en época seca.

b) Estrato bajo

Se registraron un total de 14 especies pertenecientes a 13 géneros y 6 familias. Poaceae fue la familia más representativa con 4 de las 14 especies registradas, seguido de las familias Asteraceae, Euphorbiaceae, con 3 especies cada familia, Malvaceae con 2 especies, Fabaceae y Sterculiaceae le corresponden una especie por familia.

Tabla 1.3. Nombre científico, nombre común y familia de las especies del EB registradas en el MET sometido al tratamiento de rodillo aireador en ES.

| Nombre científico | Nombre común | Familia |
|-----------------------------------|---------------------|---------------|
| <i>Abutilon fruticosum</i> | Pelotazo | Malvaceae |
| <i>Ambrosia psilostachya</i> | Cotafiata | Asteraceae |
| <i>Argythamnia humilis</i> | Argythamnia | Euphorbiaceae |
| <i>Bothriochloa pertusa</i> | Zacate carretero | Poaceae |
| <i>Croton capitatus</i> | Hierba del gato | Euphorbiaceae |
| <i>Cynodon dactylon</i> | Zacate Bermuda | Poaceae |
| <i>Desmanthus virgatus</i> | Huizachillo | Fabaceae |
| <i>Euphorbia hirta</i> | Hierba de la paloma | Euphorbiaceae |
| <i>Malvastrum coromandelianum</i> | Escobillo | Malvaceae |
| <i>Melochia tomentosa</i> | Malva del cerro | Sterculiaceae |
| <i>Muhlenbergia porteri</i> | Zacate liendrilla | Poaceae |
| <i>Parthenium confertum</i> | Mariola | Asteraceae |
| <i>Parthenium hysterophorus</i> | Amargoso | Asteraceae |
| <i>Pennisetum ciliare</i> | Zacate buffel | Poaceae |

Para el estrato bajo se obtuvo una abundancia total de 154333.33 N.ha⁻¹. La especie que presentó mayor abundancia fue *Bothriochloa pertusa* con 75000 N.ha⁻¹ representando un 48.70% de la abundancia total. Las dos especies siguientes fueron *Desmanthus virgatus* y *Pennisetum ciliare* con un 20.52% y 12.53% respectivamente. Las 12 especies restantes conforman el 18.25% restante.

La dominancia de las especies se estimó mediante la cobertura de copa. En general la cobertura de copa del total de las especies resultó de 3707.62 m².ha⁻¹. La especie con mayor dominancia es *Bothriochloa pertusa*, con una cobertura de 1612.77 m².ha⁻¹, representando el 43.50% de la cobertura total de la vegetación, seguida por *Desmanthus virgatus* con 30.61% y el 25.89% corresponden a las especies restantes.

Se registró la presencia de *Bothriochloa pertusa* especie presente en los 15 sitios muestreados, con una representatividad de 25% de frecuencia relativa, seguida

de *Desmanthus virgatus* con presencia en 10 de los 15 sitios con una representatividad de 16.67%. Las restantes 13 especies representan el 58.33%.

La especie con mayor peso ecológico, según el índice de valor de importancia es *Bothriochloa pertusa* con 39.03%, seguido por *Desmanthus virgatus* y *Pennisetum ciliare* con 22.60% y 12% respectivamente. Estas tres especies representan el 73.63%. Las especies con menor peso ecológico son, *Euphorbia hirta* y *Argythamnia humilis* con 0.75% y 0.65% respectivamente.

Tabla 1.4. Abundancia (N.ha⁻¹), dominancia (m².ha⁻¹), frecuencia e IVI de las especies del estrato bajo registradas en el MET sometido a tratamiento de rodillo aireador en ES.

| Nombre científico | Abundancia | | Dominancia | | Frecuencia | | Valores de importancia | |
|-----------------------------------|---------------------|------------|-----------------------------------|------------|------------|------------|------------------------|------------|
| | N. ha ⁻¹ | % | m ² . ha ⁻¹ | % | N. Sitio | % | IVI | IVI (%) |
| <i>Bothriochloa pertusa</i> | 75000.00 | 48.60 | 1612.77 | 43.50 | 15 | 25.00 | 117.09 | 39.03 |
| <i>Desmanthus virgatus</i> | 31666.67 | 20.52 | 1135.04 | 30.61 | 10 | 16.67 | 67.80 | 22.60 |
| <i>Pennisetum ciliar</i> | 19333.33 | 12.53 | 376.13 | 10.14 | 8 | 13.33 | 36.01 | 12.00 |
| <i>Croton capitatus</i> | 6333.33 | 4.10 | 97.61 | 2.63 | 7 | 11.67 | 18.40 | 6.13 |
| <i>Parthenium confertum</i> | 6000.00 | 3.89 | 35.81 | 0.97 | 4 | 6.67 | 11.52 | 3.84 |
| <i>Cynodon dactylon</i> | 1333.33 | 0.86 | 226.78 | 6.12 | 2 | 3.33 | 10.31 | 3.44 |
| <i>Malvastrum coromandelianum</i> | 4000.00 | 2.59 | 27.16 | 0.73 | 3 | 5.00 | 8.32 | 2.77 |
| <i>Parthenium hysterophorus</i> | 5333.33 | 3.46 | 46.06 | 1.24 | 2 | 3.33 | 8.03 | 2.68 |
| <i>Muhlenbergia porteri</i> | 1666.67 | 1.08 | 42.56 | 1.15 | 3 | 5.00 | 7.23 | 2.41 |
| <i>Melochia tomentosa</i> | 666.67 | 0.43 | 26.55 | 0.72 | 2 | 3.33 | 4.48 | 1.49 |
| <i>Abutilon fruticosum</i> | 666.67 | 0.43 | 54.78 | 1.48 | 1 | 1.67 | 3.58 | 1.19 |
| <i>Ambrosia psilostachya</i> | 1666.67 | 1.08 | 10.50 | 0.28 | 1 | 1.67 | 3.03 | 1.01 |
| <i>Euphorbia hirta</i> | 333.33 | 0.22 | 13.25 | 0.36 | 1 | 1.67 | 2.24 | 0.75 |
| <i>Argythamnia humilis</i> | 333.33 | 0.22 | 2.62 | 0.07 | 1 | 1.67 | 1.95 | 0.65 |
| Total | 154333 | 100 | 3707.62 | 100 | 60 | 100 | 300 | 100 |

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. Este modelo supone que las especies difieren en su dominancia competitiva, de tal modo que la especie más

dominante ocupa una fracción grande de espacio mientras que las especies restantes deben distribuirse en el espacio restante. La especie con mayor abundancia resulto ser *Bothriochloa pertusa* con 75000 N.ha⁻¹ (Figura 1.3).

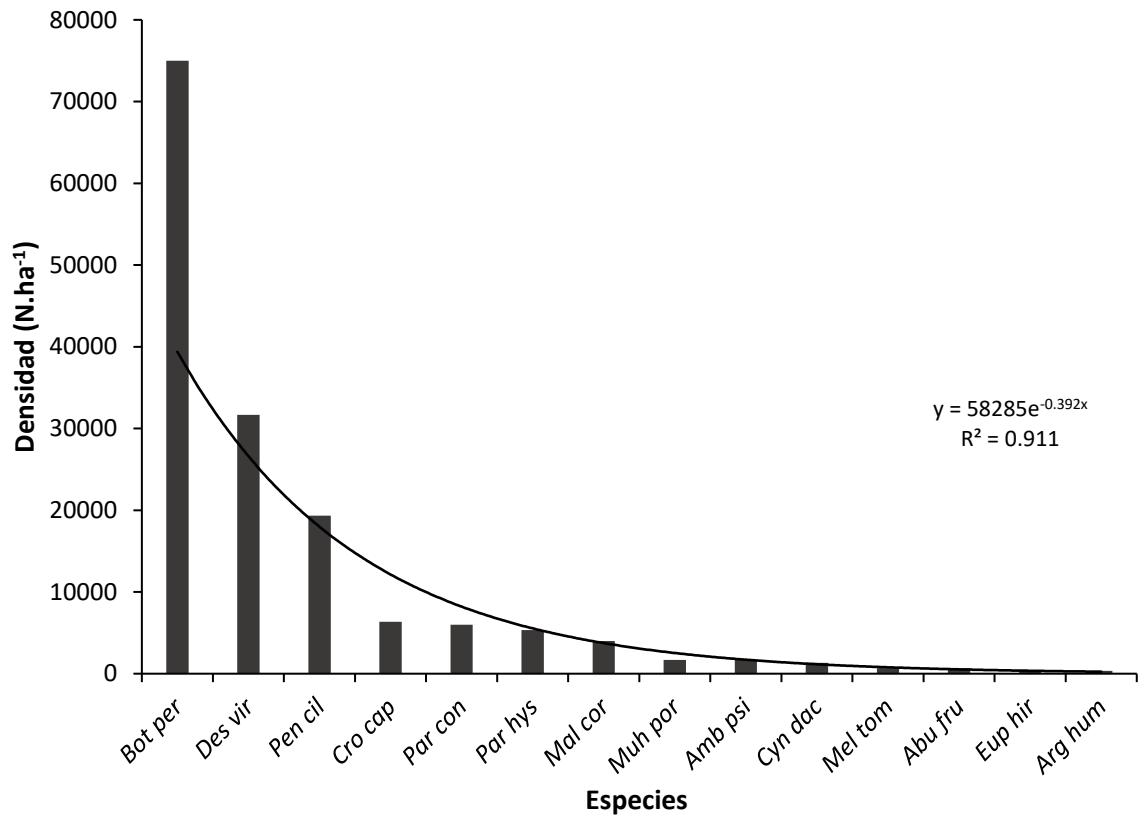


Figura 1.3. Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies del estrato bajo en el área de rodillo aireador en época seca.

2) Época húmeda

a) Estrato medio-alto

Se registraron un total de 21 especies pertenecientes a 18 géneros y 13 familias. Fabaceae fue la familia más representativa con 6 de las 21 especies registradas, seguido de la familia Verbenaceae con 4 especies y del restante de las familias corresponden a una especie por familia.

Tabla 1.5. Nombre científico, nombre común y familia de las especies del estrato medio y alto registradas en el MET sometido al tratamiento de rodillo aireador en EH.

| Nombre científico | Nombre común | Familia |
|-----------------------------------|-----------------|------------------|
| <i>Aloysia gratissima</i> | Cedrón de Monte | Verbenaceae |
| <i>Barkleyanthus salicifolius</i> | Jara de monte | Asteraceae |
| <i>Celtis pallida</i> | Granjeno | Cannabaceae |
| <i>Cordia boissieri</i> | Anacahuita | Boraginaceae |
| <i>Diphysa microphylla</i> | Retamilla | Fabaceae |
| <i>Forestiera angustifolia</i> | Panelero | Oleaceae |
| <i>Jatropha dioica</i> | Sangre de Drago | Euphorbiaceae |
| <i>Karwinskia humboldtiana</i> | Coyotillo | Rhamnaceae |
| <i>Lantana macropoda</i> | Lantana | Verbenaceae |
| <i>Lantana urticoides</i> | Peonía | Verbenaceae |
| <i>Leucophyllum frutescens</i> | Cenizo | Scrophulariaceae |
| <i>Lippia graveolens</i> | Oreganillo | Verbenaceae |
| <i>Mimosa monancistra</i> | Charrasquillo | Fabaceae |
| <i>Opuntia engelmannii</i> | Nopal cuijo | Cactaceae |
| <i>Prosopis laevigata</i> | Mezquite | Fabaceae |
| <i>Randia obcordata</i> | Cruceto | Rubiaceae |
| <i>Schaefferia cuneifolia</i> | Capul | Celastraceae |
| <i>Vachellia farnesiana</i> | Huizache | Fabaceae |
| <i>Vachellia rigidula</i> | Gavia | Fabaceae |
| <i>Vachellia schaffneri</i> | Huizache chino | Fabaceae |
| <i>Zanthoxylum fagara</i> | Colima | Rutaceae |

Se obtuvo una abundancia total de 5166.67 N.ha⁻¹. La especie que presentó mayor abundancia fue *Lantana urticoides* con 906.67 N.ha⁻¹ representando un 17.55% de la abundancia total. Las dos especies siguientes fueron *Lantana macropoda* y *Zanthoxylum fagara* con un 13.16% y 11.87% respectivamente. Las 18 especies restantes conforman el 57.42% restante.

La dominancia de las especies se estimó mediante la cobertura de copa. En general la cobertura de copa del total de las especies resultó de 2169.84 m² ha⁻¹. La especie con mayor dominancia es *Vachellia rigidula*, con una cobertura de 380.04 m² ha⁻¹, representando el 17.51% de la cobertura total de la vegetación,

las dos especies siguientes con mayor dominancia es *Celtis pallida* y *Cordia boissieri* con 14.60% y 10.15% respectivamente y el 57.74% corresponde a las especies restantes.

Se registro la especie *Karwinskia humboldtiana* presente en los 15 sitios muestreados, se obtuvo la presencia de 6 especies presentes en 13 de los 15 sitios, las cuales fueron *Celtis pallida*, *Cordia boissieri*, *Lantana macropoda*, *Randia obcordata*, *Vachellia rigidula* y *Zanthoxylum fagara*, y con una representatividad de 49.32% de frecuencia relativa, siguiendo con la especie *Lantana urticoides* con presencia en 12 de los 15 sitios con una representatividad de 7.60%. Las 13 especies restantes representan el 43.08%.

La especie con mayor peso ecológico, según el índice de valor de importancia es *Lantana urticoides* con 12%, seguido por *Vachellia rigidula* y *Zanthoxylum fagara* con 11.33% y 9.56% respectivamente. Estas tres especies representan el 32.89%. Las especies con menor peso ecológico son, *Schaefferia cuneifolia*, *Vachellia schaffneri* y *Opuntia engelmannii* con 0.52%, 0.29% y 0.26% respectivamente.

Tabla 1.6. Abundancia (N.ha⁻¹), dominancia (m².ha⁻¹), frecuencia e IVI de las especies del estrato medio-alto registradas en el MET sometido a tratamiento de rodillo aireador en EH.

| Nombre científico | Abundancia | | Dominancia | | Frecuencia | | Valores de importancia | |
|-----------------------------------|--------------------|------------|---------------------------------|------------|------------|------------|------------------------|------------|
| | N ha ⁻¹ | % | m ² ha ⁻¹ | % | N.Sitio | % | IVI | IVI(%) |
| <i>Lantana urticoides</i> | 906.67 | 17.55 | 235.54 | 10.86 | 12 | 7.59 | 36.00 | 12.00 |
| <i>Vachellia rigidula</i> | 426.67 | 8.26 | 380.04 | 17.51 | 13 | 8.23 | 34.00 | 11.33 |
| <i>Zanthoxylum fagara</i> | 613.33 | 11.87 | 186.12 | 8.58 | 13 | 8.23 | 28.68 | 9.56 |
| <i>Lantana macropoda</i> | 680.00 | 13.16 | 129.77 | 5.98 | 13 | 8.23 | 27.37 | 9.12 |
| <i>Celtis pallida</i> | 186.67 | 3.61 | 316.90 | 14.60 | 13 | 8.23 | 26.45 | 8.82 |
| <i>Karwinskia humboldtiana</i> | 373.33 | 7.23 | 158.87 | 7.32 | 15 | 9.49 | 24.04 | 8.01 |
| <i>Randia obcordata</i> | 546.67 | 10.58 | 87.72 | 4.04 | 13 | 8.23 | 22.85 | 7.62 |
| <i>Cordia boissieri</i> | 153.33 | 2.97 | 220.26 | 10.15 | 13 | 8.23 | 21.35 | 7.12 |
| <i>Aloysia gratissima</i> | 240.00 | 4.65 | 53.13 | 2.45 | 11 | 6.96 | 14.06 | 4.69 |
| <i>Leucophyllum frutescens</i> | 253.33 | 4.90 | 79.53 | 3.67 | 5 | 3.16 | 11.73 | 3.91 |
| <i>Prosopis laevigata</i> | 86.67 | 1.68 | 108.96 | 5.02 | 6 | 3.80 | 10.50 | 3.50 |
| <i>Barkleyanthus salicifolius</i> | 266.67 | 5.16 | 47.00 | 2.17 | 4 | 2.53 | 9.86 | 3.29 |
| <i>Mimosa monanctris</i> | 113.33 | 2.19 | 75.62 | 3.49 | 6 | 3.80 | 9.48 | 3.16 |
| <i>Forestiera angustifolia</i> | 106.67 | 2.06 | 27.39 | 1.26 | 5 | 3.16 | 6.49 | 2.16 |
| <i>Vachellia farnesiana</i> | 60.00 | 1.16 | 33.70 | 1.55 | 5 | 3.16 | 5.88 | 1.96 |
| <i>Lippia graveolens</i> | 80.00 | 1.55 | 0.78 | 0.04 | 2 | 1.27 | 2.85 | 0.95 |
| <i>Jatropha dioica</i> | 33.33 | 0.65 | 4.23 | 0.20 | 3 | 1.90 | 2.74 | 0.91 |
| <i>Diphysa microphylla</i> | 13.33 | 0.26 | 20.36 | 0.94 | 2 | 1.27 | 2.46 | 0.82 |
| <i>Schaefferia cuneifolia</i> | 13.33 | 0.26 | 0.99 | 0.05 | 2 | 1.27 | 1.57 | 0.52 |
| <i>Vachellia schaffneri</i> | 6.67 | 0.13 | 2.60 | 0.12 | 1 | 0.63 | 0.88 | 0.29 |
| <i>Opuntia engelmanni</i> | 6.67 | 0.13 | 0.30 | 0.01 | 1 | 0.63 | 0.78 | 0.26 |
| Total | 5166.67 | 100 | 2169.84 | 100 | 158 | 100 | 300 | 100 |

Según el rango-abundancia, las especies estudiadas presentan una distribución de tipo logarítmica en la cual se puede observar que se presenta un menor número de especies abundantes y un mayor número especies poco abundantes. Por esta razón se determina que la curva sea como una jota invertida confirmando la superioridad en abundancia de *Lantana urticoides* con 906.67 N.ha⁻¹ (Figura 1.4).

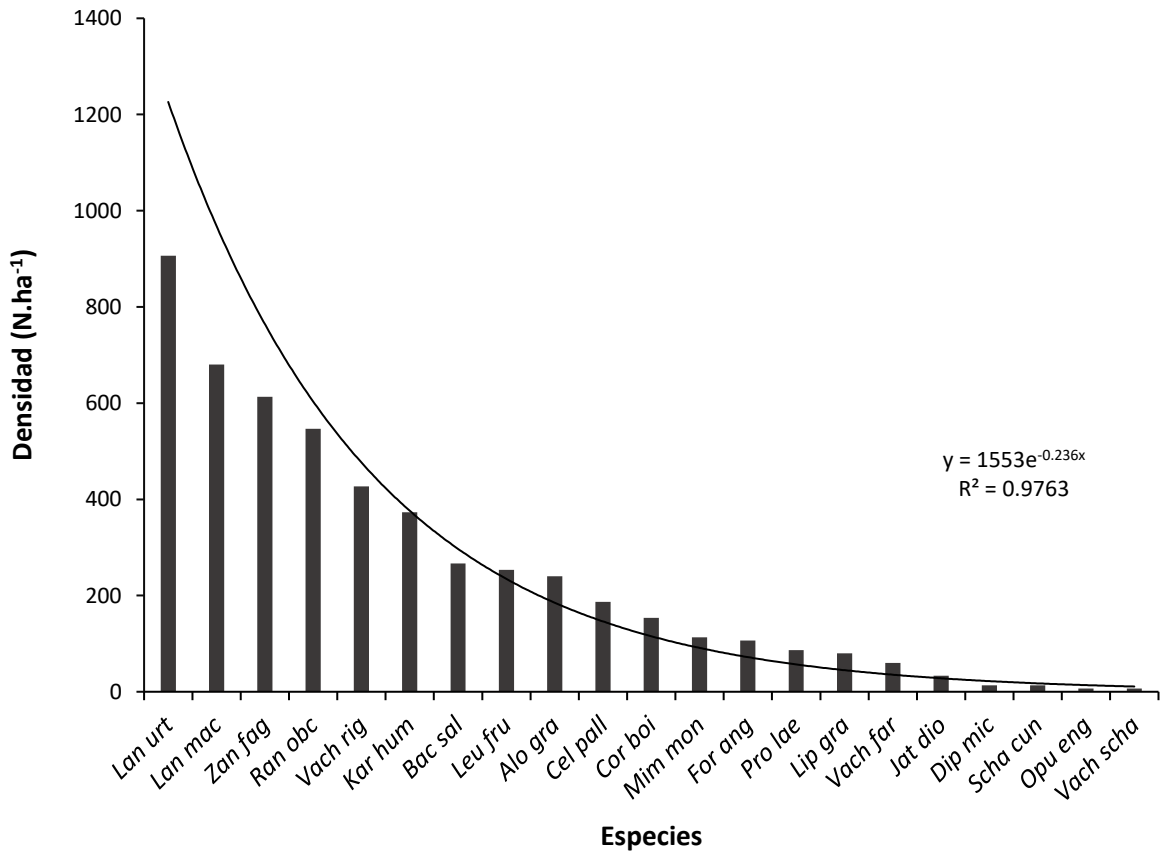


Figura 1.4. Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies del estrato alto-medio en el área de rodillo aireador en época húmeda.

b) Estrato bajo

Se registraron un total de 18 especies pertenecientes a 15 géneros y 9 familias. Poaceae y Euphorbiaceae fueron las familias más representativas agrupando a 10 de las 18 especies registradas, seguidas de la familia Malvaceae con 2 especies; Fabaceae, Asteraceae, Bixaceae, Convolvulaceae, Sterculiaceae y Portulacaceae le agrupan una especie por familia.

Tabla 1.7. Nombre científico, nombre común y familia de las especies del estrato bajo registradas en el MET sometido al tratamiento de rodillo aireador en EH.

| Nombre científico | Nombre común | Familia |
|-----------------------------------|---------------------------------|----------------|
| <i>Abutilon fruticosum</i> | Pelotazo | Malvaceae |
| <i>Ambrosia psilostachya</i> | Cotafiata | Asteraceae |
| <i>Amoreuxia wrightii</i> | Botón de oro | Bixaceae |
| <i>Bothriochloa pertusa</i> | Zacate carretero | Poaceae |
| <i>Croton capitatus</i> | Hierba del gato | Euphorbiaceae |
| <i>Croton humilis</i> | Palillo | Euphorbiaceae |
| <i>Croton inacus</i> | Salvia | Euphorbiaceae |
| <i>Cynodon dactylon</i> | Zacate Bermuda | Poaceae |
| <i>Desmanthus virgatus</i> | Huizachillo | Fabaceae |
| <i>Euphorbia prostrata</i> | Hierba de la golondrina | Euphorbiaceae |
| <i>Euphorbia stictospora</i> | Hierba de la golondrina velluda | Euphorbiaceae |
| <i>Evolvulus alsinoides</i> | Ojitos azules | Convolvulaceae |
| <i>Malvastrum coromandelianum</i> | Escobillo | Malvaceae |
| <i>Melochia tomentosa</i> | Malva del cerro | Sterculiaceae |
| <i>Muhlenbergia porteri</i> | Zacate liendrilla | Poaceae |
| <i>Pennisetum ciliare</i> | Zacate buffel | Poaceae |
| <i>Portulaca pilosa</i> | Portulaca | Portulacaceae |
| <i>Setaria leucophylla</i> | Zacate temprano | Poaceae |

Para el estrato bajo se obtuvo una abundancia total de 23,466.67 N.ha⁻¹. La especie que presentó mayor abundancia fue *Desmanthus virgatus* con 6600 N.ha⁻¹ representando un 28.13% de la abundancia total, seguida de *Cynodon dactylon* y *Seteria leucophylla* con un 24.43% y 8.38% respectivamente. Las 15 especies restantes conforman el 39.06% restante.

La dominancia de las especies se estimó mediante la cobertura de copa. En general la cobertura de copa del total de las especies resulto de 9483.74 m².ha⁻¹. La especie con mayor dominancia fue *Cynodon dactylon*, con una cobertura de 3014.18 m².ha⁻¹, representando el 31.78% de la cobertura total de la vegetación, seguida por *Croton inacus* con 10.93% y el 57.29% restante lo conforman las otras 16 especies.

Asimismo, *Cynodon dactylon* se encuentra presente en 14 de los 15 sitios muestreados, con una representatividad del 13.46% de frecuencia relativa, *Desmanthus virgatus* y *Seteria leucophylla* se encuentran presentes en 11 de los 15 sitios, con una frecuencia relativa de 10.58% cada una y las 15 especies restantes representan el 65.38% restante.

De acuerdo al índice de valor de importancia el mayor peso ecológico lo registró *Cynodon dactylon* con 23.23%, seguido por *Desmanthus virgatus* y *Seteria leucophylla* con 15.97% y 8.45% respectivamente, en conjunto representan el 47.65%. Las especies con menor peso ecológico son, *Euphorbia prostrata*, *Portulaca pilosa* y *Ambrosia psilostachya* con 0.39%, 0.38% y 0.37% respectivamente. Las 12 especies restantes representan el 51.21%.

Tabla 1.8. Abundancia (N.ha⁻¹), dominancia (m².ha⁻¹), frecuencia e IVI de las especies del EB registradas en el MET sometido a tratamiento de rodillo aireador en EH.

| Nombre científico | Abundancia | | Dominancia | | Frecuencia | | Valores de importancia | |
|-----------------------------------|--------------------|------------|----------------------------------|------------|------------|------------|------------------------|------------|
| | N.ha ⁻¹ | % | m ² .ha ⁻¹ | % | N. Sitio | % | IVI | IVI (%) |
| <i>Cynodon dactylon</i> | 5733.33 | 24.43 | 3014.18 | 31.78 | 14 | 13.46 | 69.68 | 23.23 |
| <i>Desmanthus virgatus</i> | 6600.00 | 28.13 | 873.76 | 9.21 | 11 | 10.58 | 47.92 | 15.97 |
| <i>Seteria leucophylla</i> | 1966.67 | 8.38 | 605.12 | 6.38 | 11 | 10.58 | 25.34 | 8.45 |
| <i>Croton inacus</i> | 1100.00 | 4.69 | 1036.79 | 10.93 | 8 | 7.69 | 23.31 | 7.77 |
| <i>Muhlenbergia porteri</i> | 666.67 | 2.84 | 943.04 | 9.94 | 7 | 6.73 | 19.52 | 6.51 |
| <i>Croton capitatus</i> | 1733.33 | 7.39 | 383.14 | 4.04 | 7 | 6.73 | 18.16 | 6.05 |
| <i>Abutilon fruticosum</i> | 1600.00 | 6.82 | 133.34 | 1.41 | 10 | 9.62 | 17.84 | 5.95 |
| <i>Melochia tomentosa</i> | 600.00 | 2.56 | 679.62 | 7.17 | 6 | 5.77 | 15.49 | 5.16 |
| <i>Bothriochloa pertusa</i> | 533.33 | 2.27 | 814.98 | 8.59 | 3 | 2.88 | 13.75 | 4.58 |
| <i>Euphorbia stictospora</i> | 466.67 | 1.99 | 438.50 | 4.62 | 7 | 6.73 | 13.34 | 4.45 |
| <i>Pennisetum ciliare</i> | 1033.33 | 4.40 | 331.36 | 3.49 | 4 | 3.85 | 11.74 | 3.91 |
| <i>Malvastrum coromandelianum</i> | 933.33 | 3.98 | 42.05 | 0.44 | 5 | 4.81 | 9.23 | 3.08 |
| <i>Croton humilis</i> | 166.67 | 0.71 | 123.00 | 1.30 | 3 | 2.88 | 4.89 | 1.63 |
| <i>Amoreuxia wrightii</i> | 133.33 | 0.57 | 7.63 | 0.08 | 3 | 2.88 | 3.53 | 1.18 |
| <i>Evolvulus alsinoides</i> | 100.00 | 0.43 | 45.95 | 0.48 | 2 | 1.92 | 2.83 | 0.94 |
| <i>Euphorbia prostrata</i> | 33.33 | 0.14 | 5.50 | 0.06 | 1 | 0.96 | 1.16 | 0.39 |
| <i>Portulaca pilosa</i> | 33.33 | 0.14 | 4.09 | 0.04 | 1 | 0.96 | 1.15 | 0.38 |
| <i>Ambrosia psilostachya</i> | 33.33 | 0.14 | 1.68 | 0.02 | 1 | 0.96 | 1.12 | 0.37 |
| Total | 23466.67 | 100 | 9483.74 | 100 | 104 | 100 | 300 | 100 |

Según el rango-abundancia, en este estudio corresponden al modelo paramétrico de series logarítmicas en la cual se puede observar que existe un pequeño número de especies abundantes y un número mayor de especies poco abundantes de esta manera se obtiene que la curva sea como una jota invertida (Figura 1.5).

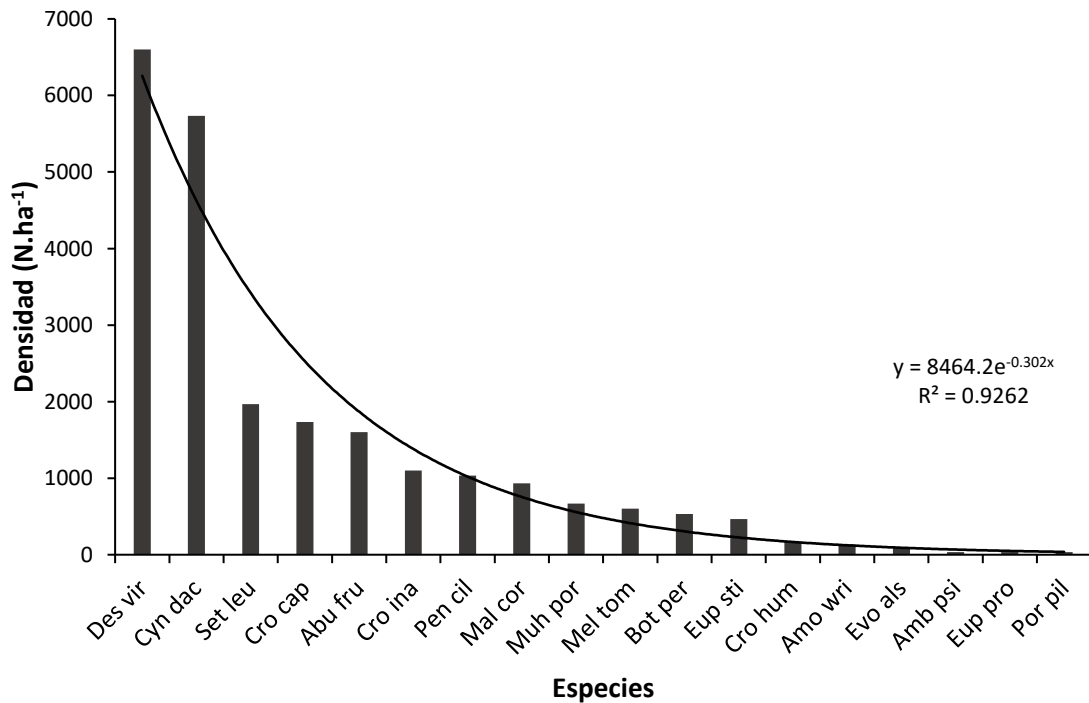


Figura 1.5. Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies del estrato bajo en el área de rodillo aireador en época húmeda.

Análisis estadístico

1) Estrato medio-alto

Los resultados de la prueba no paramétrica de U Mann-Whitney indican que para las variables estructurales de altura ($Z = -0.779$, $p = 0.436$) y cobertura ($Z = -1.631$, $p = 0.103$) no existen diferencias estadísticas significativas, sin embargo, para la variable de diámetro ($Z = -9.088$, $p = 1.0125E-19$) si existe diferencias estadísticas significativas (Tabla 1.9).

Tabla 1.9. Resultados de la prueba de U Mann-Whitney para el estrato alto y medio en las épocas seca y húmeda en el área sometida a rodillo aireador.

| | Altura (<i>h</i>) | Diámetro (<i>d</i> _{0.10}) | Cobertura (m) |
|------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------|
| U de Mann-Whitney | 257268.500 | 192825.500 | 250461.000 |
| W de Wilcoxon | 488808.500 | 493525.500 | 551161.000 |
| Z | -.779 | -9.088 | -1.631 |
| Sig. Asintótica (bilateral) | .436 | 1.0125E-19 | .103 |

Las características básicas de los datos en términos cuantitativos muestran de forma general que se tuvo un aumento en la cantidad de individuos, sin embargo, se presentó un decremento entre épocas de seca a húmeda para las medias en la variable de altura ($\mu= 0.6745$ y $\mu=0.6473$), diámetro ($\mu= 0.011861$ y $\mu=0.009929$ y cobertura ($\mu= 0.675103$ y $\mu=0.605781$) (Tabla 1.10).

Tabla 1.10. Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney para el estrato alto y medio en las épocas seca y húmeda en el área de tratamiento de rodillo aireador.

| Variable | Época | N | V. Mín. | V. Máx. | μ | σ | Sig. |
|--|--------|-----|---------|---------|---------|----------|------------|
| Altura (<i>h</i>) | Seca | 680 | .0500 | 3.09 | .6745 | .470 | .436 |
| | Húmeda | 775 | .08 | 2.83 | .6473 | .38011 | |
| Diámetro (<i>d</i> _{0.10}) | Seca | 680 | .0000 | .100 | .011861 | .00752 | 1.0125E-19 |
| | Húmeda | 775 | .0000 | .116 | .009929 | .00880 | |
| Cobertura (m) | Seca | 680 | .03 | 2.56 | .675103 | .50006 | .103 |
| | Húmeda | 775 | .04 | 2.79 | .605781 | .40983 | |

2) Estrato bajo

Los resultados en la prueba de U Mann-Whitney indican que en la variable de cobertura no existe diferencia estadística significativa ($Z=-0.019$, $p=0.985$) sin embargo para la variable de altura ($Z= -5.406$, $p=6.4443E-8$ si existe diferencia estadística significativa (Tabla 1.11).

Tabla 1. 11. Resultados de la prueba de U Mann-Whitney para las variables estructurales en el estrato bajo en las épocas seca y húmeda para el área sometida a rodillo aireador.

| | Altura (h) | Cobertura (m) |
|------------------------------------|-------------------|----------------------|
| U de Mann-Whitney | 132553.500 | 162867.000 |
| W de Wilcoxon | 239969.500 | 270283.000 |
| Z | -5.406 | -.019 |
| Sig. Asintótica (bilateral) | 6.4443E-8 | .985 |

Para los valores cuantitativos obtenidos en el estudio para el estrato bajo se tiene que se presentó un pequeño incremento para las medias de las variables de altura ($\mu=0.1603$ y $\mu=0.2084$) y cobertura ($\mu=0.15540$ y $\mu=0.1795$) teniendo los valores más altos en la época húmeda (Tabla 1.12).

Tabla 1.12. Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney en el estrato bajo para las épocas seca y húmeda en el área sometida a rodillo aireador.

| Variable | Época | N | V. Mín. | V. Máx. | μ | σ | Sig. |
|----------------------|--------------|----------|----------------|----------------|-------------------------|----------------------------|-------------|
| Altura (h) | Seca | 463 | .0300 | .9000 | .1603 | .09689 | 6.4443E-8 |
| | Húmeda | 704 | .0200 | 1.0300 | .2084 | .14481 | |
| Cobertura (m) | Seca | 463 | .0350 | .6500 | .15540 | .080324 | .985 |
| | Húmeda | 704 | .0200 | .9500 | .1795 | .13878 | |

- **Área sometida a incendio**

Variables estructurales

1) Época seca

a) Estrato medio-alto

En el área sometida a incendio, muestreada en época seca para el estrato medio y alto se obtuvieron la presencia de 25 especies correspondientes a 22 géneros y 16 familias, de las cuales la familia más representativa fue Fabaceae con 6 especies, Asparagaceae agrupando a 3 de las 25 especies, Cactaceae y

Verbenaceae concentrando 2 especies y las 12 familias restantes agrupan a una sola especie.

Tabla 1.13. Nombre científico, nombre común y familia de las especies del estrato medio y alto registradas en el MET sometido a incendio en ES.

| Nombre científico | Nombre común | Familia |
|-----------------------------------|--------------------|------------------|
| <i>Agave lechuguilla</i> | Maguey lechuguilla | Asparagaceae |
| <i>Agave salmiana</i> | Maguey pulquero | Asparagaceae |
| <i>Aloysia gratissima</i> | Cedrón de Monte | Verbenaceae |
| <i>Barkleyanthus salicifolius</i> | Jara de monte | Asteraceae |
| <i>Capsicum annum</i> | Chile piquín | Solanaceae |
| <i>Celtis pallida</i> | Granjeno | Cannabaceae |
| <i>Cordia boissieri</i> | Anacahuita | Boraginaceae |
| <i>Cylindropuntia leptocaulis</i> | Tasajillo | Cactaceae |
| <i>Forestiera angustifolia</i> | Panelero | Oleaceae |
| <i>Jatropha dioica</i> | Sangre de Drago | Euphorbiaceae |
| <i>Karwinskia humboldtiana</i> | Coyotillo | Rhamnaceae |
| <i>Lantana macropoda</i> | Lantana | Verbenaceae |
| <i>Leucophyllum frutescens</i> | Cenizo | Scrophulariaceae |
| <i>Malpighia glabra</i> | Manzanita | Malpighiaceae |
| <i>Mimosa monancistra</i> | Charrasquillo | Fabaceae |
| <i>Opuntia engelmannii</i> | Nopal cuijo | Cactaceae |
| <i>Prosopis laevigata</i> | Mezquite | Fabaceae |
| <i>Randia obcordata</i> | Cruceto | Rubiaceae |
| <i>Schaefferia cuneifolia</i> | Capul | Celastraceae |
| <i>Senegalia wrightii</i> | Uña de gato | Fabaceae |
| <i>Vachellia farnesiana</i> | Huizache | Fabaceae |
| <i>Vachellia rigidula</i> | Gavia | Fabaceae |
| <i>Vachellia schaffneri</i> | Huizache chino | Fabaceae |
| <i>Yuca filifera</i> | Palma pita | Asparagaceae |
| <i>Zanthoxylum fagara</i> | Colima | Rutaceae |

Para el parámetro de abundancia se obtuvo un total de 3866.67 N.ha⁻¹. La especie que presentó mayor abundancia fue *Jatropha dioica* con 1846.67 N.ha⁻¹ representando un 47.76% del valor total. Las dos especies siguientes con valores de mayor abundancia fueron *Celtis pallida* y *Zanthoxylum fagara* con un 7.41% y

6.55% respectivamente. Las 22 especies restantes conforman el 38.28% restante.

La dominancia de las especies se estimó mediante la cobertura de copa. En general la cobertura de copa del total de las especies resulto de 4306.15 m² ha⁻¹. La especie con mayor dominancia es *Celtis pallida*, con una cobertura de 845.85 m² ha⁻¹, representando el 19.64% de la cobertura total de la vegetación, las dos especies siguientes con mayor dominancia fueron *Vachellia rigidula* y *Cordia boissieri* con 8.56% y 8.35% respectivamente, el resto de las especies contribuyen con un porcentaje del 63.45%.

La especie con mayor presencia en 14 de los 15 sitios muestreados fue *Celtis pallida* con una representatividad del 11.48%, *Karwinskia humboldtiana* se registró en 12 de los 15 sitios con un 9.84%, *Zanthoxylum fagara* en 11 sitios con un 9.02%, y *Cordia boissieri* con un 8.20% en 10 sitios. Las 21 especies restantes representan el 61.46%.

La especie con mayor peso ecológico, según el índice de valor de importancia es *Jatropha dioica* con 16.21%, seguido por *Celtis pallida* y *Zanthoxylum fagara* con 12.84% y 7.90% respectivamente, estas 3 especies representan el 36.95%. las especies con menor peso ecológico fueron *Malpighia glabra*, *Yuca filifera* y *Barkleyanthus salicifolius* con un índice del 0.35%, 0.34% y 0.33% respectivamente. Las 19 especies restantes representan el 62.03%.

Tabla 1.14. Abundancia (N.ha⁻¹), dominancia (m².ha⁻¹), frecuencia e IVI de las especies del estrato medio y alto registradas en el MET sometido a incendio en ES.

| Nombre científico | Abundancia | | Dominancia | | Frecuencia | | Valores de importancia | |
|-----------------------------------|--------------------|------------|----------------------------------|------------|------------|------------|------------------------|------------|
| | N.ha ⁻¹ | % | m ² .ha ⁻¹ | % | N.Sitio | % | IVI | IVI(%) |
| <i>Jatropha dioica</i> | 1846.67 | 47.76 | 2.18 | 0.05 | 1 | 0.82 | 48.63 | 16.21 |
| <i>Celtis pallida</i> | 286.67 | 7.41 | 845.85 | 19.64 | 14 | 11.48 | 38.53 | 12.84 |
| <i>Zanthoxylum fagara</i> | 253.33 | 6.55 | 350.04 | 8.13 | 11 | 9.02 | 23.70 | 7.90 |
| <i>Mimosa monancistra</i> | 200.00 | 5.17 | 357.12 | 8.29 | 9 | 7.38 | 20.84 | 6.95 |
| <i>Cordia boissieri</i> | 113.33 | 2.93 | 359.71 | 8.35 | 10 | 8.20 | 19.48 | 6.49 |
| <i>Karwinskia humboldtiana</i> | 160.00 | 4.14 | 226.16 | 5.25 | 12 | 9.84 | 19.23 | 6.41 |
| <i>Cylindropuntia leptocaulis</i> | 260.00 | 6.72 | 193.65 | 4.50 | 9 | 7.38 | 18.60 | 6.20 |
| <i>Vachellia rigidula</i> | 120.00 | 3.10 | 368.58 | 8.56 | 6 | 4.92 | 16.58 | 5.53 |
| <i>Randia obcordata</i> | 126.67 | 3.28 | 279.49 | 6.49 | 8 | 6.56 | 16.32 | 5.44 |
| <i>Prosopis laevigata</i> | 66.67 | 1.72 | 310.50 | 7.21 | 7 | 5.74 | 14.67 | 4.89 |
| <i>Forestiera angustifolia</i> | 53.33 | 1.38 | 256.35 | 5.95 | 6 | 4.92 | 12.25 | 4.08 |
| <i>Vachellia schaffneri</i> | 33.33 | 0.86 | 249.82 | 5.80 | 5 | 4.10 | 10.76 | 3.59 |
| <i>Vachellia farnesiana</i> | 33.33 | 0.86 | 262.27 | 6.09 | 3 | 2.46 | 9.41 | 3.14 |
| <i>Aloysia gratissima</i> | 60.00 | 1.55 | 94.69 | 2.20 | 2 | 1.64 | 5.39 | 1.80 |
| <i>Lantana macropoda</i> | 46.67 | 1.21 | 7.05 | 0.16 | 4 | 3.28 | 4.65 | 1.55 |
| <i>Leucophyllum frutescens</i> | 26.67 | 0.69 | 26.06 | 0.61 | 4 | 3.28 | 4.57 | 1.52 |
| <i>Schaefferia cuneifolia</i> | 40.00 | 1.03 | 8.18 | 0.19 | 3 | 2.46 | 3.68 | 1.23 |
| <i>Agave lechuguilla</i> | 73.33 | 1.90 | 5.42 | 0.13 | 1 | 0.82 | 2.84 | 0.95 |
| <i>Agave salmiana</i> | 20.00 | 0.52 | 40.66 | 0.94 | 1 | 0.82 | 2.28 | 0.76 |
| <i>Opuntia engelmanni</i> | 13.33 | 0.34 | 34.00 | 0.79 | 1 | 0.82 | 1.95 | 0.65 |
| <i>Senegalia wrightii</i> | 6.67 | 0.17 | 17.92 | 0.42 | 1 | 0.82 | 1.41 | 0.47 |
| <i>Capsicum annum</i> | 6.67 | 0.17 | 6.34 | 0.15 | 1 | 0.82 | 1.14 | 0.38 |
| <i>Malpighia glabra</i> | 6.67 | 0.17 | 2.95 | 0.07 | 1 | 0.82 | 1.06 | 0.35 |
| <i>Yuca filifera</i> | 6.67 | 0.17 | 1.06 | 0.02 | 1 | 0.82 | 1.02 | 0.34 |
| <i>Barkleyanthus salicifolius</i> | 6.67 | 0.17 | 0.10 | 0.00 | 1 | 0.82 | 0.99 | 0.33 |
| Total | 3866.67 | 100 | 4306.15 | 100 | 122 | 100 | 300 | 100 |

Según el rango-abundancia de las especies en estudio presentan una distribución de tipo geométrico lo cual nos dice que la comunidad se encuentra compuesta por la presencia de pocas especies muy abundantes y en su mayoría se tiene especies poco abundantes. El modelo supone que la especie dominante ocupa la fracción más grande del nicho y las especies restantes deben de

distribuirse en el espacio restante, en este estudio la especie con mayor abundancia resulto ser *Jatropha dioica* con 1846.67 N.ha⁻¹ (Figura 1.6).

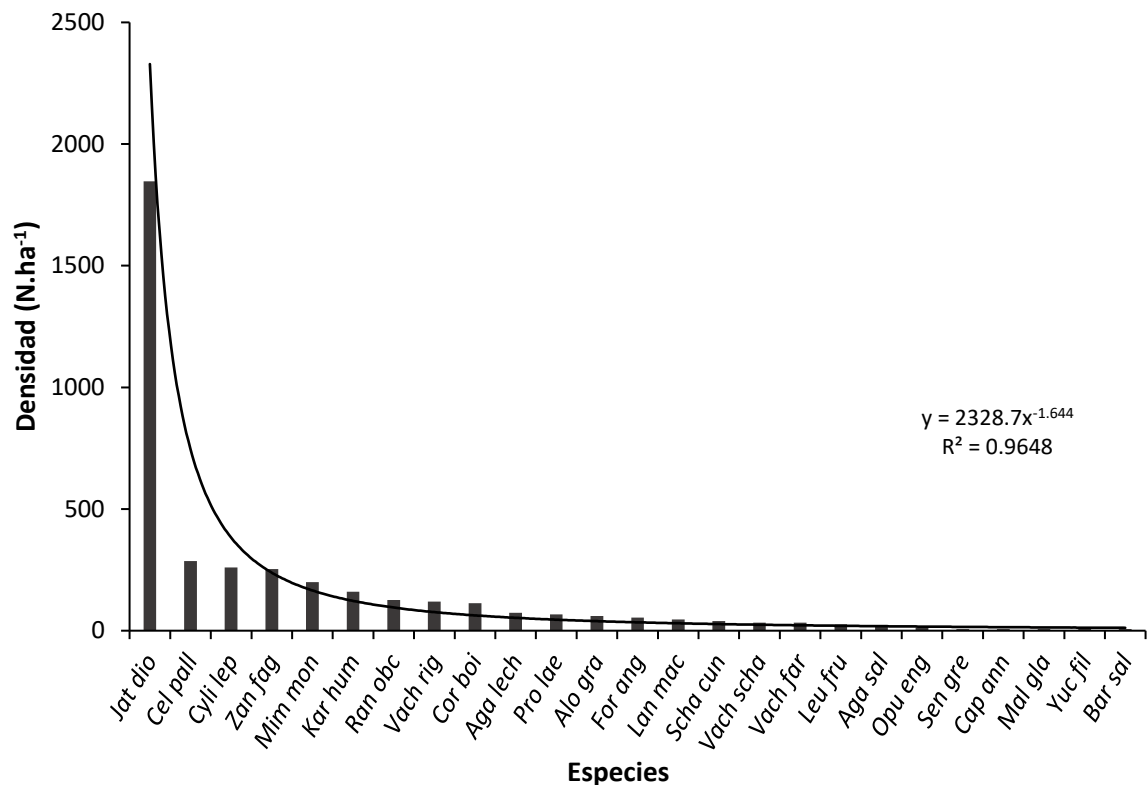


Figura 1.6. Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies del estrato alto-medio en el área de incendio en la época seca.

b) Estrato bajo

Para el estrato bajo se registró la presencia de 3 especies pertenecientes a 2 familias y 3 géneros. De las cuales la familia Poaceae tiene una mayor representatividad con 2 de las 3 especies y la otra familia es Fabaceae con una sola especie.

Tabla 1.15. Nombre científico, nombre común y familia de las especies del estrato bajo registradas en el MET sometido a incendio en época seca.

| Nombre científico | Nombre común | Familia |
|-----------------------------|-------------------|----------|
| <i>Bothriochloa pertusa</i> | Zacate carretero | Poaceae |
| <i>Cynodon nlemfuensis</i> | Estrella africana | Poaceae |
| <i>Desmanthus virgatus</i> | Huizachillo | Fabaceae |

La abundancia total resulto ser de 19200 N.ha⁻¹. La especie con mayor abundancia fue *Bothriochloa pertusa* con 18133 N.ha⁻¹ representando un 94.44% de la abundancia total, las dos especies restantes *Cynodon nlemfuensis* y *Desmanthus virgatus* tuvieron una abundancia de 900 N.ha⁻¹ y 167N.ha⁻¹ respectivamente con una representación de 4.69% para *Cynodon nlemfuensis* y 0.87 para *Desmanthus virgatus*.

La dominancia de las especies se estimó mediante la cobertura de copa, la cobertura total resulto de 3146.84 m².ha⁻¹. La especie con mayor dominancia resulto ser *Bothriochloa pertusa* con una cobertura de 2344.62 m².ha⁻¹, con una representatividad del 74.51%, *Cynodon nlemfuensis* y *Desmanthus virgatus* registraron una cobertura del 794.58 m².ha⁻¹ y 7.63 m².ha⁻¹, teniendo un porcentaje del 25.25% y 0.24% respectivamente.

Bothriochloa pertusa tuvo la mayor frecuencia con presencia en los 15 sitios muestreados con un 71.43% de representatividad, seguido de *Cynodon nlemfuensis* con una presencia en 5 de los 15 sitios con un 23.81% y *Desmanthus virgatus* con presencia en 1 de los 15 sitios muestreados con un 4.76%.

Según el índice de valor de importancia la especie con mayor peso ecológico es *Bothriochloa pertusa* con 80.13% seguido por *Cynodon nlemfuensis* con 17.92 y *Desmanthus virgatus* con el 1.96%.

Tabla 1.16. Abundancia (N.ha⁻¹), dominancia (m².ha⁻¹), frecuencia e IVI de las especies del estrato medio y alto registradas en el MET sometido a incendio en ES.

| Nombre científico | Abundancia | | Dominancia | | Frecuencia | | Valores de importancia | |
|-----------------------------|--------------------|-------|----------------------------------|-------|------------|-------|------------------------|---------|
| | N.ha ⁻¹ | % | m ² .ha ⁻¹ | % | N° Sitio | % | IVI | IVI (%) |
| <i>Bothriochloa pertusa</i> | 18133 | 94.44 | 2344.62 | 74.51 | 15 | 71.43 | 240.38 | 80.13 |
| <i>Cynodon nlemfuensis</i> | 900 | 4.69 | 794.58 | 25.25 | 5 | 23.81 | 53.75 | 17.92 |
| <i>Desmanthus virgatus</i> | 167 | 0.87 | 7.63 | 0.24 | 1 | 4.76 | 5.87 | 1.96 |
| Total general | 19200 | 100 | 3146.84 | 100 | 21 | 100 | 300 | 100 |

Según el rango-abundancia de las especies estudiadas se tiene que se encuentra compuesta por la presencia de pocas especies muy abundantes y en su mayoría se tiene especies poco abundantes lo cual hace que la curva sea como una jota invertida (Figura 1.7).

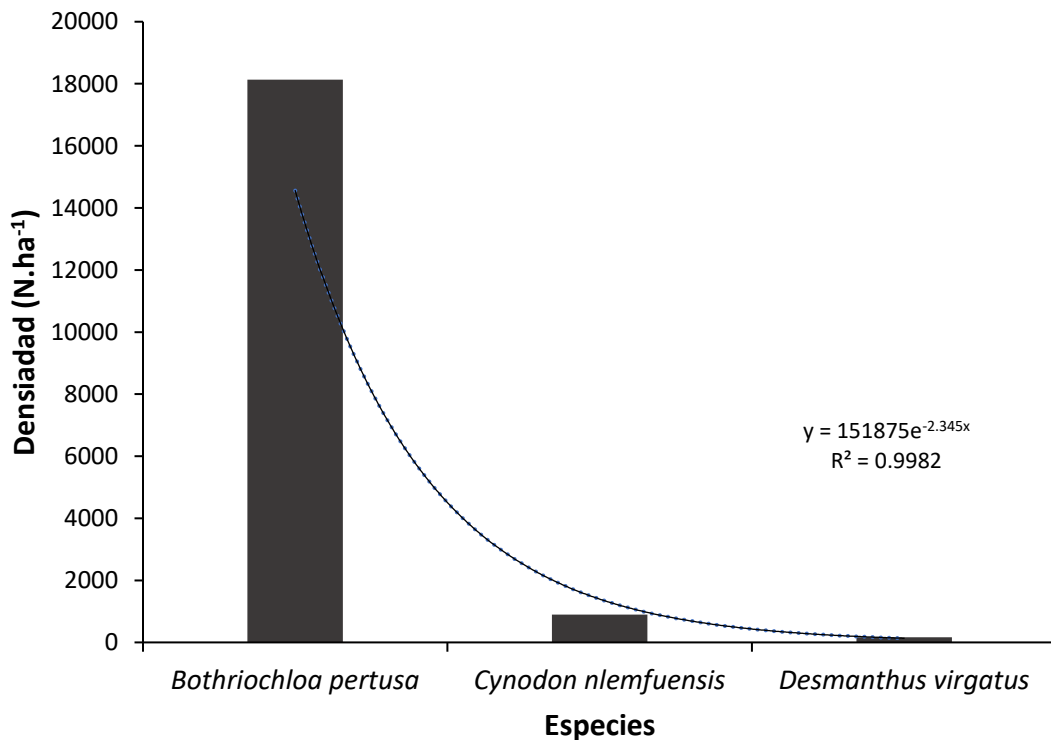


Figura 1.7. Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies del estrato bajo en el área de incendio en la época seca.

2) Época húmeda

a) Estrato medio-alto

Para el área sometida a incendio en el estrato medio-alto en la época húmeda se tuvo la presencia de 22 especies correspondientes a 20 géneros y 15 familias, de los cuales la familia más representativa fue Fabaceae que agrupó 6 de las 22 especies, seguida Cactaceae y Verbenaceae con 2 especies cada familia y las 12 familias restantes corresponden a una por familia.

Tabla 1.17. Especies registradas en el área incendiada en el estrato medio-alto en la época húmeda.

| Nombre científico | Nombre común | Familia |
|-----------------------------------|---------------------|------------------|
| <i>Castela erecta</i> | Chaparro amargoso | Simaroubaceae |
| <i>Celtis pallida</i> | Granjeno | Cannabaceae |
| <i>Cordia boissieri</i> | Anacahuita | Boraginaceae |
| <i>Cylindropuntia leptocaulis</i> | Tasajillo | Cactaceae |
| <i>Diospyros texana</i> | Chapote manzano | Ebenaceae |
| <i>Echinocereus enneacanthus</i> | Alicoche | Cactaceae |
| <i>Eysenhardtia texana</i> | Vara dulce | Fabaceae |
| <i>Forestiera angustifolia</i> | Panelero | Oleaceae |
| <i>Jatropha dioica</i> | Sangre de Drago | Euphorbiaceae |
| <i>Karwinskia humboldtiana</i> | Coyotillo | Rhamnaceae |
| <i>Lantana macropoda</i> | Lantana | Verbenaceae |
| <i>Lantana urticoides</i> | Peonía | Verbenaceae |
| <i>Leucophyllum frutescens</i> | Cenizo | Scrophulariaceae |
| <i>Mimosa monancistra</i> | Charrasquillo | Fabaceae |
| <i>Prosopis laevigata</i> | Mezquite | Fabaceae |
| <i>Randia obcordata</i> | Cruceto | Rubiaceae |
| <i>Schaefferia cuneifolia</i> | Capul | Celastraceae |
| <i>Senegalia wrightii</i> | Uña de gato | Fabaceae |
| <i>Vachellia farnesiana</i> | Huizache | Fabaceae |
| <i>Vachellia rigidula</i> | Gavia | Fabaceae |
| <i>Yuca filifera</i> | Palma pita | Asparagaceae |
| <i>Zanthoxylum fagara</i> | Colima | Rutaceae |

Se obtuvo una abundancia total de 3440 N.ha⁻¹ de la cual la especie con mayor abundancia resulto ser *Zanthoxylum fagara* con 720 N.ha⁻¹ representando un 20.93%, seguida de *Celtis pallida*, y *Karwinskia humboldtiana* con 413.33 N.ha⁻¹ cada una y un porcentaje de 12.02%, las otras 19 especies representan el 55.04% restante.

La dominancia se obtuvo mediante el área de copa de las especies, sumando una cobertura total de 2915.43 m².ha⁻¹. La especie con mayor dominancia fue *Zanthoxylum fagara* con una cobertura de 603.13 m².ha⁻¹ teniendo una representatividad del 20.69%, seguida de *Celtis pallida* y *Vachellia rigidula* con 381.00 m².ha⁻¹ y 266.93 m².ha⁻¹ y un porcentaje de 13.07% y 9.16% respectivamente. Las 19 especies faltantes representan el 57.09% restante.

Las especies con mayor frecuencia fueron *Celtis pallida* y *Cordia boissieri* presentes en 14 de los 15 sitios muestreados con una representatividad del 10.14% cada una, seguidas de *Zanthoxylum fagara* y *Karwinskia humboldtiana* registradas en 13 sitios de muestreo con un porcentaje del 9.42%. Las 18 especies restantes acumularon 60.88% del valor total de la frecuencia.

Para los valores del índice de valor de importancia tenemos que la especie con mayor peso ecológico resulto ser *Zanthoxylum fagara* con un 17.01% seguido por *Celtis pallida* y *Karwinskia humboldtiana* con 11.74% y 10.02% respectivamente. Las 3 especies con menor peso ecológico resultaron ser *Castela erecta*, *Diospyros texana* y *Yuca filifera* con 0.72%, 0.46% y 0.33% respectivamente. Para las 16 especies restantes se tiene un porcentaje del índice de valor de importancia del 59.71%.

Tabla 1.18. Abundancia ($N.ha^{-1}$), dominancia ($m^2.ha^{-1}$), frecuencia e IVI de las especies del estrato medio y alto registradas en el MET sometido a incendio en época húmeda.

| Nombre científico | Abundancia | | Dominancia | | Frecuencia | | Valores de importancia | |
|-----------------------------------|-------------|------------|----------------|------------|------------|------------|------------------------|------------|
| | $N.ha^{-1}$ | % | $m^2.ha^{-1}$ | % | N.Sitio | % | IVI | IVI (%) |
| <i>Zanthoxylum fagara</i> | 720.00 | 20.93 | 603.13 | 20.69 | 13 | 9.42 | 51.04 | 17.01 |
| <i>Celtis pallida</i> | 413.33 | 12.02 | 381.00 | 13.07 | 14 | 10.14 | 35.23 | 11.74 |
| <i>Karwinskia humboldtiana</i> | 413.33 | 12.02 | 251.33 | 8.62 | 13 | 9.42 | 30.06 | 10.02 |
| <i>Cordia boissieri</i> | 220.00 | 6.40 | 250.87 | 8.60 | 14 | 10.14 | 25.15 | 8.38 |
| <i>Mimosa monancistra</i> | 273.33 | 7.95 | 240.47 | 8.25 | 9 | 6.52 | 22.72 | 7.57 |
| <i>Vachellia rigidula</i> | 220.00 | 6.40 | 266.93 | 9.16 | 8 | 5.80 | 21.35 | 7.12 |
| <i>Randia obcordata</i> | 220.00 | 6.40 | 234.77 | 8.05 | 9 | 6.52 | 20.97 | 6.99 |
| <i>Cylindropuntia leptocaulis</i> | 246.67 | 7.17 | 136.70 | 4.69 | 9 | 6.52 | 18.38 | 6.13 |
| <i>Prosopis laevigata</i> | 86.67 | 2.52 | 140.77 | 4.83 | 9 | 6.52 | 13.87 | 4.62 |
| <i>Lantana macropoda</i> | 146.67 | 4.26 | 81.73 | 2.80 | 6 | 4.35 | 11.41 | 3.80 |
| <i>Lantana urticoides</i> | 120.00 | 3.49 | 48.33 | 1.66 | 8 | 5.80 | 10.94 | 3.65 |
| <i>Vachellia farnesiana</i> | 53.33 | 1.55 | 84.47 | 2.90 | 7 | 5.07 | 9.52 | 3.17 |
| <i>Forestiera angustifolia</i> | 33.33 | 0.97 | 63.33 | 2.17 | 4 | 2.90 | 6.04 | 2.01 |
| <i>Schaefferia cuneifolia</i> | 26.67 | 0.78 | 10.50 | 0.36 | 4 | 2.90 | 4.03 | 1.34 |
| <i>Leucophyllum frutescens</i> | 46.67 | 1.36 | 23.60 | 0.81 | 2 | 1.45 | 3.62 | 1.21 |
| <i>Jatropha dioica</i> | 60.00 | 1.74 | 21.50 | 0.74 | 1 | 0.72 | 3.21 | 1.07 |
| <i>Echinocereus enneacanthus</i> | 73.33 | 2.13 | 2.57 | 0.09 | 1 | 0.72 | 2.94 | 0.98 |
| <i>Eysenhardtia texana</i> | 20.00 | 0.58 | 17.97 | 0.62 | 2 | 1.45 | 2.65 | 0.88 |
| <i>Senegalia wrightii</i> | 13.33 | 0.39 | 14.97 | 0.51 | 2 | 1.45 | 2.35 | 0.78 |
| <i>Castela erecta</i> | 20.00 | 0.58 | 24.80 | 0.85 | 1 | 0.72 | 2.16 | 0.72 |
| <i>Diospyros texana</i> | 6.67 | 0.19 | 13.67 | 0.47 | 1 | 0.72 | 1.39 | 0.46 |
| <i>Yuca filifera</i> | 6.67 | 0.19 | 2.03 | 0.07 | 1 | 0.72 | 0.99 | 0.33 |
| Total | 3440 | 100 | 2915.43 | 100 | 138 | 100 | 300 | 100 |

Según el rango-abundancia en este estudio se tiene un modelo paramétrico de series logarítmicas de esta forma se puede observar en el grafico que existe un pequeño número de especies abundantes y un alto número de especies poco abundantes por esta razón se tiene una curva que se observa que sea como una jota invertida (Figura 1.8).

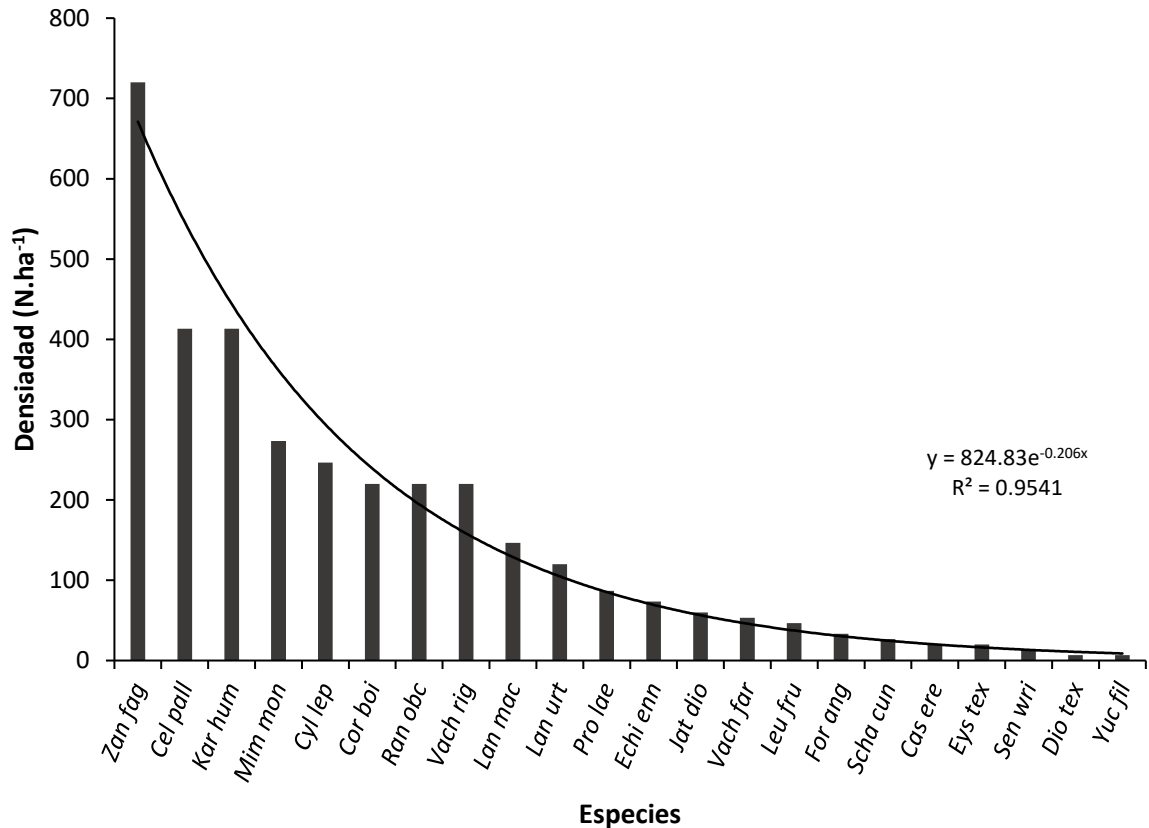


Figura 1.8. Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies del estrato medio-alto en el área de incendio en la época húmeda.

b) Estrato bajo

Para el área incendiada en el estrato bajo se tuvo un total de 15 especies pertenecientes a 13 géneros y 8 familias, de las cuales la familia más representativa fue Poaceae con la presencia de 5 especies, seguido por Euphorbiaceae con 4 especies y a las 6 familias restantes les corresponde una especie por familia.

Tabla 1.19. Especies presentes en el área sometida a incendio en el estrato bajo en la EH.

| Nombre científico | Nombre común | Familia |
|---|---------------------------------|---------------|
| <i>Amoreuxia wrightii</i> | Botón de oro | Bixaceae |
| <i>Bothriochloa pertusa</i> | Zacate carretero | Poaceae |
| <i>Cenchrus echinatus</i> | Zacate cadillo | Poaceae |
| <i>Commelina erecta</i> | Cantillo | Commelinaceae |
| <i>Croton humilis</i> | Palillo | Euphorbiaceae |
| <i>Croton inacus</i> | Salvia | Euphorbiaceae |
| <i>Cynodon nlemfuensis</i> | Estrella africana | Poaceae |
| <i>Desmanthus virgatus</i> | Huizachillo | Fabaceae |
| <i>Euphorbia hirta</i> | Hierba de la paloma | Euphorbiaceae |
| <i>Euphorbia stictospora</i> | Hierba de la golondrina velluda | Euphorbiaceae |
| <i>Malvastrum coromandelianum</i> | Escobillo | Malvaceae |
| <i>Melochia tomentosa</i> | Malva del cerro | Sterculiaceae |
| <i>Muhlenbergia porteri</i> | Zacate liendrilla | Poaceae |
| <i>Setaria leucophylla</i> | Zacate temprano | Poaceae |
| <i>Vitis vinifera subsp. Sylvestris</i> | Vid silvestre | Vitaceae |

En la variable estructural de abundancia se obtuvo un total de 20666.67 N.ha⁻¹, la especie que presento mayor abundancia resulto ser *Cynodon nlemfuensis* con 9666.67 N.ha⁻¹ y un porcentaje del 46.77%, la segunda especie con mayor abundancia fue *Desmanthus virgatus* con 7566.67 N.ha⁻¹ y una representatividad del 36.61% y las siguientes 13 especies restantes representan el 16.61%.

La dominancia se obtuvo mediante el área de copa teniendo un total de 10053.18 m².ha⁻¹. La especie con mayor dominancia fue *Cynodon nlemfuensis* con 7164.44 m².ha⁻¹ representando un 71.27%, seguida de *Bothriochloa pertusa* y *Desmanthus virgatus* con 1963.32 m².ha⁻¹ y 418.11 m².ha⁻¹ respectivamente y una representación del 19.53% y 4.16% cada una.

La variable de frecuencia fue dominada por *Cynodon nlemfuensis* la cual fue registrada en 14 de los 15 sitios muestreados con un 22.58%, seguido por *Desmanthus virgatus* en 13 sitios representando un 20.968%, las 13 especies restantes representan el 56.452% faltante.

La especie con mayor peso ecológico según el índice de valor de importancia resultó ser *Cynodon nlemfuensis* con un 46.87% de IVI relativo, seguido de *Desmanthus virgatus* y *Bothriochloa pertusa* con un 20.58% y 10.49% respectivamente. Las de menor valor registrado fueron *Melochia tomentosa*, *Muhlenbergia porteri* y *Commelina erecta* con un 0.97%, 0.77% y 0.59% respectivamente, las 9 especies restantes representan el 19.72% faltante.

Tabla 1.20. Abundancia (N.ha⁻¹), dominancia (m².ha⁻¹), frecuencia e IVI de las especies del estrato bajo registradas en el MET sometido a incendio en época húmeda.

| Nombre científico | Abundancia | | Dominancia | | Frecuencia | | Valores de importancia | |
|---|--------------------|------------|----------------------------------|------------|------------|------------|------------------------|------------|
| | N.ha ⁻¹ | % | m ² .ha ⁻¹ | % | N.Sitio | % | IVI | IVI (%) |
| <i>Cynodon nlemfuensis</i> | 9666.67 | 46.77 | 7164.44 | 71.27 | 14 | 22.581 | 140.62 | 46.87 |
| <i>Desmanthus virgatus</i> | 7566.67 | 36.61 | 418.11 | 4.16 | 13 | 20.968 | 61.74 | 20.58 |
| <i>Bothriochloa pertusa</i> | 800.00 | 3.87 | 1963.32 | 19.53 | 5 | 8.065 | 31.46 | 10.49 |
| <i>Malvastrum coromandelianum</i> | 400.00 | 1.94 | 19.23 | 0.19 | 5 | 8.065 | 10.19 | 3.40 |
| <i>Amoreuxia wrightii</i> | 300.00 | 1.45 | 9.39 | 0.09 | 5 | 8.065 | 9.61 | 3.20 |
| <i>Croton inacus</i> | 333.33 | 1.61 | 33.81 | 0.34 | 4 | 6.452 | 8.40 | 2.80 |
| <i>Cenchrus echinatus</i> | 366.67 | 1.77 | 158.33 | 1.57 | 3 | 4.839 | 8.19 | 2.73 |
| <i>Euphorbia hirta</i> | 166.67 | 0.81 | 17.33 | 0.17 | 3 | 4.839 | 5.82 | 1.94 |
| <i>Vitis vinifera subsp. Sylvestris</i> | 100.00 | 0.48 | 8.10 | 0.08 | 3 | 4.839 | 5.40 | 1.80 |
| <i>Croton humilis</i> | 166.67 | 0.81 | 33.95 | 0.34 | 2 | 3.226 | 4.37 | 1.46 |
| <i>Euphorbia stictospora</i> | 333.33 | 1.61 | 71.81 | 0.71 | 1 | 1.613 | 3.94 | 1.31 |
| <i>Setaria leucophylla</i> | 133.33 | 0.65 | 100.07 | 1.00 | 1 | 1.613 | 3.25 | 1.08 |
| <i>Melochia tomentosa</i> | 233.33 | 1.13 | 17.60 | 0.18 | 1 | 1.613 | 2.92 | 0.97 |
| <i>Muhlenbergia porteri</i> | 66.67 | 0.32 | 36.89 | 0.37 | 1 | 1.613 | 2.30 | 0.77 |
| <i>Commelina erecta</i> | 33.33 | 0.16 | 0.79 | 0.01 | 1 | 1.613 | 1.78 | 0.59 |
| Total | 20666.67 | 100 | 10053.18 | 100 | 62 | 100 | 300 | 100 |

Según el rango-abundancia las especies se ven representadas por una distribución de tipo geométrico formando una curva que se aprecia como una jota invertida esto se debe a la presencia de un alto número de especies poco abundantes y por defecto un poco número de especies muy abundantes (Figura 1.9).

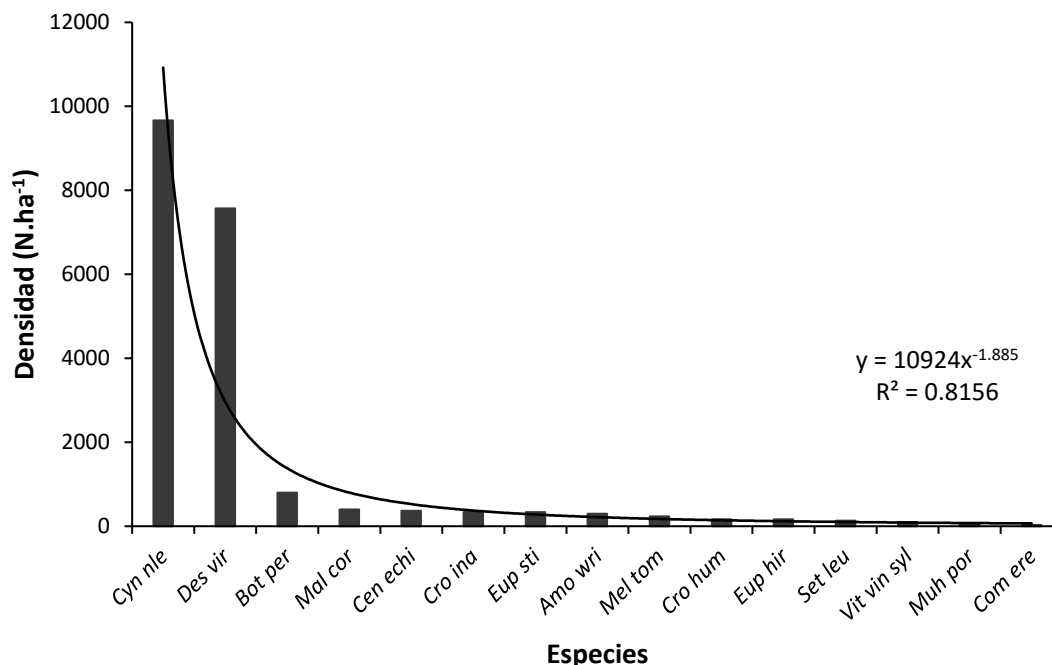


Figura 1.9. Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies del estrato bajo en el área de incendio en la época húmeda.

Análisis estadístico

1) Estrato medio-alto

En los resultados obtenidos para las pruebas estadísticas no paramétricas de U Mann-Whitney en el área incendiada para el estrato alto-medio indican que, si existe diferencia estadística significativa para las 3 variables estructurales, altura ($Z = -8.244$, $p = 1.6651E-16$), diámetro ($Z = -11.086$, $p = 1.4659E-28$) y cobertura ($Z = -7.826$, $p = 5.0246E-15$) (Tabla 1.21).

Tabla 1.21. Resultados de la prueba de U Mann-Whitney para las variables estructurales del estrato alto y medio en épocas seca y húmeda en el área incendiada.

| | Altura (h) | Diámetro ($d_{0.10}$) | Cobertura (m) |
|------------------------------------|------------|-------------------------|---------------|
| U de Mann-Whitney | 106531.500 | 92537.000 | 108710.000 |
| W de Wilcoxon | 275021.500 | 261027.000 | 2772200.000 |
| Z | -8.244 | -11.086 | -7.826 |
| Sig. Asintótica (bilateral) | 1.6651E-16 | 1.4659E-28 | 5.0246E-15 |

En los resultados obtenidos en términos cuantitativos se tiene que se presentó un ligero aumento de la época seca a la época húmeda, en las medias para la altura ($\mu= 1.00514$ y $\mu=1.25866$), diámetro ($\mu=0.01825$ y $\mu= 0.2587$) y cobertura ($\mu= 0.73782$ y $\mu=0.84751$) estos cambios se vieron influenciados posiblemente por el incremento de las precipitaciones entre épocas (Tabla 1.22).

Tabla 1.22. Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann- Whitney del estrato alto y medio en épocas seca y húmeda en el área incendiada.

| Variable | Época | N | V. Mín. | V. Máx. | μ | σ | Sig. |
|-------------------------|--------|-----|---------|---------|---------|----------|------------|
| Altura (h) | Seca | 580 | .140 | 3.750 | 1.00514 | .709996 | 1.6651E-16 |
| | Húmeda | 516 | .110 | 3.240 | 1.25866 | .662615 | |
| Diámetro ($d_{0.10}$) | Seca | 580 | .0000 | .1900 | .01825 | .024885 | 1.4659E-28 |
| | Húmeda | 516 | .0000 | .1500 | 0.2587 | .662615 | |
| Cobertura (m) | Seca | 580 | .15 | 4.990 | .73782 | .935459 | 5.0246E-15 |
| | Húmeda | 516 | .0350 | 3.575 | .84751 | .571903 | |

2) Estrato bajo

Los resultados en el análisis estadístico de la prueba de U Mann- Whitney para el estrato bajo en el área incendiada mostro que si existe una diferencia estadística significativa en las variables estructurales de altura ($Z= -13.160$, $p=1.4908E-39$) y cobertura ($Z= -4.398$, $p= 0.000011$) entre las épocas seca y húmeda (Tabla 1.23).

Tabla 1.23. Resultados de la prueba de U Mann- Whitney para las variables estructurales del estrato bajo en épocas seca y húmeda en el área incendiada.

| | Altura (h) | Cobertura (m) |
|------------------------------------|------------|---------------|
| U de Mann-Whitney | 100296.500 | 152316.500 |
| W de Wilcoxon | 266472.500 | 3118492.500 |
| Z | -13.160 | -4.398 |
| Sig. Asintótica (bilateral) | 1.4908E-39 | 0.000011 |

En los resultados cuantitativos se obtuvo que se presentó un aumento en ambas variables estructurales de la época seca a húmeda para altura de $\mu = 0.082205\text{m}$ a $\mu = 0.136032$ y en la cobertura con un valor de $\mu = 0.127760\text{m}$ y $\mu = 0.191734\text{m}$ (tabla 1.24).

Tabla 1.24. Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney del estrato bajo en épocas seca y húmeda en el área incendiada.

| Variable | Época | N | V. Mín. | V. Máx. | μ | σ | Sig. |
|---------------|--------|-----|---------|---------|---------|----------|------------|
| Altura (h) | Seca | 576 | .0200 | .5700 | .082205 | .0895020 | 1.4908E-39 |
| | Húmeda | 620 | .0200 | .8000 | .136032 | .1222265 | |
| Cobertura (m) | Seca | 576 | .0200 | .7100 | .127760 | .0674777 | 0.000011 |
| | Húmeda | 620 | .0100 | .8200 | .191734 | .1587911 | |

- **Área sin intervención (área testigo)**

Variables estructurales

1) Época seca

a) Estrato medio-alto

Para el área testigo en época seca se registraron 27 especies pertenecientes a 24 géneros y 18 familias. La familia más representativa resultó ser Fabaceae con 9 especies seguido por Verbenaceae con 2 especies y a las 16 familias restantes les corresponde una especie por familia.

Tabla 1.25. Especies presentes en el MET en el estrato medio-alto en la época seca.

| Nombre científico | Nombre común | Familia |
|-----------------------------------|---------------------|------------------|
| <i>Barkleyanthus salicifolius</i> | Jara de monte | Asteraceae |
| <i>Capsicum annuum</i> | Chile piquín | Solanaceae |
| <i>Celtis pallida</i> | Granjeno | Cannabaceae |
| <i>Cercidium texanum</i> | Palo verde | Fabaceae |
| <i>Cordia boissieri</i> | Anacahuita | Boraginaceae |
| <i>Diospyros texana</i> | Chapote manzano | Ebenaceae |
| <i>Diphysa microphylla</i> | Retamilla | Fabaceae |
| <i>Eysenhardtia texana</i> | Vara dulce | Fabaceae |
| <i>Forestiera angustifolia</i> | Panelero | Oleaceae |
| <i>Jatropha dioica</i> | Sangre de Drago | Euphorbiaceae |
| <i>Krameria ramosissima</i> | Calderona | Krameriaceae |
| <i>Karwinskia humboldtiana</i> | Coyotillo | Rhamnaceae |
| <i>Lantana macropoda</i> | Lantana | Verbenaceae |
| <i>Leucophyllum frutescens</i> | Cenizo | Scrophulariaceae |
| <i>Lippia graveolens</i> | Oreganillo | Verbenaceae |
| <i>Malpighia glabra</i> | Manzanita | Malpighiaceae |
| <i>Mimosa monancistra</i> | Charrasquillo | Fabaceae |
| <i>Opuntia engelmannii</i> | Nopal cuijo | Cactaceae |
| <i>Prosopis laevigata</i> | Mezquite | Fabaceae |
| <i>Randia obcordata</i> | Cruceto | Rubiaceae |
| <i>Schaefferia cuneifolia</i> | Capul | Celastraceae |
| <i>Vachellia constricta</i> | Chaparro prieto | Fabaceae |
| <i>Vachellia farnesiana</i> | Huizache | Fabaceae |
| <i>Vachellia rigidula</i> | Gavia | Fabaceae |
| <i>Vachellia schaffneri</i> | Huizache chino | Fabaceae |
| <i>Yuca filifera</i> | Palma pita | Asparagaceae |
| <i>Zanthoxylum fagara</i> | Colima | Rutaceae |

En la abundancia se tuvo un total de 3066.67 N.ha⁻¹ la especie con mayor abundancia fue *Leucophyllum frutescens* con 713.33 N.ha⁻¹ con una representatividad del 23.26% seguido por *Lippia graveolens* y *Jatropha dioica* con 406.67 N.ha⁻¹ y 366.67 N.ha⁻¹ y un 13.26% y 11.96% de abundancia relativa respectivamente. Las 24 especies restantes conforman el 51.52%.

La dominancia se estimó mediante el área de copa teniendo un total de 4638.27 m².ha⁻¹ de los cuales las 3 especies con mayor dominancia resultaron ser *Vachellia rigidula*, *Cordia boissieri* y *Leucophyllum frutescens* con un valor de

1062.21 m².ha⁻¹, 783.86 m².ha⁻¹ y 722.22 m².ha⁻¹, una representatividad del 22.90%, 16.90% y 15.57% respectivamente. Las 24 especies faltantes representan el 44.63% restante.

La especie con mayor presencia en los sitios resultó ser *Karwinskia humboldtiana* con presencia en 13 de los 15 sitios muestreados con un porcentaje del 9.85%, seguida de *Cordia boissieri* en 11 de los 15 sitios y un porcentaje del 9.09%, seguida de *Leucophyllum frutescens* y *Vachellia rigidula* con una representatividad del 8.33% cada especie presente en 11 sitios. Las 23 especies restantes representan el 64.39%.

Según el índice de valor de importancia la especie con mayor peso ecológico fue *Leucophyllum frutescens* con 15.72% seguido de *Vachellia rigidula* y *Cordia boissieri* con 12.88% y 10.04% respectivamente. Las que registraron los valores más bajos fueron *Cercidium texanum*, *Opuntia engelmanni* y *Barkleyanthus salicifolius* con 0.33% cada especie, para las 21 especies restantes se obtuvo una representatividad del 60.38%.

Tabla 1.26. Abundancia (N.ha⁻¹), dominancia (m².ha⁻¹), frecuencia e IVI de las especies registradas para el estrato medio-alto en el MET en época seca.

| Nombre científico | Abundancia | | Dominancia | | Frecuencia | | Valores de importancia | |
|-----------------------------------|--------------------|------------|----------------------------------|------------|------------|------------|------------------------|------------|
| | N.ha ⁻¹ | % | m ² .ha ⁻¹ | % | N.Sitio | % | IVI | IVI (%) |
| <i>Leucophyllum frutescens</i> | 713.33 | 23.26 | 722.22 | 15.57 | 11 | 8.33 | 47.17 | 15.72 |
| <i>Vachellia rigidula</i> | 226.67 | 7.39 | 1062.21 | 22.90 | 11 | 8.33 | 38.63 | 12.88 |
| <i>Cordia boissieri</i> | 126.67 | 4.13 | 783.86 | 16.90 | 12 | 9.09 | 30.12 | 10.04 |
| <i>Lippia graveolens</i> | 406.67 | 13.26 | 151.43 | 3.26 | 10 | 7.58 | 24.10 | 8.03 |
| <i>Karwinskia humboldtiana</i> | 193.33 | 6.30 | 268.26 | 5.78 | 13 | 9.85 | 21.94 | 7.31 |
| <i>Celtis pallida</i> | 120.00 | 3.91 | 330.22 | 7.12 | 9 | 6.82 | 17.85 | 5.95 |
| <i>Randia obcordata</i> | 186.67 | 6.09 | 179.89 | 3.88 | 10 | 7.58 | 17.54 | 5.85 |
| <i>Zanthoxylum fagara</i> | 126.67 | 4.13 | 234.88 | 5.06 | 9 | 6.82 | 16.01 | 5.34 |
| <i>Jatropha dioica</i> | 366.67 | 11.96 | 0.28 | 0.01 | 2 | 1.52 | 13.48 | 4.49 |
| <i>Mimosa monancistra</i> | 93.33 | 3.04 | 172.79 | 3.73 | 6 | 4.55 | 11.31 | 3.77 |
| <i>Eysenhardtia texana</i> | 86.67 | 2.83 | 140.18 | 3.02 | 5 | 3.79 | 9.64 | 3.21 |
| <i>Schaefferia cuneifolia</i> | 80.00 | 2.61 | 20.35 | 0.44 | 7 | 5.30 | 8.35 | 2.78 |
| <i>Prosopis laevigata</i> | 33.33 | 1.09 | 161.19 | 3.48 | 4 | 3.03 | 7.59 | 2.53 |
| <i>Forestiera angustifolia</i> | 33.33 | 1.09 | 55.49 | 1.20 | 3 | 2.27 | 4.56 | 1.52 |
| <i>Krameria ramosissima</i> | 60.00 | 1.96 | 40.57 | 0.87 | 2 | 1.52 | 4.35 | 1.45 |
| <i>Vachellia farnesiana</i> | 53.33 | 1.74 | 69.99 | 1.51 | 1 | 0.76 | 4.01 | 1.34 |
| <i>Vachellia constricta</i> | 40.00 | 1.30 | 90.04 | 1.94 | 1 | 0.76 | 4.00 | 1.33 |
| <i>Diphysa microphylla</i> | 20.00 | 0.65 | 26.92 | 0.58 | 3 | 2.27 | 3.51 | 1.17 |
| <i>Yuca filifera</i> | 13.33 | 0.43 | 57.69 | 1.24 | 2 | 1.52 | 3.19 | 1.06 |
| <i>Vachellia schaffneri</i> | 13.33 | 0.43 | 51.85 | 1.12 | 2 | 1.52 | 3.07 | 1.02 |
| <i>Lantana macropoda</i> | 26.67 | 0.87 | 11.52 | 0.25 | 2 | 1.52 | 2.63 | 0.88 |
| <i>Malpighia glabra</i> | 13.33 | 0.43 | 1.27 | 0.03 | 2 | 1.52 | 1.98 | 0.66 |
| <i>Diospyros texana</i> | 6.67 | 0.22 | 2.95 | 0.06 | 1 | 0.76 | 1.04 | 0.35 |
| <i>Capsicum annum</i> | 6.67 | 0.22 | 1.44 | 0.03 | 1 | 0.76 | 1.01 | 0.34 |
| <i>Cercidium texanum</i> | 6.67 | 0.22 | 0.64 | 0.01 | 1 | 0.76 | 0.99 | 0.33 |
| <i>Opuntia engelmanni</i> | 6.67 | 0.22 | 0.12 | 0.00 | 1 | 0.76 | 0.98 | 0.33 |
| <i>Barkleyanthus salicifolius</i> | 6.67 | 0.22 | 0.02 | 0.00 | 1 | 0.76 | 0.98 | 0.33 |
| Total | 3066.67 | 100 | 4638.27 | 100 | 132 | 100 | 300 | 100 |

Según el rango abundancia las especies muestreadas en el matorral espinoso tamaulipeco en época seca presentan una distribución de tipo geométrico de esta forma se presenta una curva que asimila una jota invertida esto debido a que

existe poca presencia de especies muy abundantes y viceversa una extensa presencia de especies poco abundantes (Figura 1.10).

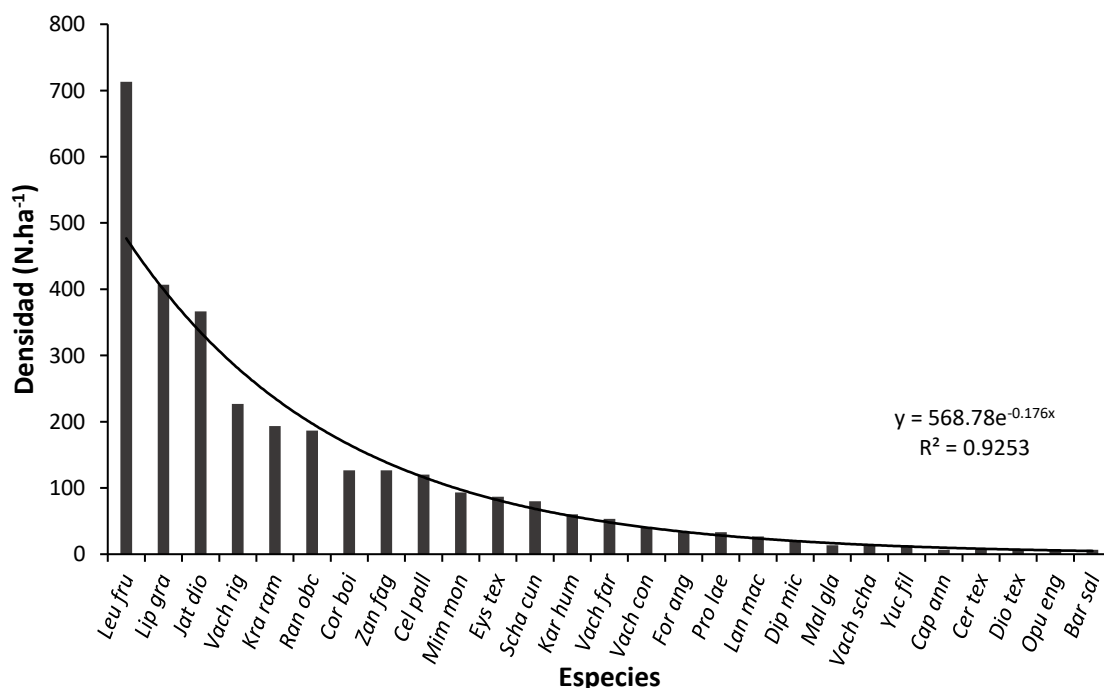


Figura 1.10. Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies del estrato medio-alto en el área de matorral espinoso tamaulipeco en la época seca.

b) Estrato bajo

Para el estrato bajo en el área muestreada se tuvo un total de 3 especies pertenecientes a 3 géneros y a la familia Poaceae.

Tabla 1.27. Especies presentes en el MET en el estrato bajo en la época seca.

| Nombre científico | Nombre común | Familia |
|-----------------------------|-------------------|---------|
| <i>Bothriochloa pertusa</i> | Zacate carretero | Poaceae |
| <i>Bouteloua barbata</i> | Zacate navajita | Poaceae |
| <i>Cynodon nlemfuensis</i> | Estrella africana | Poaceae |

Se obtuvo un total en abundancia de 154,666.67 N.ha⁻¹ de los cuales la especie con mayor abundancia resulto ser *Bothriochloa pertusa* con 126,000 N.ha⁻¹ y una

relatividad del 81.47% seguido de *Bouteloua barbata* con 21,000 N.ha⁻¹ y un 13.58% y finalmente *Cynodon nlemfuensis* con 7,666.67 N.ha⁻¹ y un 4.96%.

La dominancia se estimó mediante el área de copa teniendo un total de 1435.86 m².ha⁻¹. El valor mas alto lo presentó *Bothriochloa pertusa* seguida de *Cynodon nlemfuensis* y *Bouteloua barbata* con una cobertura de 1,125.15 m².ha⁻¹, 252.11 m².ha⁻¹ y 58.60 m².ha⁻¹ respectivamente y una dominancia relativa del 78.36%, 17.56% y 4.08% de acuerdo al orden.

Bothriochloa pertusa resultó ser la de mayor frecuencia con presencia en los 15 sitios muestreados con un 68.18%, seguido de *Bouteloua barbata* registrada en 4 de los 15 sitios muestreados y un porcentaje del 18.18%, asimismo *Cynodon nlemfuensis* estuvo presente en 3 sitios solamente representando un porcentaje del 13.64%.

La especie con mayor peso ecológico resulto ser *Bothriochloa pertusa* con un índice de valor de importancia del 76%, seguido de *Cynodon nlemfuensis* con 12.05%, *Bouteloua barbata* fue la especie con menor peso ecológico con 11.95%.

Tabla 1.28. Abundancia (N.ha⁻¹), dominancia (m².ha⁻¹), frecuencia e IVI de las especies registradas para el estrato bajo en el MET en época seca.

| Especie | Abundancia | | Dominancia | | Frecuencia | | Valores de importancia | |
|-----------------------------|--------------------|------------|----------------------------------|------------|------------|------------|------------------------|------------|
| | N.ha ⁻¹ | % | m ² .ha ⁻¹ | % | N. Sitio | % | IVI | IVI (%) |
| <i>Bothriochloa pertusa</i> | 126000 | 81.47 | 1125.15 | 78.36 | 15 | 68.18 | 228.01 | 76.00 |
| <i>Cynodon nlemfuensis</i> | 7666.67 | 4.96 | 252.11 | 17.56 | 3 | 13.64 | 36.15 | 12.05 |
| <i>Bouteloua barbata</i> | 21000 | 13.58 | 58.60 | 4.08 | 4 | 18.18 | 35.84 | 11.95 |
| Total | 154666.67 | 100 | 1435.86 | 100 | 22 | 100 | 300 | 100 |

Según el rango-abundancia de las especies muestreadas se tiene un modelo paramétrico de series logarítmicas en el cual existen pocas especies muy abundantes y el resto de especies escasas, de esta forma se aprecia que la curva es como una jota invertida (Figura 1.11).

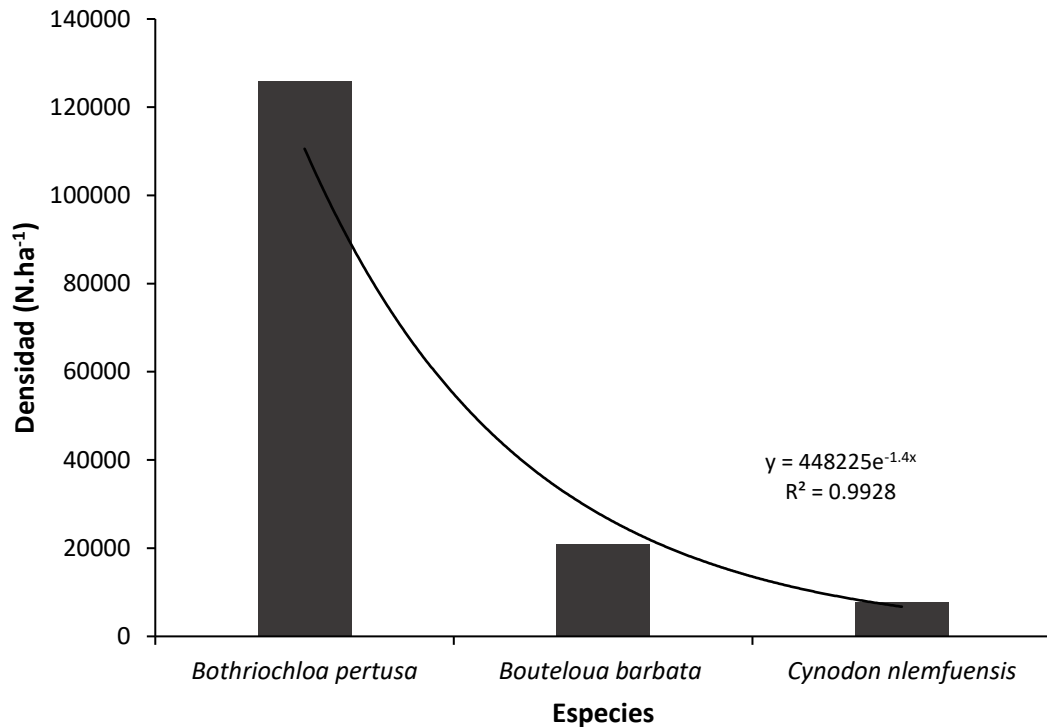


Figura 1.11. Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies del estrato bajo en el área de matorral espinoso tamaulipeco en la época seca.

2) Época húmeda

a) Estrato medio-alto

En el área de matorral espinoso tamaulipeco en época húmeda para el estrato medio- alto se registró la presencia de 26 especies, 23 géneros agrupadas en 16 familias, la familia más representativa resultó ser Fabaceae con 8 especies, seguida por Verbenaceae con 3 y Cactaceae con 2. Las 13 familias restantes agruparon solo una especie.

Tabla 1.29. Especies presentes en el área testigo en el estrato medio-alto en la época húmeda.

| Nombre científico | Nombre común | Familia |
|-----------------------------------|---------------------|------------------|
| <i>Aloysia gratissima</i> | Cedrón de Monte | Verbenaceae |
| <i>Castela erecta</i> | Chaparro amargoso | Simaroubaceae |
| <i>Celtis pallida</i> | Granjeno | Cannabaceae |
| <i>Cordia boissieri</i> | Anacahuita | Boraginaceae |
| <i>Cylindropuntia leptocaulis</i> | Tasajillo | Cactaceae |
| <i>Diospyros texana</i> | Chapote manzano | Ebenaceae |
| <i>Diphysa microphylla</i> | Retamilla | Fabaceae |
| <i>Echinocactus texensis</i> | Mancacaballo | Cactaceae |
| <i>Eysenhardtia texana</i> | Vara dulce | Fabaceae |
| <i>Forestiera angustifolia</i> | Panelero | Oleaceae |
| <i>Guaiaacum angustifolium</i> | Guayacán | Zygophyllaceae |
| <i>Karwinskia humboldtiana</i> | Coyotillo | Rhamnaceae |
| <i>Krameria ramosissima</i> | Calderona | Krameriaceae |
| <i>Lantana urticoides</i> | Peonía | Verbenaceae |
| <i>Leucophyllum frutescens</i> | Cenizo | Scrophulariaceae |
| <i>Lippia graveolens</i> | Oreganillo | Verbenaceae |
| <i>Mimosa malacophylla</i> | Raspahuevos | Fabaceae |
| <i>Mimosa monancistra</i> | Charrasquillo | Fabaceae |
| <i>Phaulothamnus spinescens</i> | Ojo de vibora | Achatocarpaceae |
| <i>Prosopis laevigata</i> | Mezquite | Fabaceae |
| <i>Randia obcordata</i> | Cruceto | Rubiaceae |
| <i>Schaefferia cuneifolia</i> | Capul | Celastraceae |
| <i>Vachellia farnesiana</i> | Huizache | Fabaceae |
| <i>Vachellia rigidula</i> | Gavia | Fabaceae |
| <i>Vachellia schaffneri</i> | Huizache chino | Fabaceae |
| <i>Zanthoxylum fagara</i> | Colima | Rutaceae |

La abundancia total fue de 4,266.67 N.ha⁻¹ la especie mostró los valores más altos fue *Leucophyllum frutescens* con 766.67 y un 17.97% seguida de *Krameria ramosissima* con 573.33 N.ha⁻¹ y un 13.44%, *Vachellia schaffneri* con un valor de 553.33 N.ha⁻¹ y un 12.97%. Las 23 especies suman el 55.63% restante.

La dominancia se usando el área de copa la cual sumo 3,110.99 m².ha⁻¹ de los cuales la especie más dominante fue *Leucophyllum frutescens* ocupando 719.18 m².ha⁻¹ representando 23.12%, seguida de *Cordia boissieri* con 403.24 m².ha⁻¹ representando 12.96% y *Prosopis laevigata* con 375.45 m².ha⁻¹ y un 12.07%. Las 23 especies restantes representan el 51.85% faltante.

Randia obcordata presentó la mayor frecuencia con presencia en 13 de los 15 sitios muestreados constituyendo un porcentaje del 9.09%. *Cordia boissieri*, *Karwinskia humboldtiana* y *Lippia graveolens* mostraron registros en 11 de los sitios, con un porcentaje de 7.69 cada una. Las especies que se encontraron presentes en 10 sitios fueron *Leucophyllum frutescens* y *Vachellia rigidula* con un 6.99% cada especie.

La especie con mayor peso ecológico fue *Leucophyllum frutescens* con un 16.03% seguido de *Cordia boissieri* y *Randia obcordata* con 8.50% y 7.76% respectivamente. Las especies con menor peso ecológico según el índice de valor de importancia fueron *Cylindropuntia leptocaulis*, *Echinocactus texensis* y *Guaiacum angustifolium* con un IVI de 0.48%, 0.34% y 0.29% respectivamente. Las 20 especies restantes representan el 66.60%.

Tabla 1.30. Abundancia (N.ha⁻¹), dominancia (m².ha⁻¹), frecuencia e IVI de las especies registradas para el estrato medio-alto en el MET en época húmeda.

| Nombre científico | Abundancia | | Dominancia | | Frecuencia | | Valores de importancia | |
|-----------------------------------|--------------------|------------|----------------------------------|------------|------------|------------|------------------------|------------|
| | N.ha ⁻¹ | % | m ² .ha ⁻¹ | % | N.Sitio | % | IVI | IVI (%) |
| <i>Leucophyllum frutescens</i> | 766.67 | 17.97 | 719.18 | 23.12 | 10 | 6.99 | 48.08 | 16.03 |
| <i>Cordia boissieri</i> | 206.67 | 4.84 | 403.24 | 12.96 | 11 | 7.69 | 25.50 | 8.50 |
| <i>Randia obcordata</i> | 386.67 | 9.06 | 159.84 | 5.14 | 13 | 9.09 | 23.29 | 7.76 |
| <i>Vachellia rigidula</i> | 186.67 | 4.38 | 331.76 | 10.66 | 10 | 6.99 | 22.03 | 7.34 |
| <i>Vachellia schaffneri</i> | 553.33 | 12.97 | 164.65 | 5.29 | 4 | 2.80 | 21.06 | 7.02 |
| <i>Eysenhardtia texana</i> | 266.67 | 6.25 | 180.92 | 5.82 | 9 | 6.29 | 18.36 | 6.12 |
| <i>Prosopis laevigata</i> | 80.00 | 1.88 | 375.45 | 12.07 | 5 | 3.50 | 17.44 | 5.81 |
| <i>Krameria ramosissima</i> | 573.33 | 13.44 | 37.90 | 1.22 | 3 | 2.10 | 16.75 | 5.58 |
| <i>Karwinskia humboldtiana</i> | 220.00 | 5.16 | 116.36 | 3.74 | 11 | 7.69 | 16.59 | 5.53 |
| <i>Lippia graveolens</i> | 213.33 | 5.00 | 47.04 | 1.51 | 11 | 7.69 | 14.20 | 4.73 |
| <i>Celtis pallida</i> | 73.33 | 1.72 | 145.58 | 4.68 | 6 | 4.20 | 10.59 | 3.53 |
| <i>Aloysia gratissima</i> | 166.67 | 3.91 | 87.08 | 2.80 | 2 | 1.40 | 8.10 | 2.70 |
| <i>Schaefferia cuneifolia</i> | 100.00 | 2.34 | 10.36 | 0.33 | 6 | 4.20 | 6.87 | 2.29 |
| <i>Vachellia farnesiana</i> | 60.00 | 1.41 | 59.02 | 1.90 | 5 | 3.50 | 6.80 | 2.27 |
| <i>Mimosa monancistra</i> | 60.00 | 1.41 | 65.60 | 2.11 | 4 | 2.80 | 6.31 | 2.10 |
| <i>Lantana urticoides</i> | 80.00 | 1.88 | 10.21 | 0.33 | 5 | 3.50 | 5.70 | 1.90 |
| <i>Zanthoxylum fagara</i> | 46.67 | 1.09 | 8.28 | 0.27 | 6 | 4.20 | 5.56 | 1.85 |
| <i>Forestiera angustifolia</i> | 46.67 | 1.09 | 19.39 | 0.62 | 5 | 3.50 | 5.21 | 1.74 |
| <i>Phaulothamnus spinescens</i> | 33.33 | 0.78 | 50.23 | 1.61 | 3 | 2.10 | 4.49 | 1.50 |
| <i>Diphyssa microphylla</i> | 26.67 | 0.63 | 23.22 | 0.75 | 4 | 2.80 | 4.17 | 1.39 |
| <i>Diospyros texana</i> | 26.67 | 0.63 | 40.56 | 1.30 | 3 | 2.10 | 4.03 | 1.34 |
| <i>Mimosa malacophylla</i> | 20.00 | 0.47 | 37.32 | 1.20 | 2 | 1.40 | 3.07 | 1.02 |
| <i>Castela erecta</i> | 33.33 | 0.78 | 8.75 | 0.28 | 2 | 1.40 | 2.46 | 0.82 |
| <i>Cylindropuntia leptocaulis</i> | 20.00 | 0.47 | 8.16 | 0.26 | 1 | 0.70 | 1.43 | 0.48 |
| <i>Echinocactus texensis</i> | 13.33 | 0.31 | 0.17 | 0.01 | 1 | 0.70 | 1.02 | 0.34 |
| <i>Guaiacum angustifolium</i> | 6.67 | 0.16 | 0.74 | 0.02 | 1 | 0.70 | 0.88 | 0.29 |
| Total | 4266.67 | 100 | 3110.99 | 100 | 143 | 100 | 300 | 100 |

Según el rango-abundancia las especies estudiadas presentan una distribución de tipo geométrico de acuerdo a ese modelo la comunidad se encuentra compuesta por pocas especies muy abundantes y en su mayoría son especies poco abundantes (Figura 1.12).

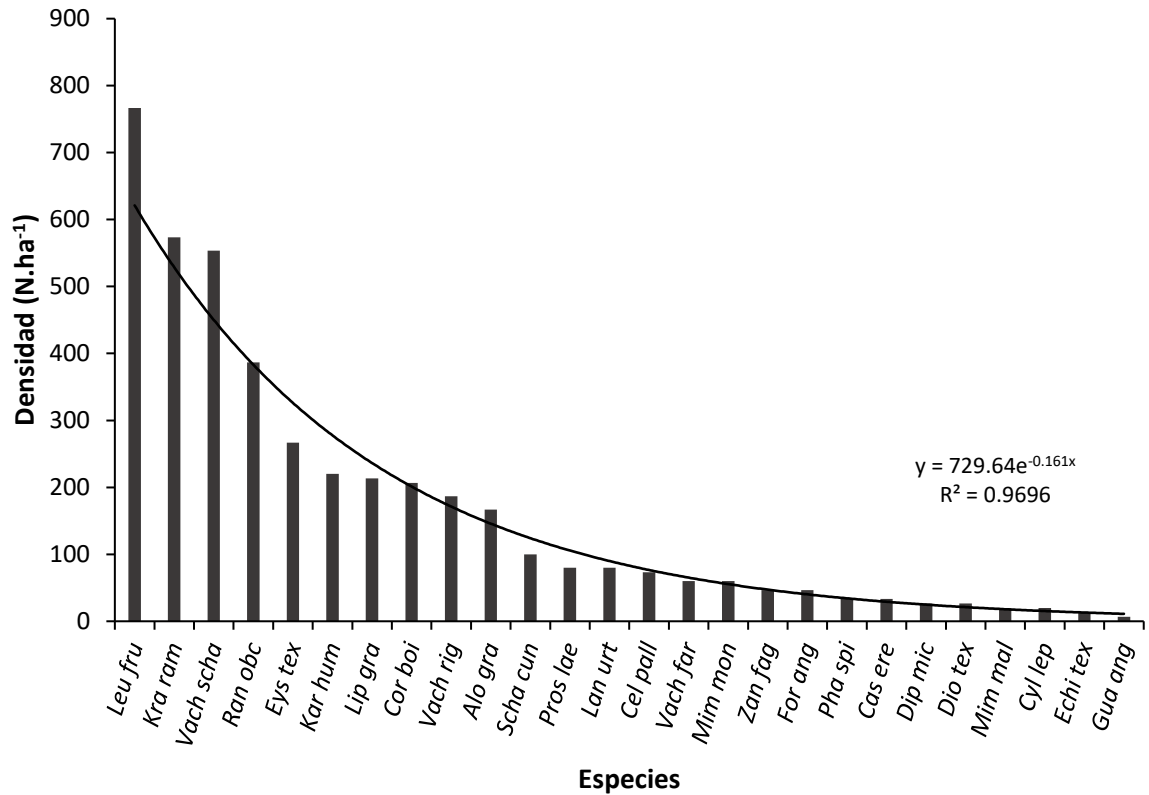


Figura 1.12. Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies del estrato medio-alto en el área de matorral espinoso tamaulipeco en la época húmeda.

b) Estrato bajo

Para el estrato bajo se tuvo un total de 10 especies pertenecientes a 9 géneros y 5 familias. La familia más representativa fue Poaceae con cuatro especies, seguido por Malvaceae y Euphorbiaceae con 2 cada familia, en tanto Fabaceae y Petiveriaceae agrupan a una especie cada una.

Tabla 1.31. Especies presentes en el MET en el estrato bajo en la época húmeda.

| Nombre científico | Nombre común | Familia |
|-----------------------------------|---------------------|----------------|
| <i>Abutilon fruticosum</i> | Pelotazo | Malvaceae |
| <i>Bothriochloa pertusa</i> | Zacate carretero | Poaceae |
| <i>Bouteloua curtipendula</i> | Zacate Banderita | Poaceae |
| <i>Croton capitatus</i> | Hierba del gato | Euphorbiaceae |
| <i>Croton cortesianus</i> | Croton | Euphorbiaceae |
| <i>Desmanthus virgatus</i> | Huizachillo | Fabaceae |
| <i>Eragrostis curvula</i> | Amor seco | Poaceae |
| <i>Malvastrum coromandelianum</i> | Escobillo | Malvaceae |
| <i>Pennisetum ciliare</i> | Zacate buffel | Poaceae |
| <i>Rivina humilis</i> | Coralito | Petiveriaceae |

La abundancia total fue de 75,000 N.ha⁻¹, la especie que mostró los valores más altos fue *Bothriochloa pertusa* con 58,333.33 N.ha⁻¹ representando un 77.78% seguida de *Bouteolua curtipendula* con 5000 N.ha⁻¹ y un 6.67%, *Croton cortesianus* y *Desmanthus virgatus* presentaron una abundancia de 3000 N.ha⁻¹ y un 4% cada especie. Las 6 especies representan el 7.56%.

La dominancia se estimó con área de copa teniendo un total de 1,887.17 m².ha⁻¹ de los cuales la especie más dominante fue *Bothriochloa pertusa* con 1,457.15m².ha⁻¹ representando el 77.21%, seguida de *Croton cortesianus* y *Abutilon fruticosum* con 196.92 m².ha⁻¹ y 110.31m².ha⁻¹ y un 10.43% y 5.85% respectivamente. Las 7 especies restantes representan el 6.51%.

Bothriochloa pertusa presentó la mayor presencia en 13 de los 15 sitios muestreados constituyendo el 40.63%, seguida por *Croton cortesianus* en 5 sitios con 15.63%. Las siguientes 8 especies representaron el 43.75%.

La especie con el mayor peso ecológico según el índice de valor de importancia fue *Bothriochloa pertusa* con un 65.21% seguida de *Croton cortesianus* y *Desmanthus virgatus* con un 10.02% y 6.18% respectivamente. Las especies con menor peso ecológico fueron *Eragrostis curvula*, *Croton capitatus* y *Malvastrum coromandelianum* con un 2.06%, 1.30% y 1.21%.

Tabla 1.32. Abundancia ($N \cdot ha^{-1}$), dominancia ($m^2 \cdot ha^{-1}$), frecuencia e IVI de las especies registradas para el estrato bajo en el MET en época húmeda .

| Especie | Abundancia | | Dominancia | | Frecuencia | | Valores de importancia | |
|-----------------------------------|-------------------|------------|---------------------|------------|------------|------------|------------------------|------------|
| | $N \cdot ha^{-1}$ | % | $m^2 \cdot ha^{-1}$ | % | N.Sitio | % | IVI | IVI (%) |
| <i>Bothriochloa pertusa</i> | 58333.33 | 77.78 | 1457.15 | 77.21 | 13 | 40.63 | 195.62 | 65.21 |
| <i>Croton cortesianus</i> | 3000.00 | 4.00 | 196.92 | 10.43 | 5 | 15.63 | 30.06 | 10.02 |
| <i>Desmanthus virgatus</i> | 3000.00 | 4.00 | 38.50 | 2.04 | 4 | 12.50 | 18.54 | 6.18 |
| <i>Bouteloua curtipendula</i> | 5000.00 | 6.67 | 29.08 | 1.54 | 2 | 6.25 | 14.46 | 4.82 |
| <i>Abutilon fruticosum</i> | 1000.00 | 1.33 | 110.31 | 5.85 | 1 | 3.13 | 10.30 | 3.43 |
| <i>Pennisetum ciliare</i> | 1333.33 | 1.78 | 18.25 | 0.97 | 2 | 6.25 | 8.99 | 3.00 |
| <i>Rivina humilis</i> | 1333.33 | 1.78 | 5.64 | 0.30 | 2 | 6.25 | 8.33 | 2.78 |
| <i>Eragrostis curvula</i> | 1333.33 | 1.78 | 23.92 | 1.27 | 1 | 3.13 | 6.17 | 2.06 |
| <i>Croton capitatus</i> | 333.33 | 0.44 | 6.29 | 0.33 | 1 | 3.13 | 3.90 | 1.30 |
| <i>Malvastrum coromandelianum</i> | 333.33 | 0.44 | 1.11 | 0.06 | 1 | 3.13 | 3.63 | 1.21 |
| Total | 75000 | 100 | 1887.17 | 100 | 32 | 100 | 300 | 100 |

Según el rango-abundancia de las especies estudiadas estas presentan una distribución de tipo logarítmica en la cual se tiene un poco presencia de especies muy abundantes y en su mayoría son especies poco abundantes de esta forma se tiene una curva que asemeja a una jota invertida (Figura 1.13).

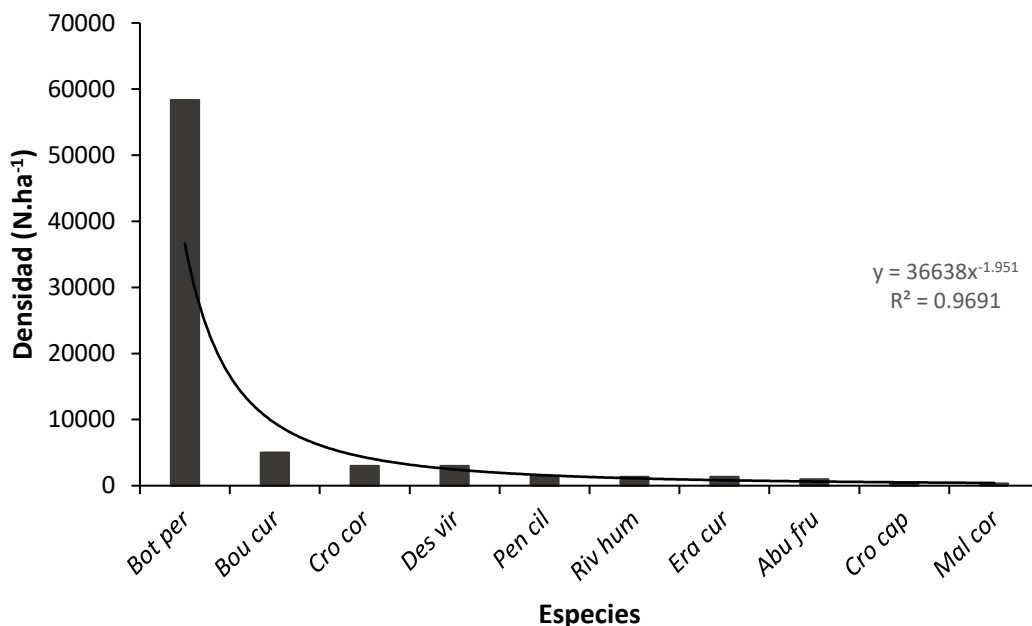


Figura 1.13. Modelo paramétrico de distribución dominancia de las especies del estrato bajo en el área de matorral espinoso tamaulipeco en la época húmeda.

Análisis estadístico

1) Estrato medio-alto

En los resultados obtenidos en la prueba de U Mann-Whitney para el estrato alto-medio en el área testigo indican que existe diferencia estadística significativa para las 3 variables estructurales teniendo un valor para altura de $Z = -2.360$ y $p = 0.018$, para el diámetro $Z = -2.960$ y $p = 0.003$ y para cobertura un valor de $Z = -6.668$ y $p = 2.5947E-11$ (Tabla 1.33).

Tabla 1.33. Resultados de la prueba de U Mann-Whitney para las variables estructurales del estrato alto y medio en épocas seca y húmeda en el área testigo.

| | Altura (h) | Diámetro ($d_{0.10}$) | Cobertura (m) |
|------------------------------------|----------------|-------------------------|---------------|
| U de Mann-Whitney | 134937.000 | 131993.500 | 112547.000 |
| W de Wilcoxon | 340057.000 | 238023.500 | 317667.000 |
| Z | -2.360 | -2.960 | -6.668 |
| Sig. Asintótica (bilateral) | .018 | .003 | 2.5947E-11 |

Los valores cuantitativos muestran que se presenta una ligera disminución en las medias de las variables estructurales en las 3 se presenta la disminución de época seca a húmeda, en altura (ES $\mu= 1.0632$ m y EH $\mu= 1.0101$ m), para el diámetro (ES $\mu= 0.018879$ m y EH $\mu= 0.018727$) y en la variable cobertura en la época seca ($\mu= 1.059087$) y la húmeda ($\mu= 0.704953$) (Tabla 1.34).

Tabla 1.34. Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann- Whitney del estrato alto y medio en épocas seca y húmeda en el área testigo.

| Variable | Época | N | V. Mín. | V. Máx. | μ | σ | Sig. |
|---|--------|-----|---------|---------|---------|----------|------------|
| Altura (h) | Seca | 460 | .08 | 5.00 | 1.0632 | .70997 | .018 |
| | Húmeda | 640 | .06 | 4.30 | 1.0101 | .78025 | |
| Diámetro ($d_{0.10}$) | Seca | 460 | .0000 | .3200 | .018879 | .026589 | .003 |
| | Húmeda | 640 | .0000 | .1900 | .018727 | .018028 | |
| Cobertura (m) | Seca | 460 | .0100 | 4.7250 | 1.05908 | .897681 | 2.5947E-11 |
| | Húmeda | 640 | .0750 | 4.9750 | .704953 | .657329 | |

2) Estrato bajo

Para el estrato bajo en el análisis estadístico de U Mann- Whitney indica que existe diferencia estadística significativa entre ambas variables entre épocas, altura ($Z= -13.072$, $p= 4.756E-39$), cobertura ($Z= -11.813$, $p= 3.3533E-32$) (Tabla 1.35).

Tabla 1.35. Resultados de la prueba de U Mann- Whitney para las variables estructurales del estrato bajo en épocas seca y húmeda en el área testigo.

| | Altura (h) | Cobertura (m) |
|------------------------------------|------------|---------------|
| U de Mann-Whitney | 20262.000 | 23271.500 |
| W de Wilcoxon | 128142.000 | 131151.500 |
| Z | -13.072 | -11.813 |
| Sig. Asintótica (bilateral) | 4.756E-39 | 3.3533E-32 |

En términos cuantitativos en ambas variables estructurales se presentó un aumento de la época seca a la húmeda teniendo valores de $\mu = 0.073966$ m y $\mu = 0.174578$ m para la altura y $\mu = 0.093804$ m y $\mu = 0.159267$ m para cobertura, posiblemente este aumento se presentó por el incremento en la precipitación (Tabla 1.36).

Tabla 1.36. Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney del estrato bajo en épocas seca y húmeda en el área testigo.

| Variable | Época | N | V. Mín. | V. Máx. | μ | σ | Sig. |
|---------------|--------|-----|---------|---------|---------|----------|------------|
| Altura (h) | Seca | 464 | .0100 | .4400 | .073966 | .0703079 | 4.756E-39 |
| | Húmeda | 225 | .0400 | .8400 | .174578 | .149734 | |
| Cobertura (m) | Seca | 464 | .0200 | .4150 | .093804 | .0550233 | 3.3533E-32 |
| | Húmeda | 225 | .0300 | .5600 | .159267 | .0818618 | |

Índices

La diversidad de acuerdo con el índice de Shannon-Wiener para la vegetación presente en el área sometida a rodillo aireador en la época seca en los estratos medio y alto es de 2.473 y para el estrato bajo resulta ser 1.617 y en la época húmeda se encontró que para el estrato medio-alto es 2.56 y para el estrato bajo 2.17. El área incendiada mostró valores del Índice de Shannon-Wiener de 2.102 y 2.562 en el estrato medio-bajo en la época seca y húmeda respectivamente y en el estrato bajo se obtuvieron valores de 0.239 y 1.407 en la época seca y húmeda respectivamente. Finalmente, en el área testigo de matorral espinoso tamaulipeco se encontraron valores en la época seca de 2.605 y 0.587 para los estratos medio-alto y bajo respectivamente, en la época húmeda se registraron valores de 2.690 y 0.954 para los estratos medio-alto y bajo.

En lo que se refiere al Índice de Margalef indica que el área con mayor riqueza fue el área testigo en época seca en el estrato medio-alto con un valor de 4.241 seguido del área testigo muestreado en época húmeda en el estrato medio-alto con 3.869. Además, la condición con menor riqueza de especies corresponde al

estrato bajo del área incendiada en época seca con un valor de 0.315(Tabla 1.37).

Tabla 1.37. Índice de diversidad alfa de Shannon-Wiener e índice de riqueza de especies de Margalef.

| TRATAMIENTO | ÉPOCA | ESTRATO | ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (<i>H</i>) | ÍNDICE DE MARGALEF (<i>D_{MG}</i>) |
|-------------------------|--------------|--------------------|---------------------------------------|--|
| RODILLO AIREADOR | Época seca | Estrato medio-alto | 2.473 | 2.913 |
| | | Estrato bajo | 1.617 | 2.118 |
| | Época húmeda | Estrato medio-alto | 2.56 | 3.006 |
| | | Estrato bajo | 2.17 | 2.745 |
| ÁREA INCENDIADA | Época seca | Estrato medio-alto | 2.102 | 3.772 |
| | | Estrato bajo | 0.239 | 0.315 |
| | Época húmeda | Estrato medio-alto | 2.562 | 3.362 |
| | | Estrato bajo | 1.407 | 2.177 |
| MET | Época seca | Estrato medio-alto | 2.605 | 4.241 |
| | | Estrato bajo | 0.587 | 0.326 |
| | Época húmeda | Estrato medio-alto | 2.690 | 3.869 |
| | | Estrato bajo | 0.954 | 1.662 |

Índice de Jaccard

De acuerdo al índice de similitud de Jaccard se observa que los sitios que tienen más similitud son el área incendiada en época seca y el área testigo en época seca con un índice de similitud de 0.611 representando un grado de similitud del

61.1%. Los siguientes sitios con mayor similitud resultan ser las áreas con tratamiento de rodillo aireador con un grado de similitud del 58.7%.

Tabla 1.38. Índice de similitud de Jaccard

| Nodo | Grupo 1 | Grupo 2 | Similitud | Objetos en grupo |
|------|---------|---------|-----------|------------------|
| 1 | Inc 1 | MET 1 | 0.611 | 2 |
| 2 | Rod 1 | Rod 2 | 0.587 | 2 |
| 3 | Nodo 2 | Inc 2 | 0.455 | 3 |
| 4 | Nodo 3 | MET 2 | 0.426 | 4 |
| 5 | Nodo 4 | Nodo 1 | 0.409 | 6 |

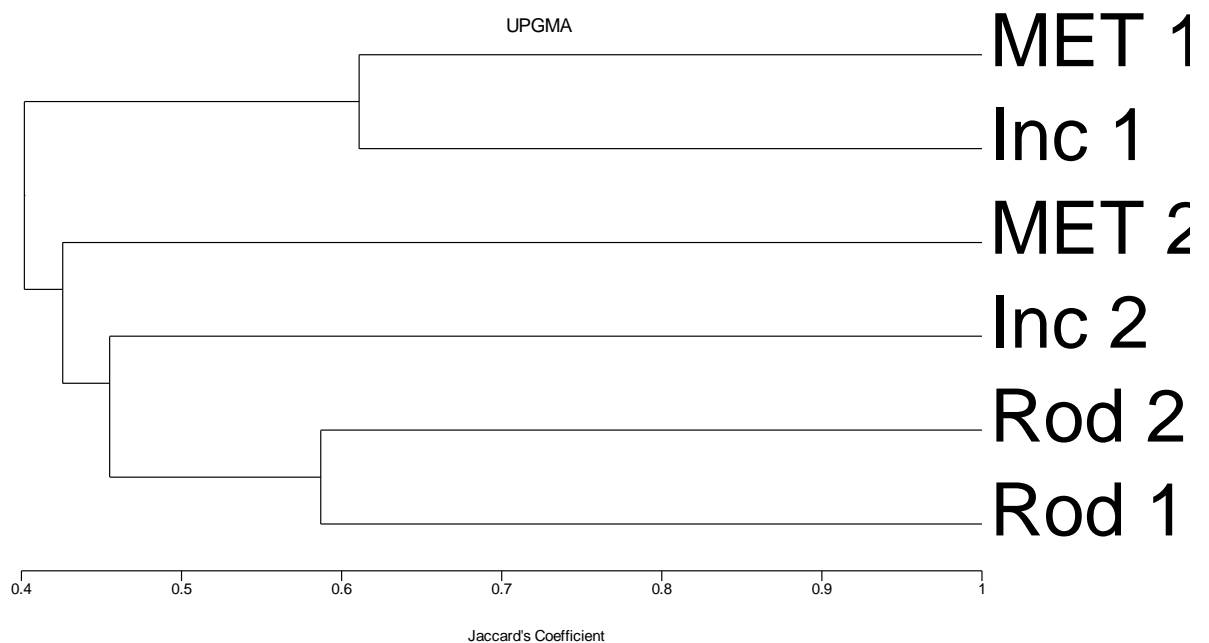


Figura 1.14. Diagrama del índice de similitud de Jaccard

1.5 Discusión

Estrato medio-alto

Se registraron un total de 40 especies pertenecientes a 22 familias y 34 géneros, de las cuales la familia Fabaceae resultó ser la más representativa al agrupar 11

especies, resultados que coinciden con las investigaciones realizadas por Alanís-Rodríguez *et al.* (2008, 2013), Molina *et al.* (2013), Mora *et al.* (2013) y Leal-Elizondo (2019), quienes mencionan en sus investigaciones que Fabaceae es la mejor representada y es la que presenta mayor número de especies tanto en regiones con impacto antropogénico así como en áreas de recuperación.

Pequeño-Ledezma *et al.* (2013) encontraron en su investigación que la familia Fabaceae fue la más representada de 11 familias registradas al agrupar mayor número de especies. Asimismo, Reséndiz-Dávila (2012) en el estudio que realizó encontró que esta familia fue la que mayor número de especies agrupó con un total de nueve.

Estrada *et al.* (2004) y Jiménez *et al.* (2012) refieren que las áreas que han sufrido algún tipo de disturbio por actividad antropogénica presentan una baja disponibilidad de nitrógeno, por esta razón surge el establecimiento de especies con estas características en las primeras fases de la sucesión ecológica.

Además, registraron 11 familias, 16 géneros y 19 especies leñosas, señalando a la familia Leguminosae como la más representativa, agrupando a *Acacia farnesiana*, *A. rigidula* y *A. berlandieri* con valores altos de dominancia y frecuencia.

Asimismo, Leal-Elizondo (2018) registró 12 especies pertenecientes a 12 géneros y 7 familias, mencionando a Fabaceae como la familia más dominante con 6 de las 12 especies registradas.

La presencia de la familia Fabaceae podría deberse a la capacidad que presenta para competir con otras familias por los recursos del ecosistema, ya que se menciona que son más tolerantes al déficit hídrico edáfico de acuerdo a que presentan valores más altos en el potencial hídrico del xilema al pre-amanecer y mediodía, bajo condiciones de estrés hídrico (López *et al.*, 2010, González-Rodríguez *et al.* 2011).

En este estudio la especie que presentó el mayor peso ecológico de acuerdo con los resultados obtenidos del IVI fue *Zanthoxylum fagara* con un 17.01%, ésta especie fue registrada en el área incendiada en la época húmeda.

Jiménez-Pérez *et. al* (2012) mencionan a *Diospyros texana* como la especie con mayor peso ecológico con un valor de 21.25%. Sin embargo, Leal- Elizondo (2018) menciona a *Vachellia farnesiana* como la especie con mayor peso ecológico en base al índice de valor de importancia a con 60.49%.

En este estudio se obtuvieron valores para el índice de Shannon $H' = 2.10$ el más bajo registrado hasta 2.69 como el más alto para el estrato medio-alto. Asimismo, el índice de Margalef en el estrato medio-alto se muestra valores $D_{Mg} = 2.91$ a 4.24.

Leal-Elizondo (2018) registró un valor de H' de 0.86 y un valor de $D_{Mg} =$ de 1.66 estos valores son considerados como bajos en comparación a otras comunidades maduras, valores relativamente bajos para los obtenidos en esta investigación.

Alanís-Rodríguez *et al.* (2008) registró en su investigación donde evaluó la diversidad de especies arbóreas y arbustivas en el matorral espinoso tamaulipeco en cuatro áreas con distinto historial de uso tras 21 años de abandono los índices de $H' = 1.38, 2.1, 2.24, 2.27$ y para el índice de Margalef $D_{Mg} = 1.33, 2.46, 2.31, 2.17$ para las áreas de ganadería intensiva, ganadería extensiva, agricultura y matarrasa respectivamente, valores similares a los obtenidos en la presente investigación.

Leal-Elizondo (2019) registró un valor de índice de Shannon de $H' = 2.79$ y de índice de Margalef de $D_{Mg} = 4.58$ en un estudio realizando en el CIPA perteneciente a la UANL en el estrato medio-alto. De igual forma para el área de MET correspondiente al rancho San Salvador sometida a tratamiento de rodillo aireador donde se presentaron valores de $H' = 2.34$ y $D_{Mg} = 3.32$ y en un área sin tratamiento en el mismo rancho valores de $H' = 2.50$ $D_{Mg} = 3.35$.

Estrato bajo

En esta investigación se tiene que la especie la especie con mayor peso ecológico según el Índice de valor de importancia es *Bothriochloa pertusa* con un 80.13% presente en el área incendiada en la época seca.

Molina-Guerra *et al.* (2013) menciona en su investigación en un sistema de pastoreo Savory a *Cenchrus ciliaris* con un valor de 59.31% como la especie con mayor peso ecológico según el IVI, y a *Panicum texanum* con 37.76% como la especie de mayor peso ecológico en un sistema de pastoreo continuo.

En este estudio se obtuvieron valores para el índice de Shannon para el estrato bajo de $H' = 0.239$ a 2.17. Para el índice de Margalef en el estrato bajo se obtuvieron los valores de $D_{Mg} = 0.315$ a 2.745.

Molina-Guerra *et al.* (2013) registro en su investigación valores 2.22 y 2.11 para el índice de Shannon (H') para el sistema Savory y el pastoreo continuo respectivamente.

Leal-Elizondo (2019) registro un valor de índice de Shannon de $H' = 1.76$ y de índice de Margalef de $D_{Mg} = 1.41$ para una fracción de matorral espinoso tamaulipeco situado en el CIPA UANL para el estrato bajo. ACT índice de Shannon de $H' = 1.95$ y de índice de Margalef de $D_{Mg} = 2.82$. AST $H' = 1.36$ y de índice de Margalef de $D_{Mg} = 2.79$.

Capítulo 2

Estimación de biomasa en el matorral espinoso tamaulipeco sometido a diferentes tratamientos

2.1 Resumen

El presente estudio se realizó en la UMA "Agroganadería San Salvador" donde se buscó evaluar la producción de biomasa y capacidad de carga del matorral espinoso tamaulipeco en tres condiciones de vegetación (área sometida a rodillo aireador, área incendiada y área testigo) se realizaron quince parcelas de 50 m² (5 x 10 m) para el estrato alto, quince de 25 m² (5 x 5 m) para el estrato medio, se utilizó el método de Adelaide el cual consiste en tomar una muestra de mano y registrar las repeticiones de esta en cada especie correspondiente, posteriormente se lleva la muestra a secado en estufa a 65°C y se registra su peso seco. Para el estrato bajo se utilizó el método de corte total en treinta parcelas de muestreo de 1 m² (1 x 1m). registrando valores de 690.30 y 2,227.99 kg.ha⁻¹ para el área sometida a rodillo aireador en época seca y húmeda respectivamente, 1,273.31 kg.ha⁻¹ en época seca y 1,991.45 kg.ha⁻¹ en época húmeda para las áreas incendiadas y valores de 770.08 y 1261.75 kg.ha⁻¹ para el área testigo en época seca y húmeda respectivamente. En cuanto a la capacidad de carga se obtuvieron valores desde 99.06 hasta 319.74 animales la mayor capacidad de carga corresponde al área de rodillo aireador en época seca. En general se tiene que las áreas presentan buena condición de agostadero.

2.2 Introducción

Existe un cambio en las comunidades vegetales cuando son utilizadas por una clase particular de animales (ganado bovino, ovino, caprino, equino e inclusive fauna silvestre). Como consecuencia de la presión de pastoreo las plantas más consumidas disminuirán su densidad perdiendo vigor y capacidad reproductiva. Por otra parte, las plantas menos preferidas aumentarán su densidad provocando un cambio en la composición florística de la comunidad (Álvarez *et al.*, 2012; Wang y Batkhisig, 2016).

A sí mismo, se encuentran los agostaderos que son aquellas superficies dedicadas a la ganadería de forma extensiva, generalmente con presencia de vegetación nativa. También se les denomina potreros, áreas de uso pecuario, tierras de pastoreo o pastizales, esta última denominación es muy común y se aplica independientemente del tipo de vegetación que ahí se encuentre. Los pastizales naturales y los matorrales resultaron ser el recurso básico que permitió el desarrollo ganadero (CONAZA, 1994).

Debido a lo antes mencionado se han establecido Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) con el fin de diversificar la fuente de ingreso al introducir en el manejo del agostadero para fauna silvestre. Un agostadero que se maneja de una manera óptima se puede seguir manteniendo sin necesidad de usar algún tipo de herramienta mecánica, sin embargo, al estar en una situación extrema deben ser recuperados mediante la inversión de otras técnicas que permitan acelerar el proceso de regeneración (Ayala *et al.*, 2014 y Hudson, 2015).

Por tal razón en el presente estudio se busca el conocer la producción de biomasa, así como estimar la capacidad de carga del matorral espinoso tamaulipeco sometido a diferentes tratamientos durante las épocas seca y húmeda, obteniendo así información que pueda ser utilizada como referencia en investigaciones futuras.

2.3 Materiales y métodos

2.3.1 Área de estudio

El área de estudio se encuentra en una Unidad para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la vida Silvestre (UMA), perteneciente al Rancho Agroganadería San Salvador ubicado en Villagrán, Tamaulipas, México. El tipo de vegetación que predomina en la zona es el matorral espinoso tamaulipeco. Se establecieron tres áreas de muestreo, la primera sometida al uso de rodillo aireador (ATR) ubicada en las coordenadas 24° 38' 32.64''N y 99°

17°16.86''O, la segunda, fue un área incendiada (ATI) la cual se localiza en las coordenadas 24° 38'0.81''N y 99° 19' 28.5''O y la tercera fue un área testigo sin intervención (AST) ubicada en las coordenadas 24° 38' 3.15'' N y 99° 18' 13.9'' O cada área con una superficie de 165 ha.

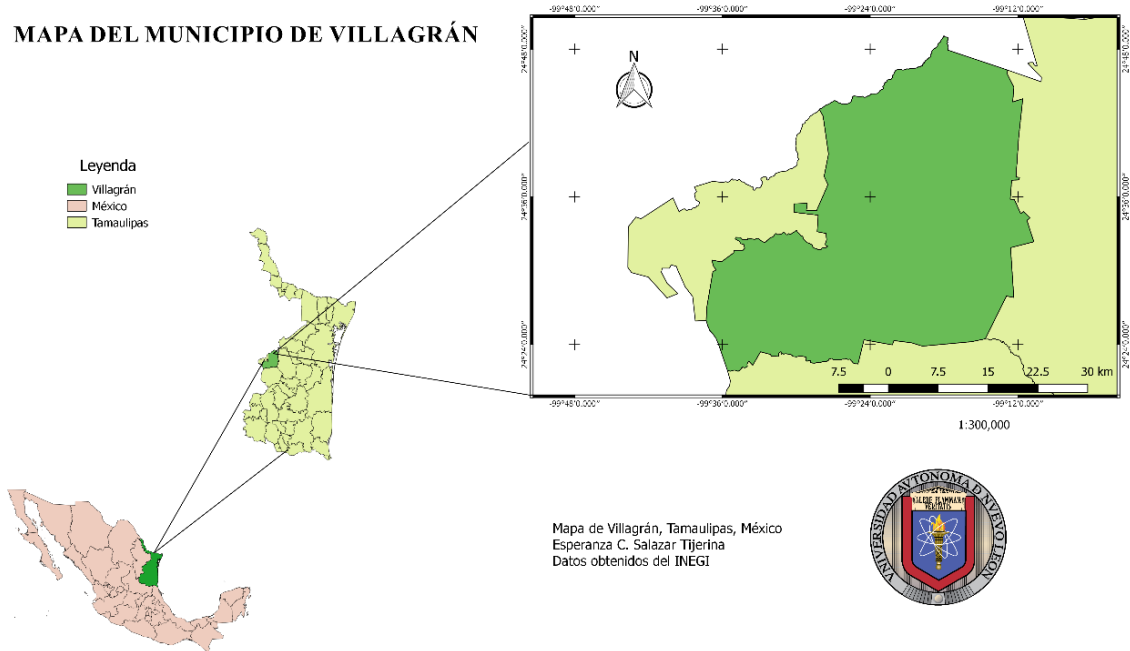


Figura 2.1. Localización del área de estudio

2.3.2 Análisis de la vegetación

Para estimar la producción de biomasa seca disponible se usó la metodología propuesta por Serra (2006). En los sitios de muestreo se establecieron cuadrantes para los tres estratos de la vegetación: el estrato bajo (EB) contempla la evaluación de especies herbáceas, gramíneas y malezas (<0.3 m de altura) en dos cuadrantes de 1 m² (1x1m) en cada parcela, en los cuales se utilizó el método 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), que contempla la evaluación de especies arbustivas (0.31-1.5 m de altura) se utilizó cuadrantes de 25 m² (5 x 5 m). Finalmente, el estrato alto (EA), incluye las especies arbóreas (>1.5 m de

altura), se usaron cuadrantes de 50 m² (5 x 10 m), en estos dos últimos estratos se usó el método de Adelaide (Chávez, 2000; Olgún, 2005), siendo un método preciso, práctico y sencillo para estimar biomasa foliar (Foroughbakhch *et al.*, 1996). Las muestras vegetales recolectadas se secaron a una temperatura de 65° C durante 24 a 72 horas o hasta perder la humedad y llegar a un peso constante, para posteriormente ser pesadas y estimar la biomasa.

2.3.3 Análisis de la información

Para la estimación de la biomasa seca se usó la ecuación propuesta por Serra (2006), la cual se presenta a continuación:

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

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.

El coeficiente de agostadero se realizó usando 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 y se expresa en (Ha.UA), Forraje consumido por UA/año = 4927.5 kg.UA, *UA* = Unidad animal, *PFA* = Producción de forraje anual (kg. ha⁻¹), *FU* = Factor de utilización (0.6).

Para estimar la Capacidad de Carga para el venado cola blanca, se utilizó la fórmula adaptada de Gallina y Chargoy (1987).

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

Dónde *CCV* = Capacidad de carga, *fv* = Factor de utilización para no poner en riesgo la condición del hábitat, considerando como factor 0.60, *pv* = Biomasa

disponible en determinada época del año, cv = Consumo total de una unidad animal, tv = Tiempo de consumo.

2.3.4 Análisis estadístico

Para pruebas estadísticas se utilizará el paquete estadístico SPSS® (Statistical Package for Social Sciences) pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk para probar los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas de la variable de producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) por estrato alto (EA), medio (EM) y bajo (EB) entre las épocas seca y húmeda. Los resultados demostraron que los datos no se distribuyeron normalmente por esta razón se utilizó la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney. Para el estrato bajo en las áreas de incendio y testigo no fue posible realizar pruebas estadísticas debido a la poca cantidad de datos muestrales registradas para estas áreas.

2.4 Resultados

Producción de biomasa

- 1) Área con tratamiento de rodillo aireador**
 - a) Época seca**

Se tiene la producción de biomasa disponible en una fracción del matorral espinoso tamaulipeco con uso de rodillo aireador en la época seca, en los tres estratos de vegetación produciendo un total de $690.30 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ siendo el estrato bajo el principal aportador de biomasa compuesto en su mayoría por herbáceas, aportando $402.27 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (58.27%) de la biomasa disponible en el área de estudio, siguiendo del estrato medio y por último el alto con una producción de $209.10 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y $78.93 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ respectivamente.

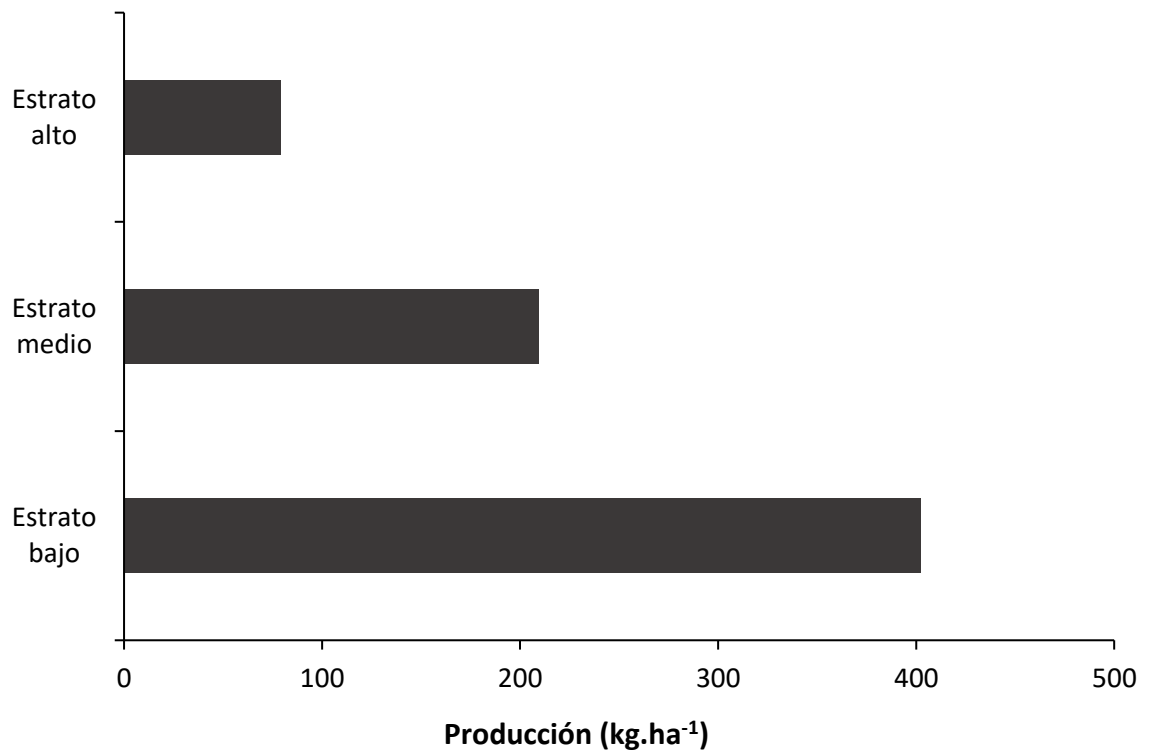


Figura 2.2. Producción de biomasa disponible (kg.ha⁻¹) para el área con tratamiento mecánico de rodillo aireador en la época seca.

La siguiente figura indica la producción de biomasa disponible estimada en el área de estudio en forma individual por el estrato alto. La especie con mayor producción fue *Cordia boissieri* con 50.9 kg.ha⁻¹ seguida por *Celtis pallida* con 16.656 kg.ha⁻¹, *Zanthoxylum fagara* con 7.92 kg.ha⁻¹ y *Aloysia gratissima* con solo 3.456 kg.ha⁻¹.

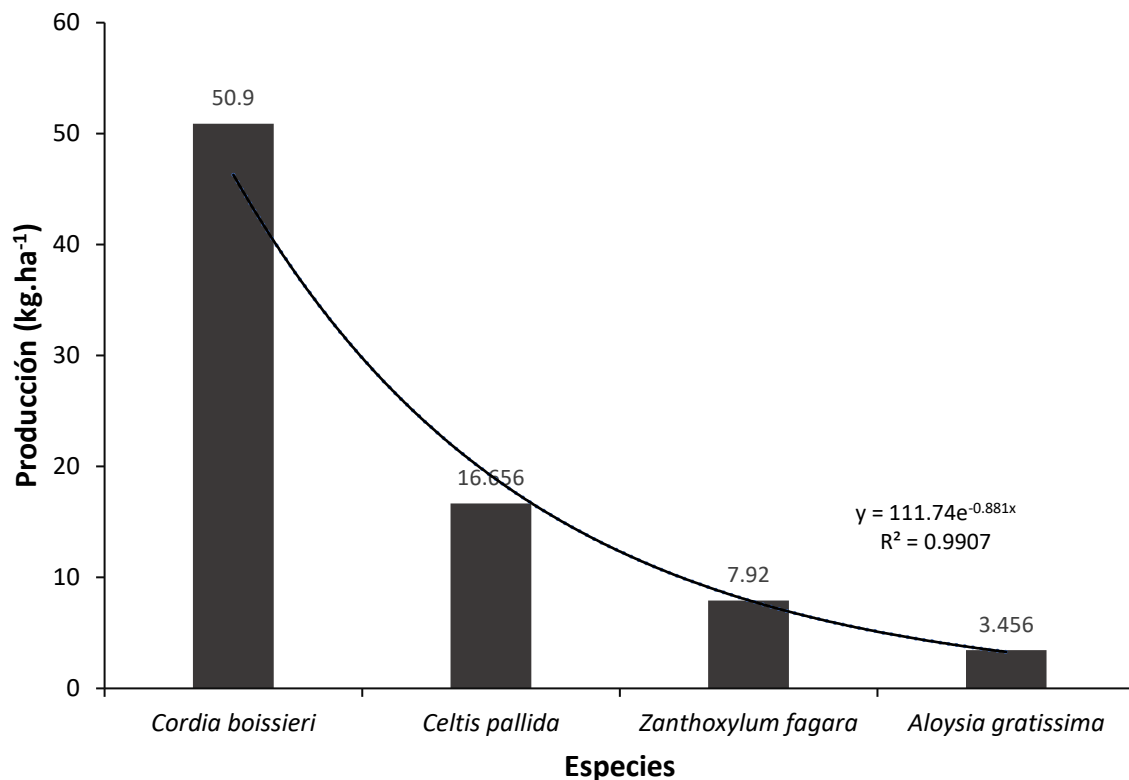


Figura 2.3. Producción de biomasa disponible (kg.ha⁻¹) para el área con tratamiento mecánico de rodillo aireador en la época seca para el estrato alto.

Las especies tomadas en cuenta para el estrato medio se encuentran disponible en un rango de 0.3 m a 1.5 m. La especie con mayor aportación es *Zanthoxylum fagara* con 34.01 kg.ha⁻¹, aportando el 16.27% de la producción, siguiendo de *Vachelia rigidula* y *Randia obcordata* con 33 kg.ha⁻¹ y 23.67 kg.ha⁻¹ respectivamente con un aporte del 27.1%.

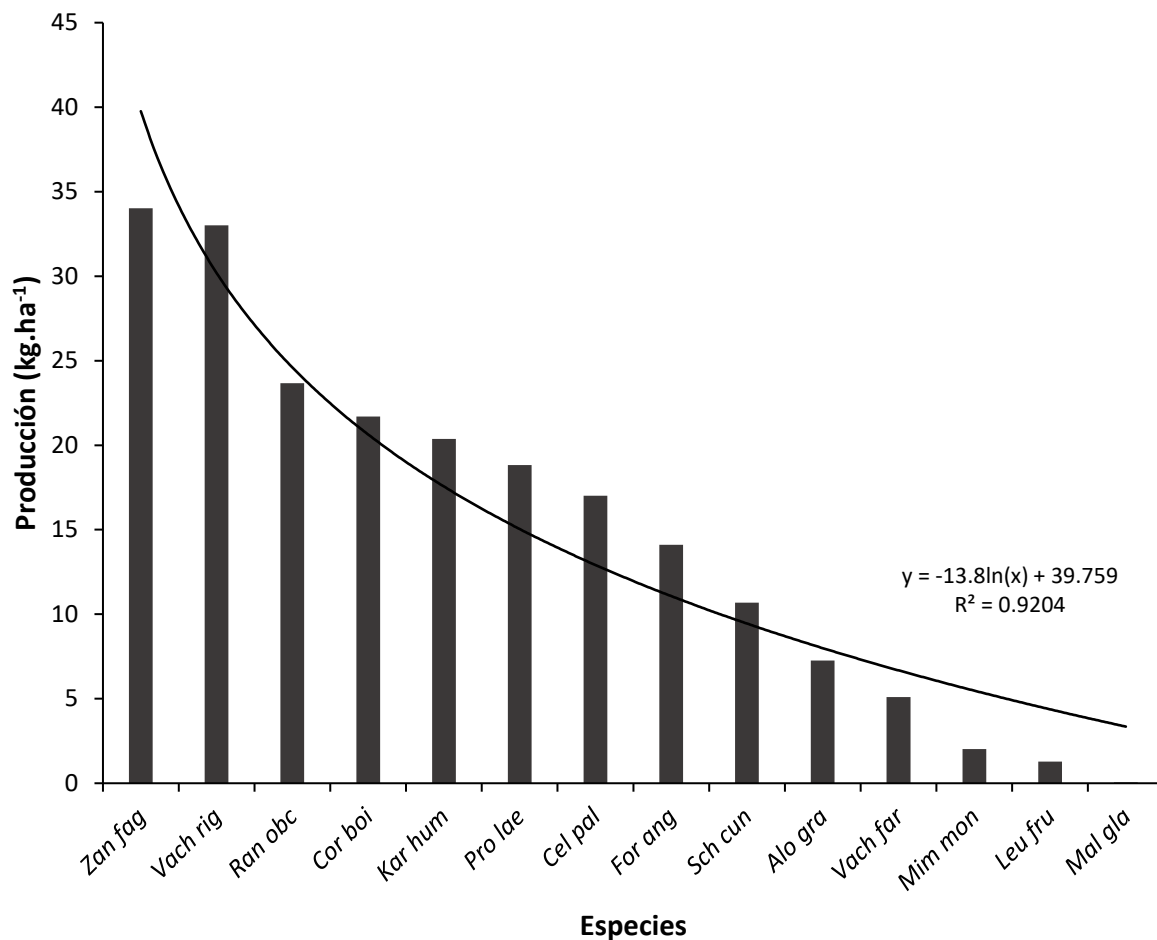


Figura 2.4. Producción de biomasa disponible (kg.ha⁻¹) para el área con tratamiento mecánico de rodillo aireador en la época seca para el estrato medio.

Para la producción de biomasa para el estrato bajo se observa que se tiene mayor producción en pastos con un valor de 345 kg.ha⁻¹ un 89.41% de la producción total del estrato y para las herbáceas se tiene una producción del 40.87 kg.ha⁻¹ con una representación de 10.59%.

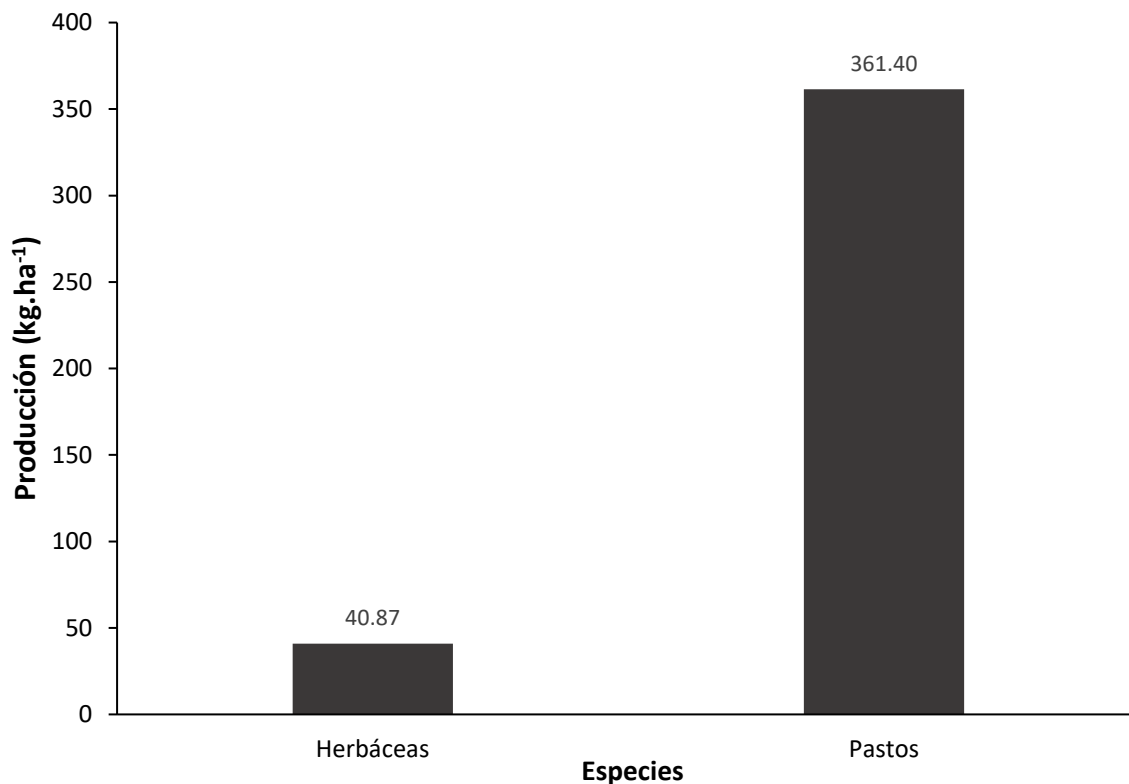


Figura 2.5. Producción de biomasa disponible (kg.ha⁻¹) para el área con tratamiento mecánico de rodillo aireador en la época seca para el estrato bajo.

b) Época húmeda

En el área de matorral espinoso tamaulipeco sometida al tratamiento mecánico de rodillo aireador en la época húmeda se obtuvo una producción total de biomasa de 2227.99 kg.ha⁻¹ de los cuales el estrato bajo es el que tiene una mayor aportación con 1486.33 kg.ha⁻¹ representando más de la mitad con una aportación del 60.71%. Seguido por el estrato medio con una producción de biomasa de 586.59 kg.ha⁻¹ representando el 26.33% y el estrato alto es el que aporta menos biomasa a el área estudiada con una producción de 155.07 kg.ha⁻¹ con un porcentaje del 6.96%.

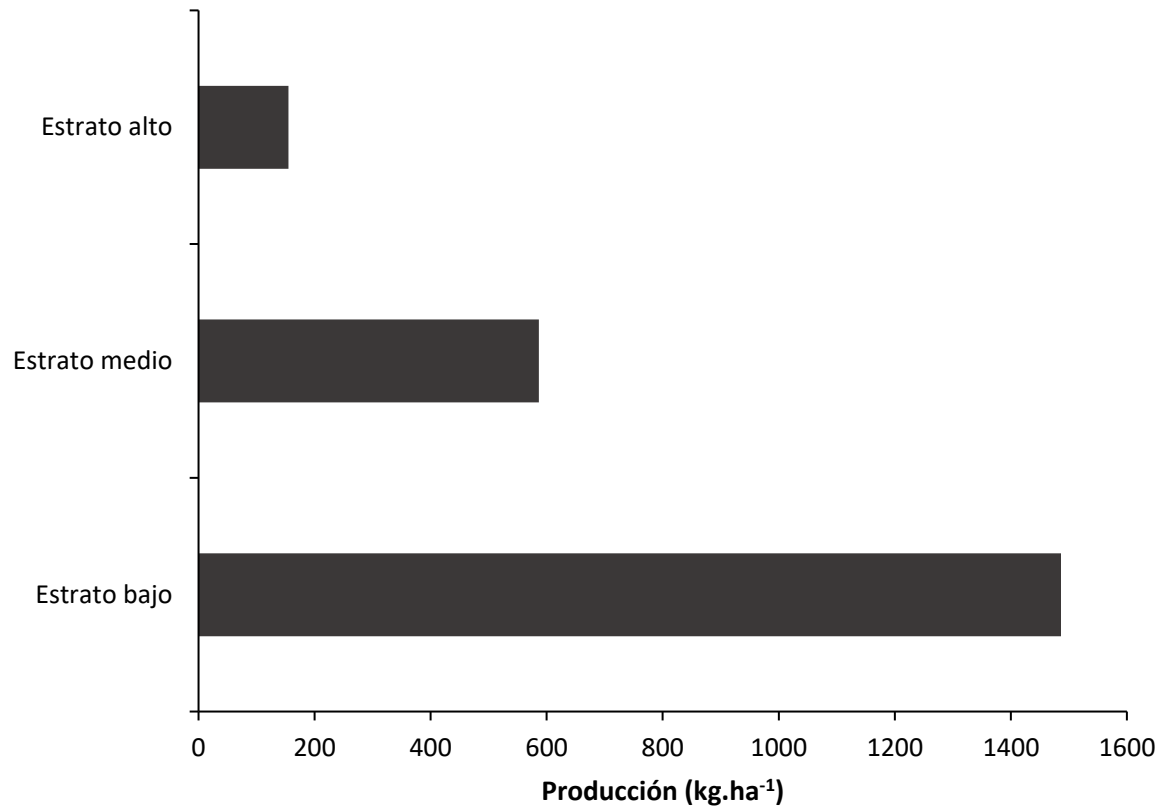


Figura 2.6. Producción de biomasa disponible (kg.ha⁻¹) para el área con tratamiento mecánico de rodillo aireador en la época húmeda.

Las especies con mayor aportación de biomasa para el estrato alto fue *Celtis pallida* con 60.20 kg.ha⁻¹ seguido de las especies *Cordia boissieri* y *Prosopis laevigata* con una producción de 45.87 kg.ha⁻¹ y 40.20 kg.ha⁻¹ respectivamente y la especie que menos aportación tuvo fue *Randia obcordata* con 8.80 kg.ha⁻¹.

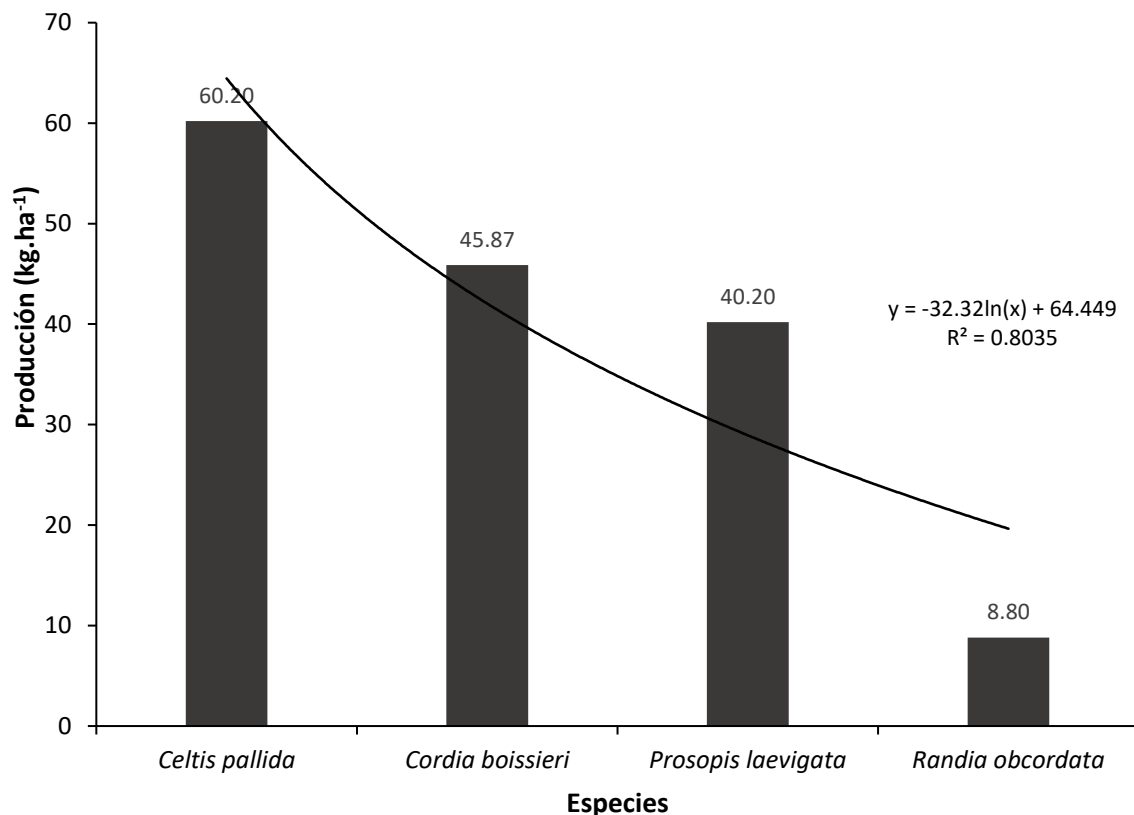


Figura 2.7. Producción de biomasa disponible (kg.ha⁻¹) para el área con tratamiento mecánico de rodillo aireador en la época húmeda para el estrato alto.

Para el estrato medio se tuvo una producción total de 586.59 kg.ha⁻¹ la especie con mayor aportación fue *Cordia boissieri* con 150.72 kg.ha⁻¹, seguido por las especies *Vachellia rigidula* y *Zanthoxylum fagara* con 125.09 kg.ha⁻¹ y 90.45 kg.ha⁻¹ respectivamente. La especie con menor aportación fue *Jatropha dioica* con 1.54 kg.ha⁻¹ (Figura 2.8).

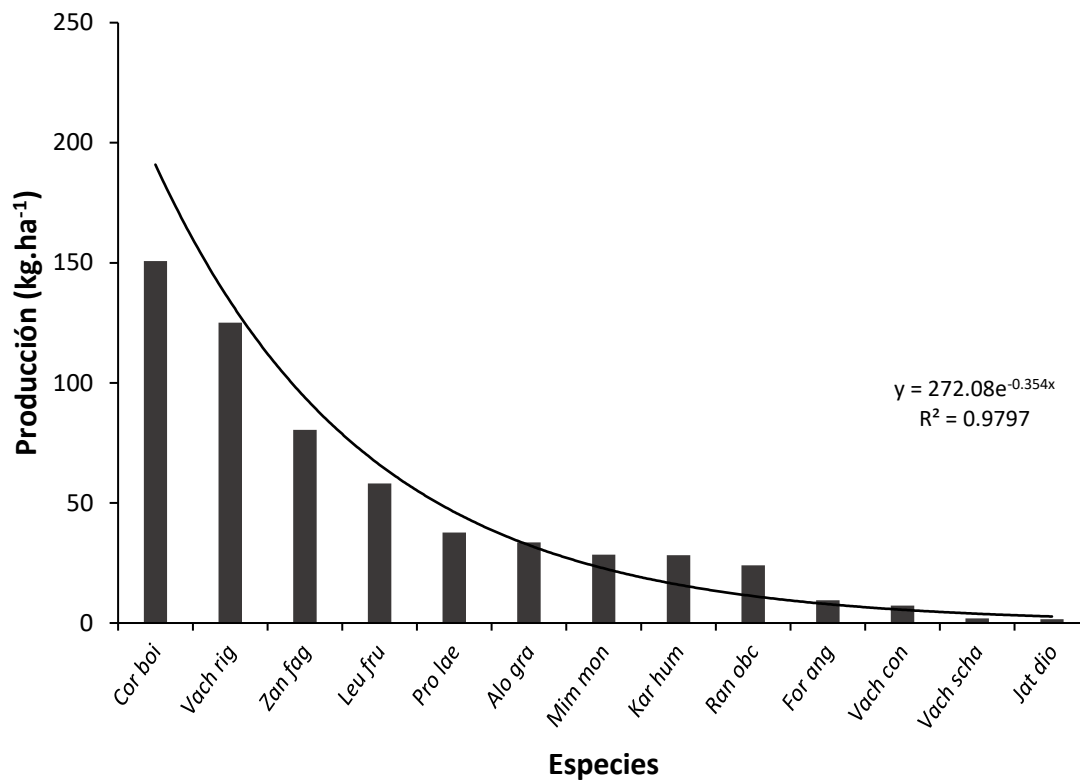


Figura 2.8. Producción de biomasa disponible (kg.ha⁻¹) para el área con tratamiento mecánico de rodillo aireador en la época húmeda para el estrato medio.

En el estrato bajo se obtuvo una producción total de 1486.33 kg.ha⁻¹ de los cuales los pastos tuvieron la mayor aportación con 1154.33 kg.ha⁻¹ con una representación de 77.63% y las herbáceas presentaron una producción de 332 kg.ha⁻¹.



Figura 2.9. Producción de biomasa disponible (kg.ha⁻¹) para el área con tratamiento mecánico de rodillo aireador en la época húmeda para el estrato bajo.

Análisis estadísticos

1) Estrato alto

Los resultados de la prueba de U de Mann-Whitney para el estrato alto en el área de estudio indican que no existe diferencia estadística significativa entre la variable de producción de biomasa (kg.ha⁻¹) entre las épocas seca y húmeda (Es $p= .642$ y EH $p= .594$) (Tabla 2.1).

Tabla 2.1. Resultados de la prueba U de Mann-Whitney del estrato alto en épocas seca y húmeda en el área de rodillo aireador.

| | Producción de biomasa (Kg. ha ⁻¹) |
|------------------------------------|---|
| U de Mann-Whitney | 49.000 |
| W de Wilcoxon | 85.000 |
| Z | -.217 |
| Sig. Asintótica (bilateral) | .860 |

En términos cuantitativos se muestra que la producción de biomasa para el estrato alto presento un aumento en la época seca ($\mu= 9.866500 \text{ kg.vha}^{-1}$) y la húmeda ($\mu= 11.928205 \text{ kg.ha}^{-1}$), se infiere que se debe al aumento de la precipitación entre épocas (Tabla 2.2).

Tabla 2.2. Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney para el estrato alto en las épocas seca y húmeda en el área de rodillo aireador.

| Variable | Época | N | V. Mín. | V. Máx. | μ | σ | Sig. |
|---|--------|----|---------|---------|----------|-----------|------|
| Producción de biomasa (kg. ha ⁻¹) | Seca | 8 | 3.456 | 17.600 | 9.86650 | 6.108405 | .860 |
| | Húmeda | 13 | 3.466 | 45.866 | 11.92820 | 11.293583 | |

2) Estrato medio

El análisis estadístico de la prueba de U Mann-Whitney indica que existe diferencia estadística significativa entre la variable de producción de biomasa (kg.ha⁻¹) entre las épocas seca y húmeda ($Z= -8.384$, $p=5.137E-17$) para el estrato medio en el área de rodillo aireador (Tabla 2.3).

Tabla 2.3. Resultados de la prueba de U Mann-Whitney del estrato medio en las épocas seca y húmeda en el área de rodillo aireador.

| Producción de biomasa (Kg.ha ⁻¹) | |
|--|-----------|
| U de Mann-Whitney | 1766.500 |
| W de Wilcoxon | 9516.500 |
| Z | -8.384 |
| Sig. Asintótica (bilateral) | 5.137E-17 |

En términos cuantitativos se presentó un aumento en la producción de biomasa entre épocas, presentando valores de $\mu= 1.6863 \text{ kg.ha}^{-1}$ en época seca y $\mu= 6.66576 \text{ kg.ha}^{-1}$ en la época húmeda, estos valores influenciados por el incremento de altura del dosel de árboles y arbustos debido a las precipitaciones (Tabla 2.4).

Tabla 2.4. Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney del estrato medio en las épocas seca y húmeda en el área de rodillo aireador.

| Variable | Época | N | V. Mín. | V. Máx. | μ | σ | Sig. |
|--|--------|-----|---------|---------|--------|----------|-----------|
| Producción de biomasa (kg.ha ⁻¹) | Seca | 124 | .04 | 14.51 | 1.686 | 1.96051 | 5.137E-17 |
| | Húmeda | 88 | .160 | 49.333 | 6.6658 | 7.297814 | |

3) Estrato bajo

- **Herbáceas**

La prueba estadística de U de Mann-Whitney indica que existe diferencia estadística significativa entre la variable de producción de biomasa (kg.ha⁻¹) entre las épocas de muestreo teniendo unos valores de $Z = -3.404$, $p = .001$ en el estrato bajo (herbáceas) (Tabla 2.5).

Tabla 2.5. Resultados de la prueba de U Mann-Whitney del estrato bajo (herbáceas) en las épocas seca y húmeda en el área de rodillo aireador.

| Producción de biomasa (Kg.ha ⁻¹) | |
|--|---------|
| U de Mann-Whitney | 27.000 |
| W de Wilcoxon | 132.000 |
| Z | -3.404 |
| Sig. Asintótica (bilateral) | .001 |

En términos cuantitativos se presentó un incremento en la producción de biomasa (kg.ha⁻¹) entre época seca y época húmeda, (ES $\mu = 20.60$ kg.ha⁻¹ y $\mu = 22.1340$ kg.ha⁻¹ influenciados por el incremento en la altura debido a la precipitación entre épocas (Tabla 2.6).

Tabla 2.6. Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney del estrato bajo (pastos) en las épocas seca y húmeda en el área de rodillo aireador.

| Variable | Época | N | V. Mín. | V. Máx. | μ | σ | Sig. |
|---|--------|----|---------|---------|---------|----------|------|
| Producción de biomasa (kg.ha⁻¹) | Seca | 14 | .73 | 20.60 | 20.60 | 5.15 | .001 |
| | Húmeda | 15 | 1.00 | 96.67 | 22.1340 | 24.50686 | |

- **Pastos**

Los resultados de la prueba U de Mann-Whitney para el estrato bajo indican que no existe diferencia estadística significativa entre la variable de producción de biomasa (kg.ha⁻¹) entre las épocas de muestreo con valores de $Z = -1.307$, $p = .191$ (Tabla 2.7).

Tabla 2.7. Resultados de la prueba de U Mann-Whitney del estrato bajo (pastos) en las épocas seca y húmeda en el área de rodillo aireador.

| Producción de biomasa (Kg.ha⁻¹) | |
|---|---------|
| U de Mann-Whitney | 81.000 |
| W de Wilcoxon | 201.000 |
| Z | -1.307 |
| Sig. Asintótica (bilateral) | .191 |

En términos cuantitativos se presentó un incremento entre épocas de la seca a la húmeda, presentando valores de $\mu = 24.1593$ kg.ha⁻¹ y $\mu = 76.9567$ kg.ha⁻¹ debido principalmente al incremento en la precipitación entre épocas (Tabla 2.8).

Tabla 2.8. Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney del estrato bajo (pastos) en las épocas seca y húmeda en el área de rodillo aireador.

| Variable | Época | N | V. Mín. | V. Máx. | μ | σ | Sig. |
|---|--------|----|---------|---------|---------|----------|------|
| Producción de biomasa (kg.ha⁻¹) | Seca | 15 | 8 | 41.23 | 24.1593 | 8.20512 | .191 |
| | Húmeda | 15 | 3.67 | 236.67 | 76.9567 | 83.98452 | |

2) Área incendiada

a) Época seca

La producción disponible de biomasa para el área incendiada fue un total de 1,273.31 kg.ha⁻¹ de los cuales el estrato bajo es el que presenta una mayor aportación con 722 kg.ha⁻¹ representando el 56.70%, seguido del estrato alto con 323.01 kg.ha⁻¹ y finalmente el estrato medio es el que aporta menos biomasa con una producción de 228.29 kg.ha⁻¹ (Figura 2.10).

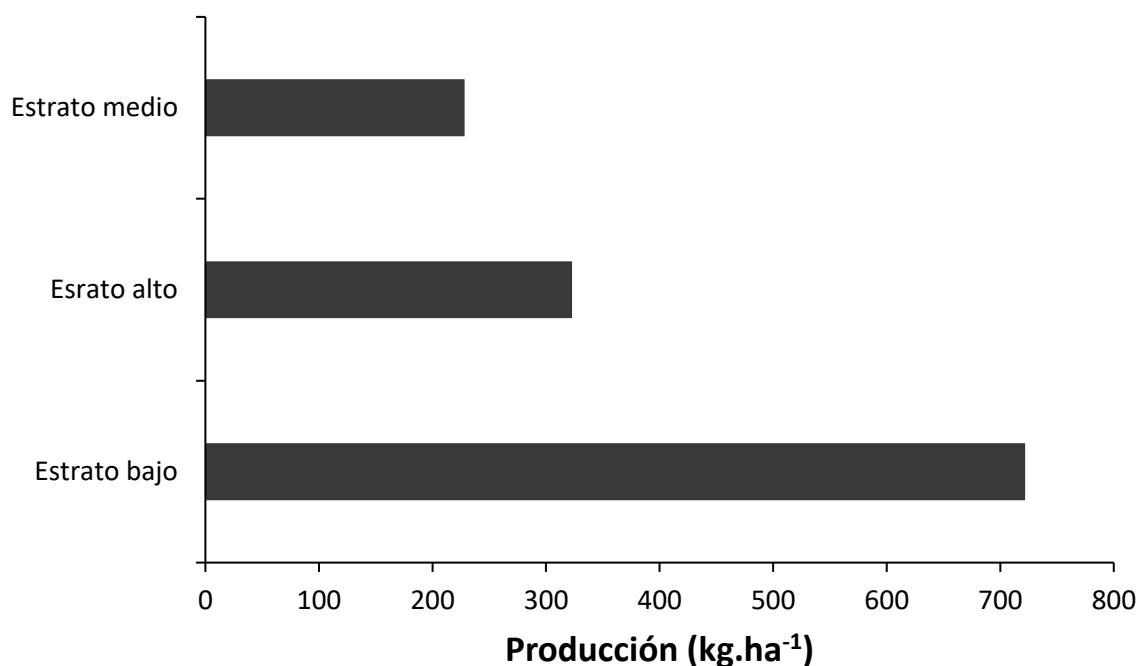


Figura 2.10. Producción de biomasa disponible (kg.ha⁻¹) para el área incendiada en la época seca.

En el estrato alto la especie que tuvo mayor aporte de producción de biomasa resulto ser *Celtis pallida* con 95.81 kg.ha⁻¹ aportando el 29.66% seguido de las especies *Randia obcordata* y *Forestiera angustifolia* con 49.36 kg.ha⁻¹ y 46.20 kg.ha⁻¹ respectivamente, la especie con menor aportación resulto ser *Mimosa monancistra* con una producción de 0.80 kg.ha⁻¹ (Figura 2.11).

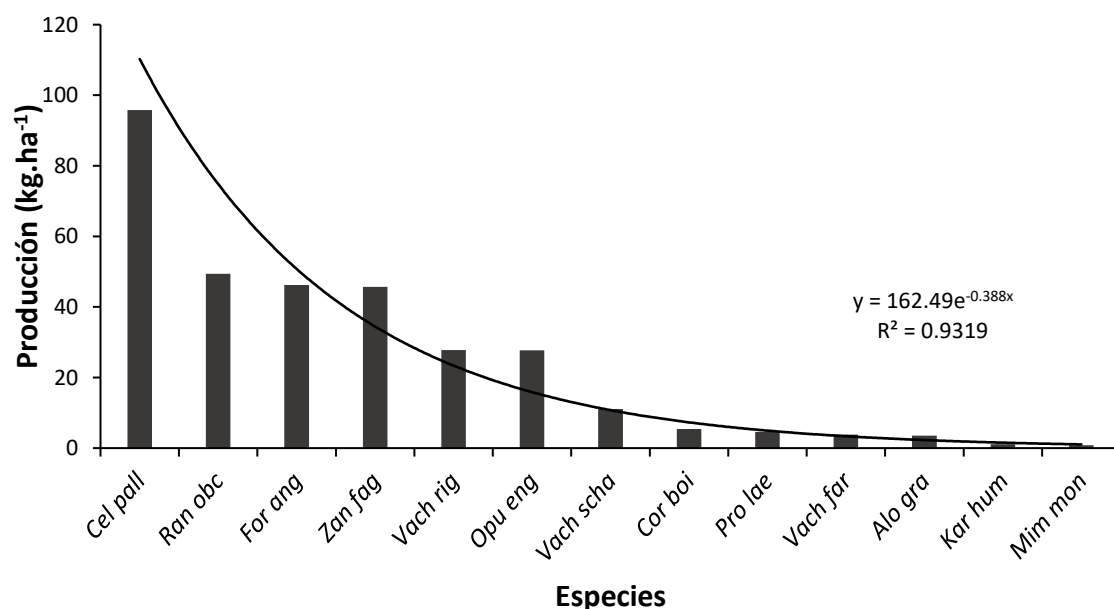


Figura 2.11. Producción de biomasa disponible (kg.ha⁻¹) para el área incendiada en la época seca para el estrato alto.

La especie con mayor aportación en la producción de biomasa del estrato medio resulto ser *Zanthoxylum fagara* con 49.73 kg.ha⁻¹ representando el 21.78% seguido por las especies *Opuntia engelmanni* y *Mimosa monancistra* con una producción de 41.6 kg.ha⁻¹ y 32.24 kg.ha⁻¹ respectivamente. La especie con menor aporte de biomasa fue *Lantana macropoda* con 0.613 kg.ha⁻¹.

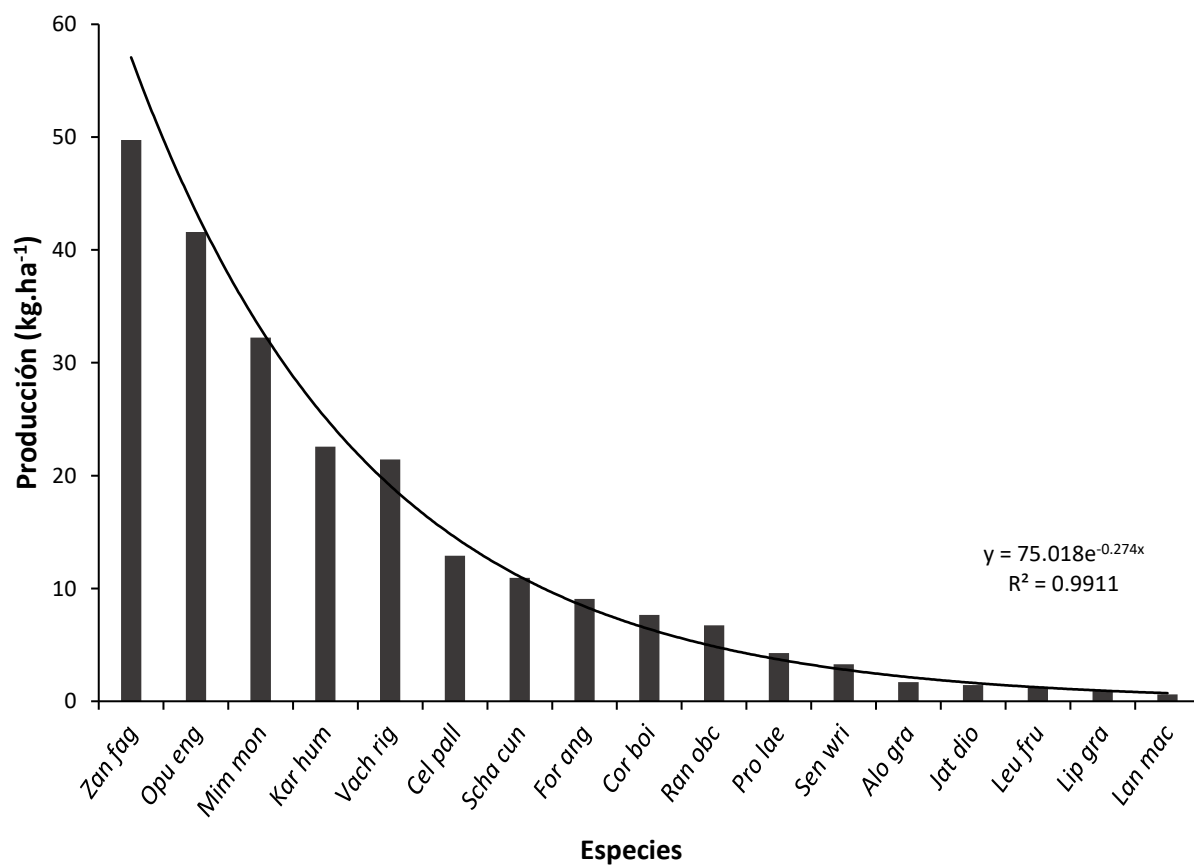


Figura 2.12. Producción de biomasa disponible (kg.ha⁻¹) para el área incendiada en la época seca para el estrato medio.

Para el estrato bajo este se observó que los pastos tuvieron la mayor producción del total los cuales aportaron el 98.06% con una cantidad de 708 kg.ha⁻¹, las herbáceas aportaron 14 kg.ha⁻¹.

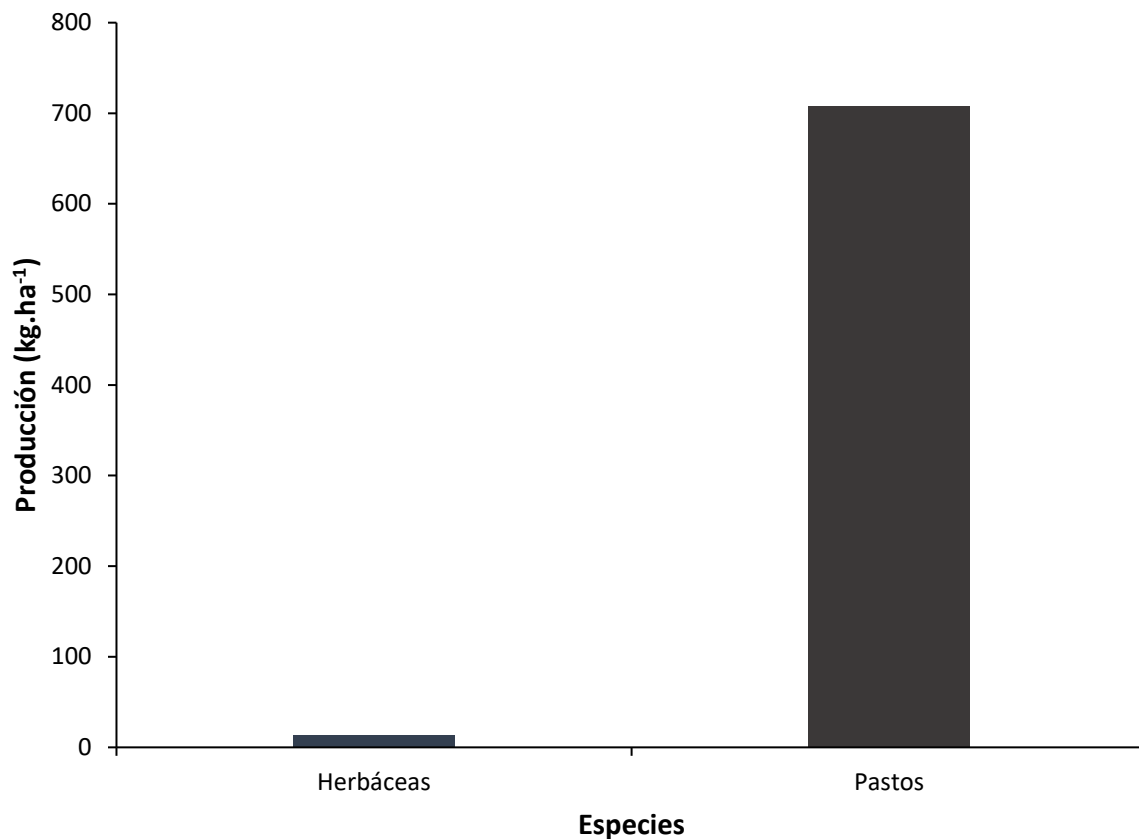


Figura 2.13. Producción de biomasa disponible (kg.ha⁻¹) para el área incendiada en la época seca para el estrato bajo.

b) Época húmeda

Para el área sometida a incendio en la época húmeda se obtuvo una producción total de biomasa de 1991.45 kg.ha⁻¹ de los cuales el estrato bajo fue el que tuvo mayor aportación con 1312.67 kg.ha⁻¹ representando el 66.92% seguido por el estrato alto con 469.61 kg.ha⁻¹ y el estrato medio aportó una producción del 209.17 kg.ha⁻¹.

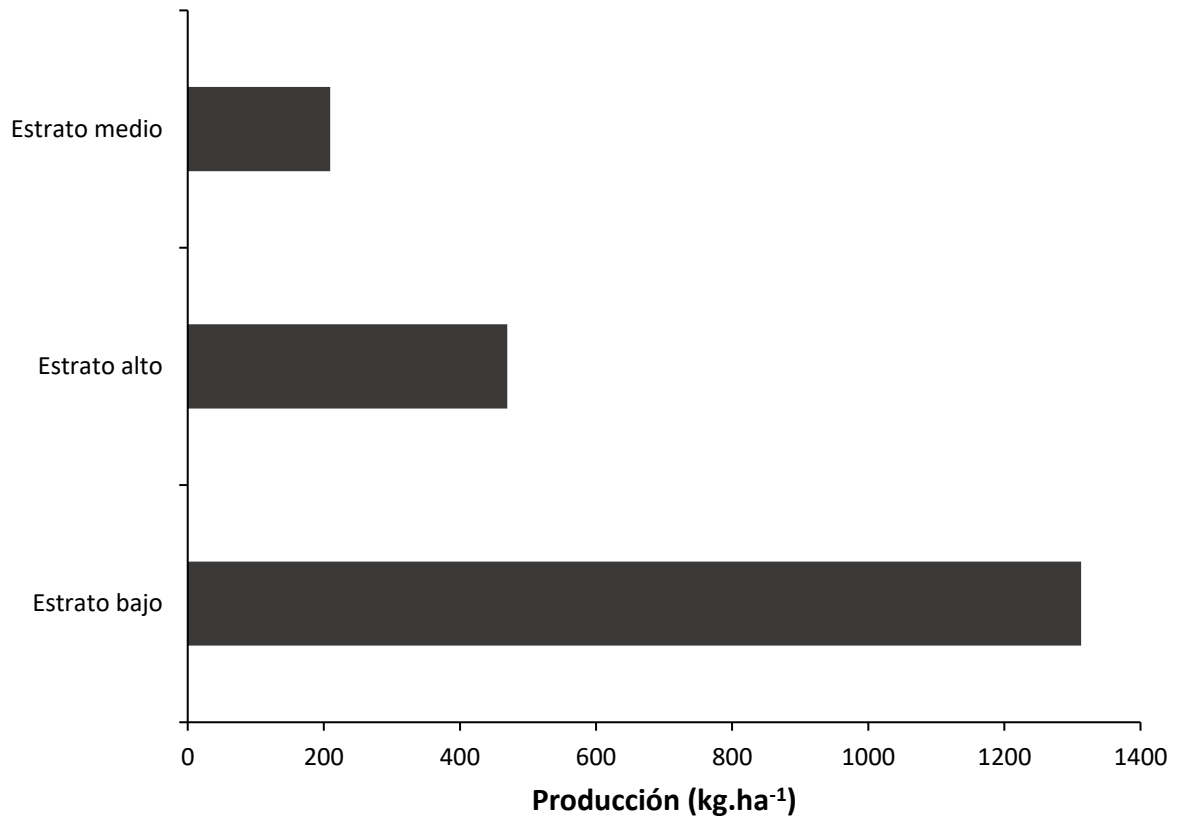


Figura 2.14. Producción de biomasa disponible (kg.ha⁻¹) para el área incendiada en la época húmeda.

En el área sometida a incendio en la época húmeda para el estrato alto la especie con mayor aportación resultó ser *Zanthoxylum fagara* con 92.68 kg.ha⁻¹ con una producción de 19.74% del total seguido por *Randia obcordata* y *Celtis pallida* con 86.12 kg.ha⁻¹ y 75.76 kg.ha⁻¹ respectivamente. La especie con menor aportación fue *Castela erecta* con una producción de 5.03 kg.ha⁻¹ (Figura 2.15).

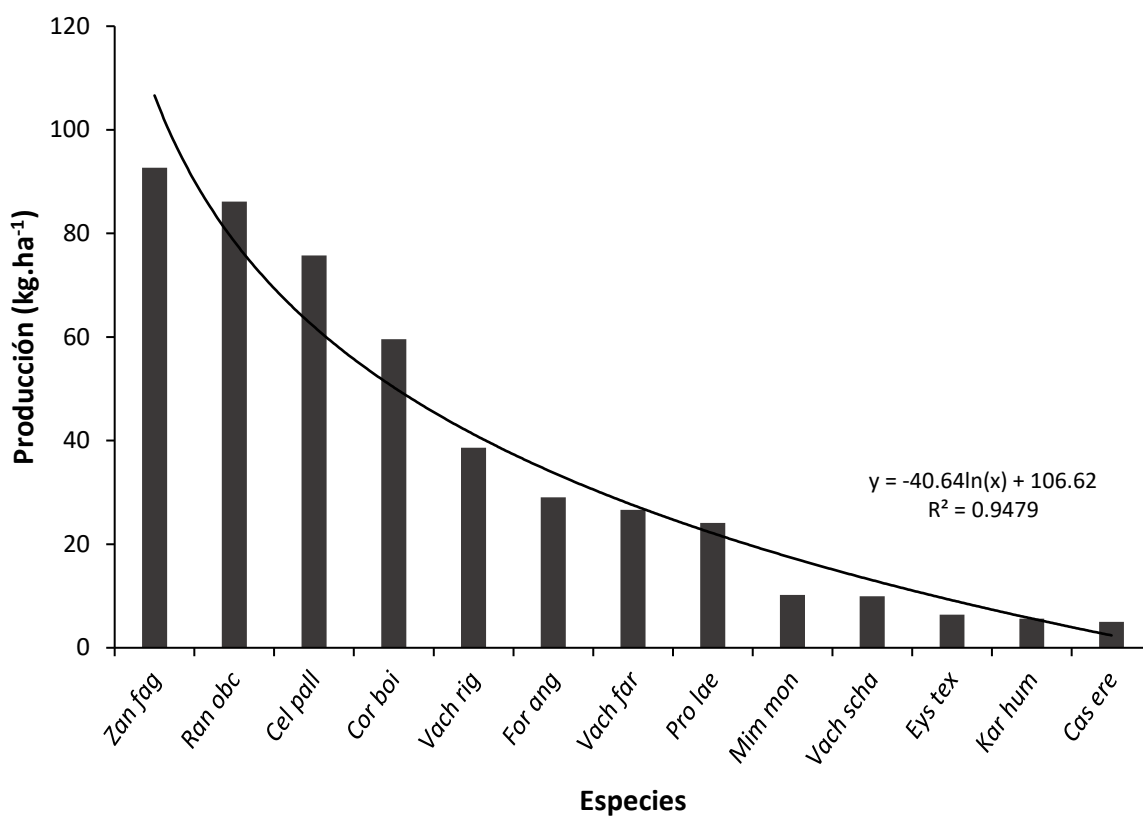


Figura 2.15. Producción de biomasa disponible (kg.ha⁻¹) para el área incendiada en la época húmeda para el estrato alto.

Para el estrato medio que comprende especies de 0.30m a 1.5 m se obtuvo que la especie con mayor aportación fue *Zanthoxylum fagara* con 75.20 kg.ha⁻¹ con un 35.95% de la producción total, seguido de las especies *Mimosa monancistra* con 38.93 kg.ha⁻¹ y *Cylindropuntia leptocaulis* con 24.08 kg.ha⁻¹. La especie con menor aportación resulto ser *Leucophyllum frutescens* con 2.40 kg.ha⁻¹ (Figura 2.16).

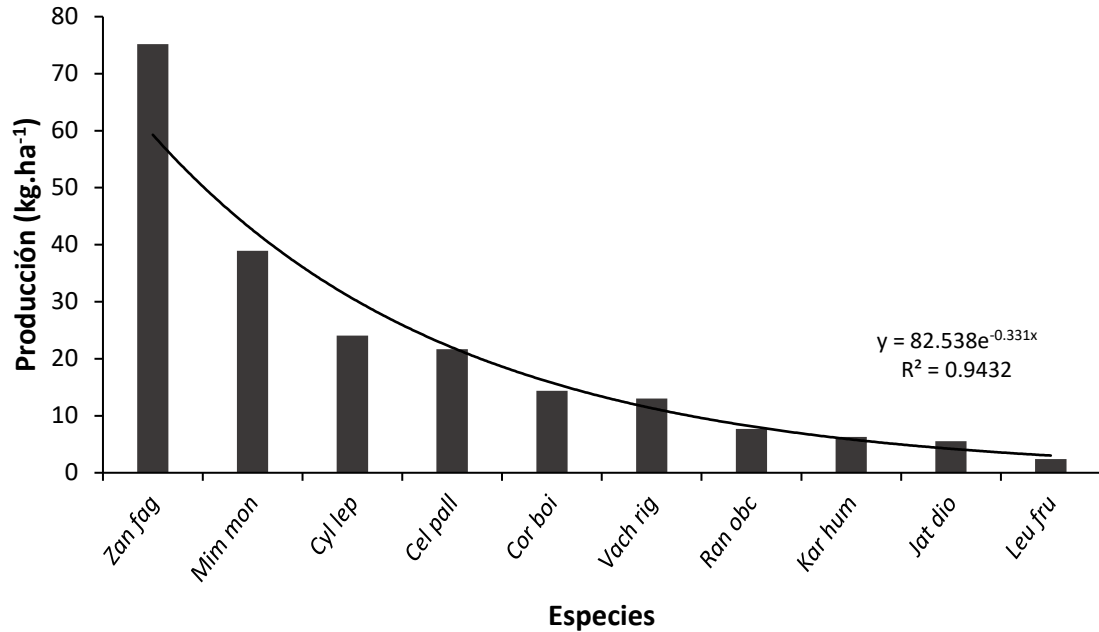


Figura 2.16. Producción de biomasa disponible (kg.ha⁻¹) para el área incendiada en la época húmeda para el estrato medio.

Para el estrato bajo se tiene que los pastos son los de mayor aportación con una biomasa de 1108.33 kg.ha⁻¹ representando el 84.43% de la biomasa total, para el caso de las herbáceas estas tuvieron una aportación de 204.33 kg.ha⁻¹.

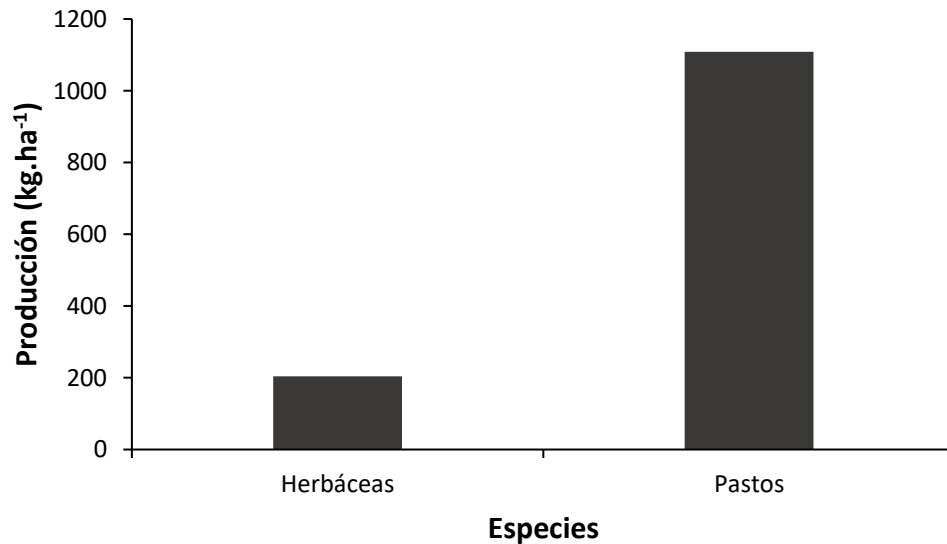


Figura 2.17. Producción de biomasa disponible (kg.ha⁻¹) para el área incendiada en la época húmeda para el estrato bajo.

Análisis estadísticos

1) Estrato alto

Los resultados en la prueba de U de Mann-Whitney del área de estudio correspondiente a incendio indican que no existe diferencia estadística significativa para la variable de producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) entre las épocas seca y húmeda ($Z = -.815$, $p = .415$) para el estrato alto (Tabla 2.9).

Tabla 2.9. Resultados de la prueba de U Mann-Whitney del estrato alto en las épocas seca y húmeda en el área de incendio.

| Producción de biomasa ($\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) | |
|--|----------|
| U de Mann-Whitney | 3656.500 |
| W de Wilcoxon | 6506.500 |
| Z | -.815 |
| Sig. Asintótica (bilateral) | .415 |

En términos cuantitativos se puede observar que existe un pequeño aumento en la producción de biomasa (ES $\mu = 4.306844 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y EH $\mu = 4.472508 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de la época seca a la húmeda en el área con tratamiento de incendio (tabla 2.10).

Tabla 2.10. Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney del estrato alto en las épocas seca y húmeda en el área de incendio.

| Variable | Época | N | V. Mín. | V. Máx. | μ | σ | Sig. |
|--|--------|-----|---------|---------|----------|-----------|------|
| Producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) | Seca | 75 | .3200 | 27.7333 | 4.306844 | 4.7844154 | .415 |
| | Húmeda | 105 | .6933 | 29.0400 | 4.472508 | 4.4519846 | |

2) Estrato medio

En la prueba estadística de U de Mann Whitney indica que no existe diferencia estadística significativa entre épocas en cada área presentando valores de $Z = -1.143$, $p = .253 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para el estrato medio en el área de incendio (Tabla 2.11).

Tabla 2.11. Resultados de la prueba de U Mann-Whitney del estrato medio en las épocas seca y húmeda en el área de incendio.

| | Producción de biomasa (Kg.ha⁻¹) |
|------------------------------------|---|
| U de Mann-Whitney | 2440.000 |
| W de Wilcoxon | 5215.000 |
| Z | -1.143 |
| Sig. Asintótica (bilateral) | .253 |

En términos cuantitativos se presentó un pequeño decremento entre épocas. Presentando valores de $\mu=3.085045$ kg.ha⁻¹ para la época seca y $\mu= 2.826667$ kg.ha⁻¹ para la época húmeda, influenciados principalmente por la presencia de ganado en el área (Tabla 2.12).

Tabla 2.12. Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney del estrato medio en las épocas seca y húmeda en el área de incendio.

| Variable | Época | N | V. Mín. | V. Máx. | μ | σ | Sig. |
|---|--------------|----------|----------------|----------------|-------------------------|----------------------------|-------------|
| Producción de biomasa (kg.ha⁻¹) | Seca | 74 | .0800 | 41.6000 | 3.085045 | 5.4448129 | .253 |
| | Húmeda | 74 | .4800 | 14.5600 | 2.826667 | 2.5256909 | |

3) Estrato bajo

- **Herbáceas**

Para el estrato bajo en herbáceas no fue posible realizar algún análisis estadístico debido a la poca cantidad de datos muestrales registrados para esta área.

Estrato bajo

- **Pastos**

Los resultados de la prueba U de Mann-Whitney indica que no existe diferencia estadística significativa entre pocas presentando valores de $Z= -1.721$, $p=.085$ en el área incendiada (Tabla 2.13).

Tabla 2.13. Resultados de la prueba de U Mann-Whitney del estrato bajo (pastos) en las épocas seca y húmeda en el área de incendio.

| | Producción de biomasa (Kg.ha⁻¹) |
|------------------------------------|---|
| U de Mann-Whitney | 71.000 |
| W de Wilcoxon | 191.000 |
| Z | -1.721 |
| Sig. Asintótica (bilateral) | .085 |

Las características de los datos en términos cuantitativos muestran que se presentó un aumento en la producción de biomasa (kg.ha⁻¹) entre épocas, para la época seca con un valor de $\mu=47.0660$ kg.ha⁻¹ y en la época húmeda $\mu=73.8893$ kg.ha⁻¹ (Tabla 2.14).

Tabla 2.14. Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney del estrato bajo (pastos) en las épocas seca y húmeda en el área de incendio.

| Variable | Época | N | V. Mín. | V. Máx. | μ | σ | Sig. |
|---|--------------|----------|----------------|----------------|-------------------------|----------------------------|-------------|
| Producción de biomasa (kg.ha⁻¹) | Seca | 15 | 2.33 | 165.33 | 47.0660 | 49.37877 | .085 |
| | Húmeda | 15 | 5.67 | 222.67 | 73.8893 | 56.10359 | |

3) Área testigo

a) Época seca

Se obtuvo una producción de biomasa total de 770.08 kg.ha⁻¹ de los cuales el estrato alto fue el de mayor aportación con 302.12 kg.ha⁻¹ representando el 39.23% de la producción total, seguido por el estrato medio con 277.62 kg.ha⁻¹ y el estrato bajo con 190.33 kg.ha⁻¹.

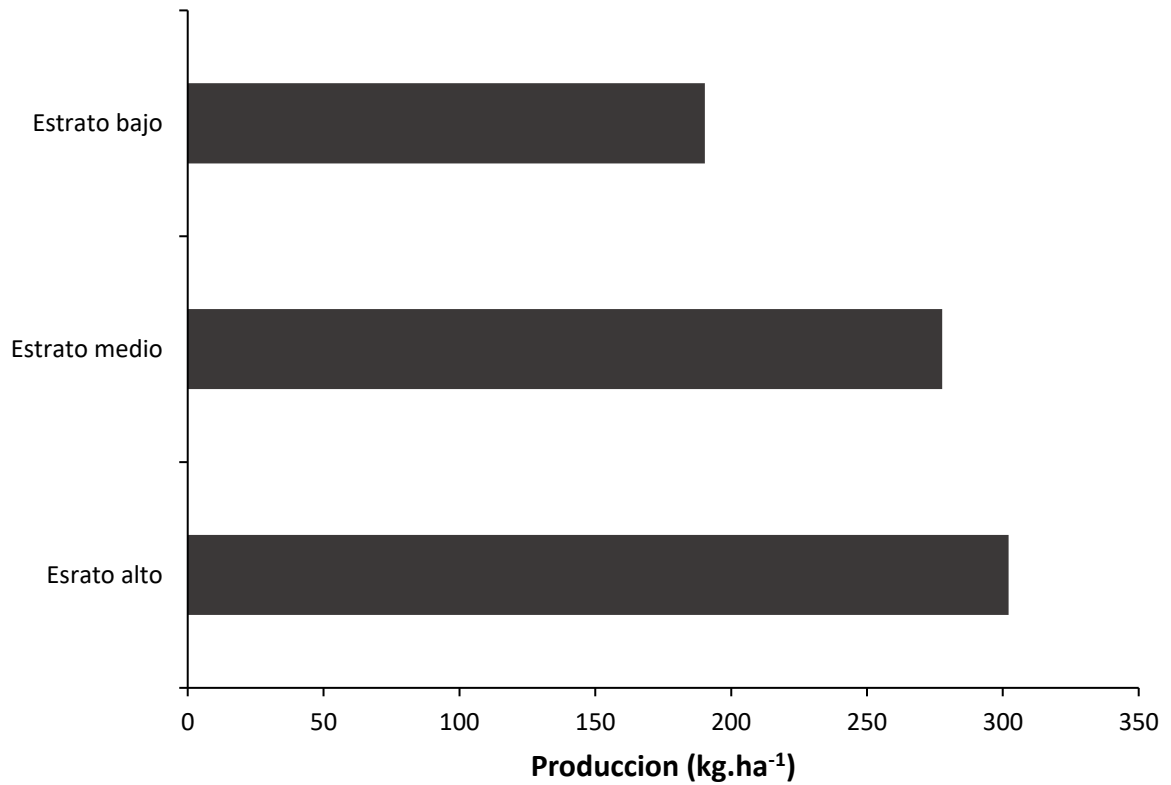


Figura 2.18. Producción de biomasa disponible (kg.ha⁻¹) para el área testigo en la época seca.

Para el estrato alto la especie con mayor producción fue *Vachellia rigidula* con 72.04 kg.ha⁻¹ y una producción del 23.84%, seguido de las especies *Leucophyllum frutescens* con 64.28 kg.ha⁻¹ y *Cordia boissieri* con 59.33 kg.ha⁻¹. La especie con menor producción resulto ser *Karwiskia humboltiana* con 1.20 kg.ha⁻¹.

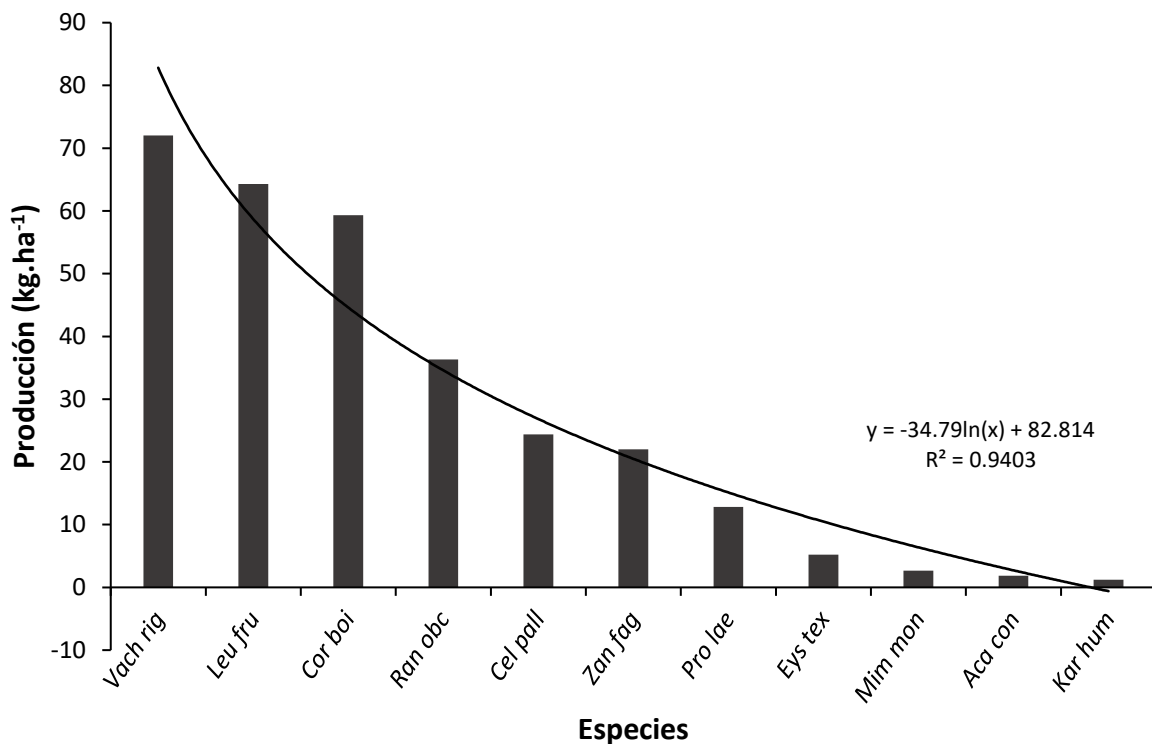


Figura 2.19. Producción de biomasa disponible (kg.ha⁻¹) para el área testigo en la época seca para el estrato alto.

Randia obcordata es la especie con mayor producción de biomasa para el estrato medio con un aporte de 46.67 kg.ha⁻¹ y una representatividad del 16.81% de la biomasa total, seguido por las especies *Leucophyllum frutescens* y *Vachellia rigidula* con 39.33 kg.ha⁻¹ y 37.84 kg.ha⁻¹ respectivamente. La especie con menor aporte resultó ser *Acacia constricta* con 0.77 kg.ha⁻¹ (Figura 2.20).

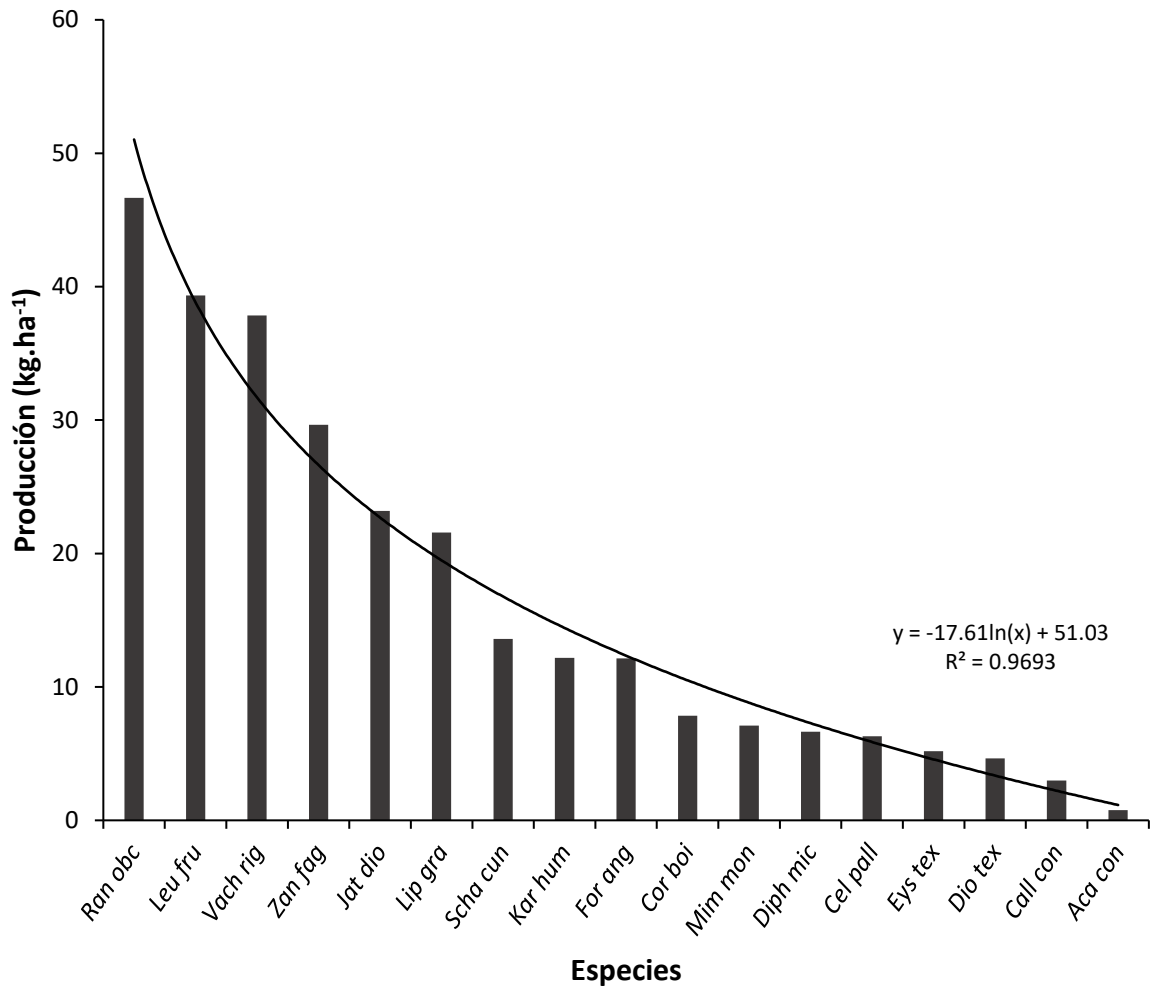


Figura 2.20. Producción de biomasa disponible (kg.ha⁻¹) para el área testigo en la época seca para el estrato medio.

En el estrato bajo solamente se tuvo producción proveniente de los pastos con una aportación del 100% con una biomasa de 190.33 kg.ha⁻¹ (Figura 2.21).

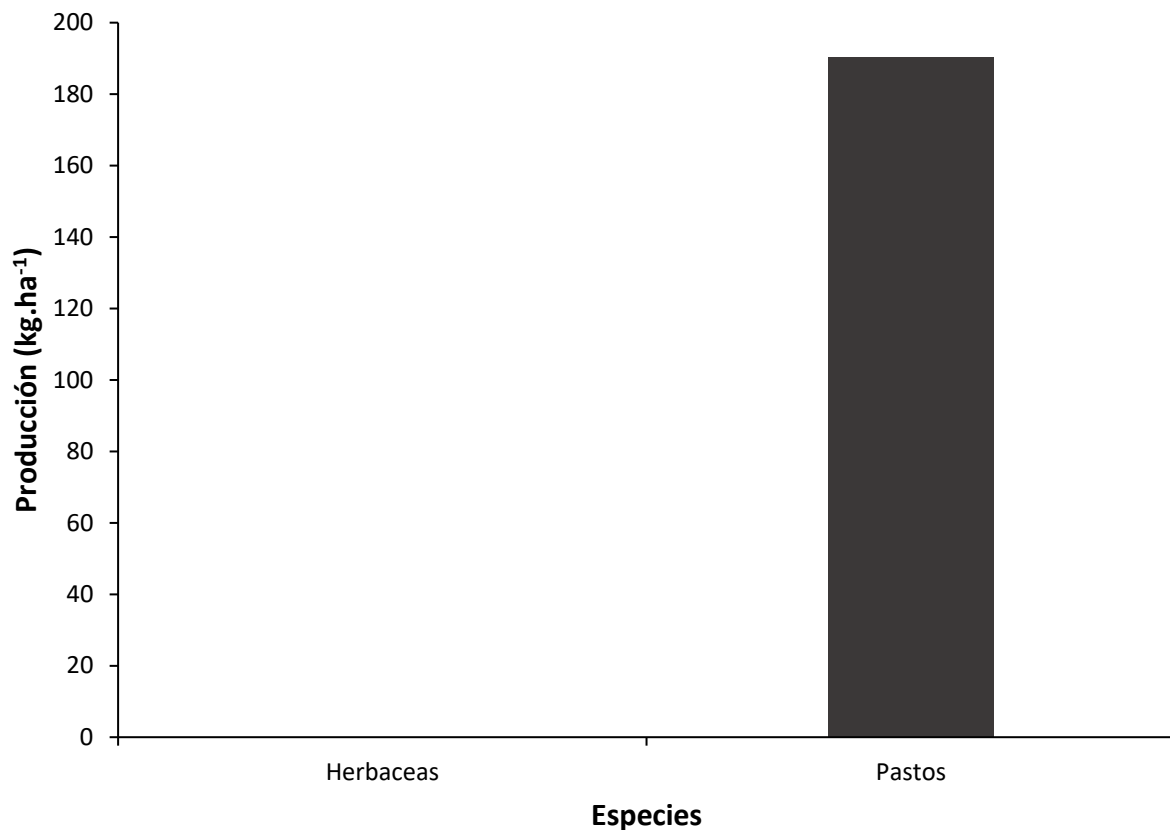


Figura 2.21. Producción de biomasa disponible (kg.ha⁻¹) para el área testigo en la época seca para el estrato bajo.

b) Época húmeda

En el área testigo en época húmeda se obtuvo una producción total de biomasa de 1261.75 kg.ha⁻¹ de los cuales el estrato bajo fue el que tuvo la mayor aportación con 530 kg.ha⁻¹ representando el 40.48%, seguido por el estrato alto con 530 kg.ha⁻¹ y el estrato medio con 220.35 kg.ha⁻¹ (Figura 2.22).

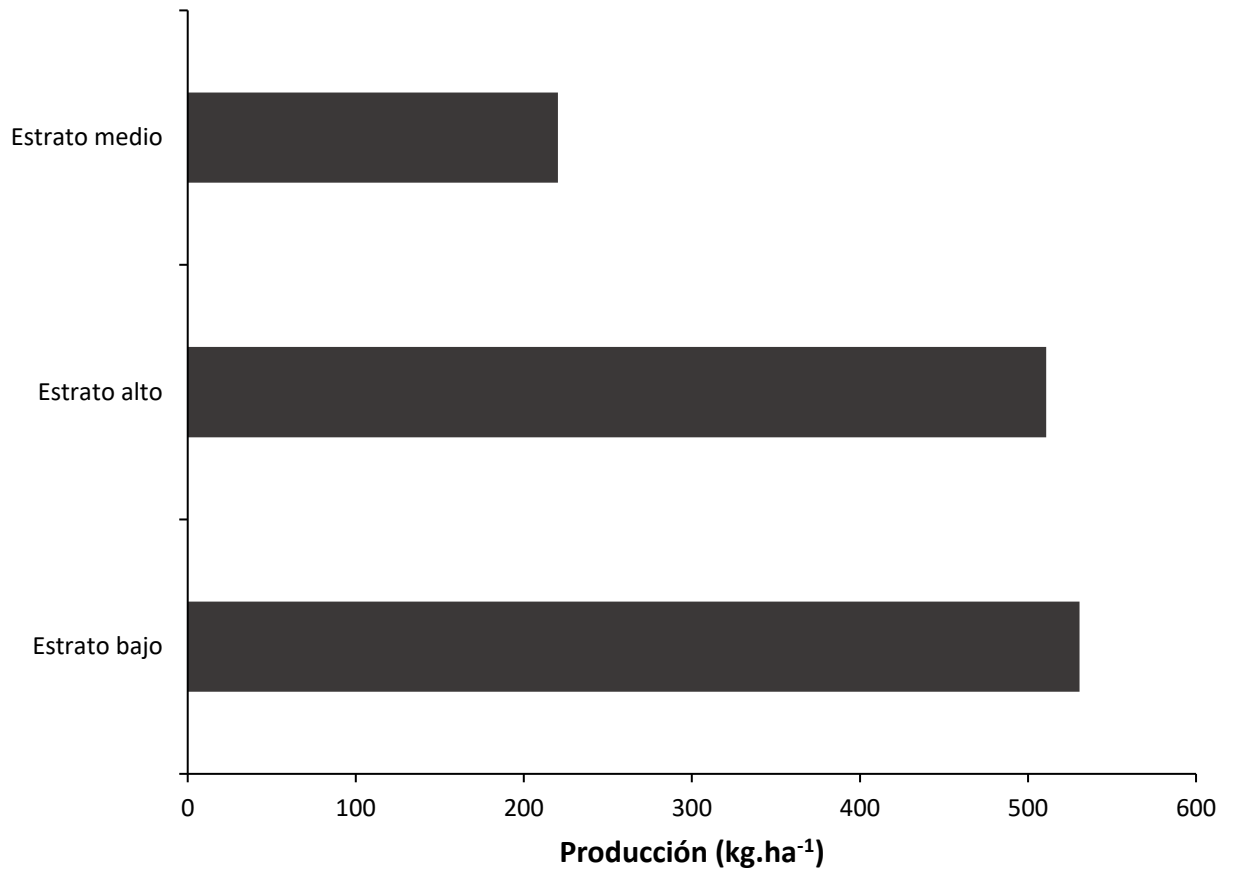


Figura 2.22. Producción de biomasa disponible (kg.ha⁻¹) para el área testigo en la época húmeda.

En el estrato alto la especie con mayor producción de biomasa resulto ser *Leucophyllum frutescens* con un aporte de 135.11 kg.ha⁻¹ representando un 26.45% de la producción total, seguido de las especies *Vachellia rigidula* y *Randia obcordata* con un aporte de 111.07 kg.ha⁻¹ y 51.99 kg.ha⁻¹ respectivamente (Figura 2.23).

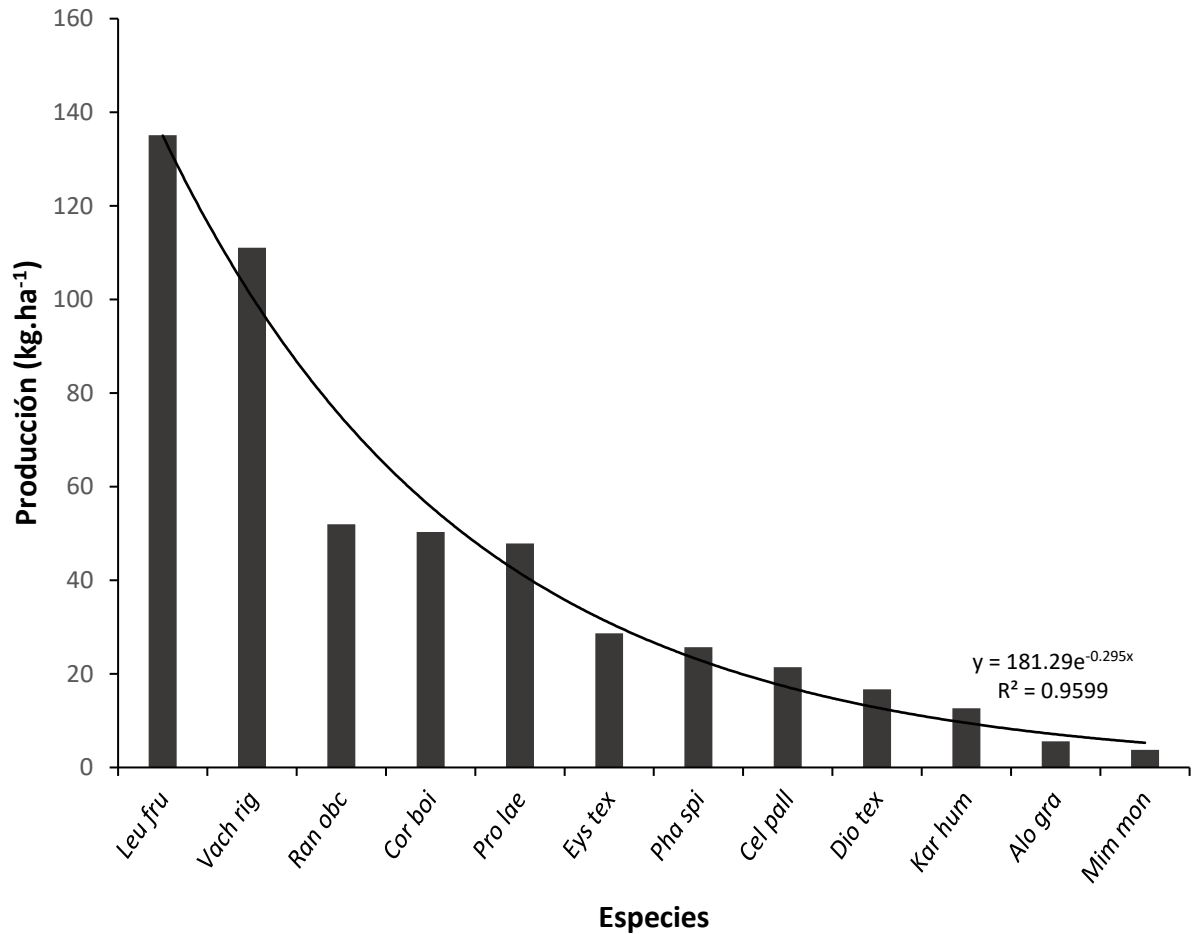


Figura 2.23. Producción de biomasa disponible (kg.ha⁻¹) para el área testigo en la época húmeda para el estrato alto.

Leucophyllum frutescens fue la especie con mayor aportación para el estrato medio con una producción de 56.13 kg.ha⁻¹ representando el 25.46% del total, seguido por las especies *Randia obcordata* y *Vachellia rigidula* con 42.43 kg.ha⁻¹ y 30.56 kg.ha⁻¹ respectivamente. La especie con menor aporte resultó ser *Zanthoxylum fagara* con 1.44 kg.ha⁻¹ (Figura 2.24).

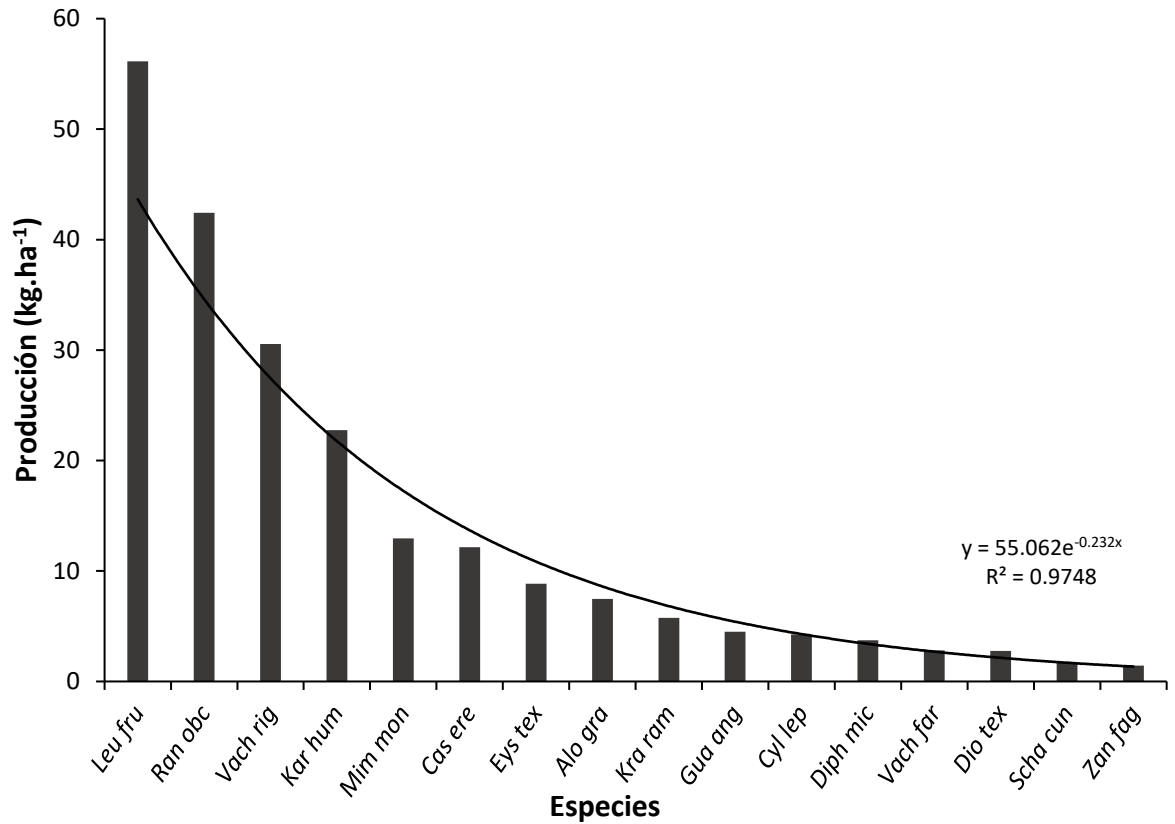


Figura 2.24. Producción de biomasa disponible (kg.ha⁻¹) para el área testigo en la época húmeda para el estrato medio.

Para el estrato bajo se tiene que los pastos fueron los de mayor producción con una aportación de 524.01 kg.ha⁻¹ representando el 98.75% del total, las herbáceas tuvieron una producción de 6.64 kg.ha⁻¹(Figura 2.25).

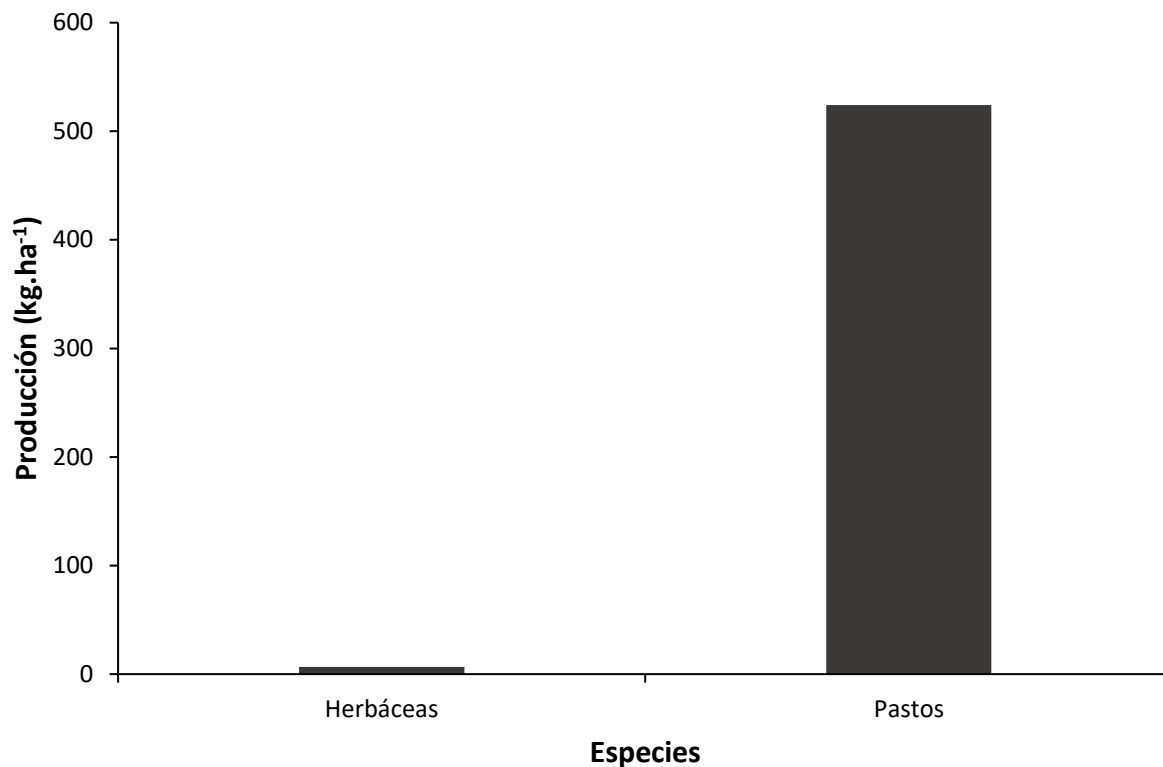


Figura 2.25. Producción de biomasa disponible (kg.ha⁻¹) para el área testigo en la época húmeda para el estrato bajo.

Análisis estadísticos

1) Estrato alto

Los resultados de la prueba de U de Mann-Whitney indican que existe una diferencia estadística significativa entre épocas para el estrato alto en el área testigo con valores de $Z = -2.604$, $p = .009$ (Tabla 2.15).

Tabla 2.15. Resultados de la prueba de U Mann-Whitney del estrato alto en las épocas seca y húmeda en el área testigo.

| | Producción de biomasa (Kg.ha ⁻¹) |
|------------------------------------|--|
| U de Mann-Whitney | 3209.000 |
| W de Wilcoxon | 6135.000 |
| Z | -2.604 |
| Sig. Asintótica (bilateral) | .009 |

En términos cuantitativos se presenta un pequeño aumento en la producción de biomasa entre épocas para el área testigo con un valor de $\mu=3.975263 \text{ kg.ha}^{-1}$ para la época seca y $\mu=4.685872 \text{ kg.ha}^{-1}$ para la época húmeda (Tabla 2.16).

Tabla 2.16. Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney del estrato alto en las épocas seca y húmeda en el área testigo.

| Variable | Época | N | V. Mín. | V. Máx. | μ | σ | Sig. |
|--|--------|-----|---------|---------|----------|-----------|------|
| Producción de biomasa (kg.ha ⁻¹) | Seca | 76 | .3200 | 16.2133 | 3.975263 | 3.7534302 | .009 |
| | Húmeda | 109 | .6000 | 20.0133 | 4.685872 | 3.6412929 | |

2) Estrato medio

El análisis estadístico de la prueba U de Mann-Whitney para el estrato medio indica que existe diferencia estadística significativa en la variable de producción de biomasa (kg.ha⁻¹) entre épocas para el área testigo (Tabla 2.17).

Tabla 2.17. Resultados de la prueba de U Mann-Whitney del estrato medio en las épocas seca y húmeda en el área testigo.

| Producción de biomasa (Kg.ha ⁻¹) | |
|--|-----------|
| U de Mann-Whitney | 2972.500 |
| W de Wilcoxon | 13412.500 |
| Z | -5.227 |
| Sig. Asintótica (bilateral) | 1.7254E-7 |

En términos cuantitativos se observa que se presentó un aumento en la producción de biomasa (kg.ha⁻¹) entre épocas con un valor de $\mu=1.927963 \text{ kg.ha}^{-1}$ para la época seca y $\mu=3.018447 \text{ kg.ha}^{-1}$ para la época húmeda (Tabla 2.18).

Tabla 2.18 Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann-Whitney del estrato medio en las épocas seca y húmeda en el área testigo.

| Variable | Época | N | V. Mín. | V. Máx. | μ | σ | Sig. |
|--|--------|-----|---------|---------|----------|-----------|-----------|
| Producción de biomasa (kg.ha ⁻¹) | Seca | 144 | .1067 | 17.5467 | 1.927963 | 2.6424581 | 1.7254E-7 |
| | Húmeda | 73 | .1333 | 12.9600 | 3.018447 | 2.3049647 | |

3) Estrato bajo

- **Herbáceas**

Para el estrato bajo en herbáceas no fue posible realizar algún análisis estadístico debido a la poca cantidad de datos muestrales registrados para esta área.

- **Pastos**

La prueba estadística U de Mann-Whitney indican que existe diferencia estadística significativa en la variable de producción de biomasa entre épocas con valores de $Z = -3.386$, $p = .001$ (Tabla 2.19).

Tabla 2.19. Resultados de la prueba de U Mann-Whitney del estrato bajo (pastos) en las épocas seca y húmeda en el área testigo.

| | Producción de biomasa (Kg.ha ⁻¹) |
|------------------------------------|--|
| U de Mann-Whitney | 130.000 |
| W de Wilcoxon | 481.000 |
| Z | -3.386 |
| Sig. Asintótica (bilateral) | .001 |

En términos cuantitativos se observa que se presentó un gran aumento entre épocas en la producción de biomasa (kg.ha⁻¹) teniendo valores de $\mu = 7.320515$ kg.ha⁻¹ y $\mu = 22.783043$ kg.ha⁻¹ para la época seca y húmeda respectivamente (Tabla 2.20).

Tabla 2.20. Estadísticos descriptivos y valor de significancia de la prueba de U Mann- Whitney del estrato bajo (pastos) en las épocas seca y húmeda en el área testigo.

| Variable | Época | N | V. Mín. | V. Máx. | μ | σ | Sig. |
|---|--------|----|---------|---------|-----------|------------|------|
| Producción de biomasa (kg.ha⁻¹) | Seca | 26 | .6667 | 41.3333 | 7.320513 | 9.0103549 | .001 |
| | Húmeda | 23 | .5667 | 64.0233 | 22.783043 | 18.9233195 | |

➤ **Capacidad de carga**

En cuanto a la capacidad de carga se tiene que el área sometida a tratamiento de rodillo aireador en época húmeda presenta una mayor capacidad de carga de venados con un valor de 319.74 venados en las 165 has tomadas como referencia, considerando el peso de la unidad animal de 454 kg, tenemos que se necesitan 3.69 ha para soportar una UA en un año sin provocar algún disturbio en el hábitat. La segunda área con mayor capacidad de carga resulto ser la sometida a incendio en la época húmeda con una capacidad de carga de 295.79 venados, necesitando 4.12 ha para soportar una UA en un año tomando en consideración que el peso de la unidad animal es de 454 kg sin presentar algún daño o disturbio en el hábitat.

El área con menor capacidad de carga corresponde al área sometida a rodillo aireador en época seca con una capacidad de carga total de venados de 99.06 necesitando 11.90 ha para soportar una UA en un año.

Tabla 2.21. Capacidad de carga (*K*) dividida por tratamientos y épocas.

| Vegetación | Época | ha | Biomasa disponible (kg.ha ⁻¹) | Coefficiente de agostadero (ha.UA) | Capacidad de carga (ven.ha) | Capacidad de carga total (venados) |
|------------|--------|-----|---|------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| ATR | Seca | 165 | 690.30 | 11.90 | 0.60 | 99.06 |
| ATR | Húmeda | 165 | 2227.99 | 3.69 | 1.938 | 319.74 |
| ATI | Seca | 165 | 1273.31 | 6.45 | 1.107 | 182.73 |
| ATI | Húmeda | 165 | 1991.45 | 4.12 | 1.732 | 285.79 |
| AST | Seca | 165 | 770.08 | 10.66 | 0.670 | 110.51 |
| AST | Húmeda | 165 | 1261.75 | 6.51 | 1.097 | 181.07 |

2.5. Discusión

Se estimaron diferentes valores para cada tipo de vegetación en las diferentes épocas (seca y húmeda) desde 690.30 kg.ha⁻¹ para el área sometida a rodillo aireador en época seca hasta 2227.99 kg.ha⁻¹ en el área sometida a rodillo aireador en época húmeda, en el área sometida a incendio se tiene que en la época húmeda fue cuando se obtuvo una mayor producción de biomasa con 1991.45 kg.ha⁻¹, para el área testigo en la época húmeda se obtuvo una producción de 1261.75 kg.ha⁻¹.

Reséndiz (2012) realizó una evaluación en la caracterización de la vegetación en la UMA (Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre) denominada “Rancho “La Nutria” con localización en Linares, Nuevo León, realizando una estratificación de la vegetación obteniendo una producción de biomasa de 571, 1479, 522 y 336 kg.ha⁻¹ para la vegetación de matorral submontano, pastizal, área tratada y vegetación de galería respectivamente. Por otro lado Serra (2006) registro en su investigación realizada en un área de matorral sarcocaulé y desértico micrófilo en el estado de Sonora en la época de verano una producción de biomasa de 64.1 kg.ha⁻¹, comparando de este modo la producción estimada para diferentes tipos de comunidades vegetales donde

podemos observar que la producción en nuestra área de estudio correspondiente al matorral espinoso tamaulipeco presenta un valor con alta producción.

González- Saldívar *et al.* (2014) registraron en la Unidad de Manejo y Conservación de la Vida Silvestre denominada “Centro de Mejoramiento Genético del Venado Cola Blanca”, ubicada en el CIPA-UANL, valores en la producción de biomasa con una cantidad de 2.694 t.ha⁻¹ (2694 kg.ha⁻¹) valor superior a los registrados en nuestra investigación.

Olguín *et al.* (2017) en su investigación “Competencia alimentaria entre el venado cola blanca y tres herbívoros exóticos en el noreste de Tamaulipas, México” estimaron la biomasa en las cuatro estaciones del año registrando valores de 856 kg.ha⁻¹, 1,600 kg.ha⁻¹, 1,500 kg.ha⁻¹ y 2,050 kg.ha⁻¹ para primavera, verano, otoño e invierno respectivamente, valores relativamente superiores a los encontrados en nuestra investigación.

Leal-Elizondo (2019) registró valores de 1,355.99 kg.ha⁻¹ y 1, 012.91kg.ha⁻¹ de biomasa total disponible en el área sin y con tratamiento de rodillo aireador respectivamente, valores similares a los más altos registrados en la presente investigación.

En cuanto a la cantidad de biomasa estimada por estrato se tiene que el más productivo fue el estrato bajo en la época húmeda en el área sometida a rodillo aireador con 1486.33 kg.ha⁻¹, seguido por el estrato bajo del área sometida a incendio en la época húmeda con una producción de 1,312.67 kg.ha⁻¹ seguido por el estrato medio en el área sometida a rodillo aireador en la época húmeda con 587.59 kg.ha⁻¹.

En datos registrados por González-Saldívar *et al.* (2014) en la investigación “Efecto de la precipitación sobre la productividad del matorral espinoso tamaulipeco disponible para *Odocoileus virginianus*” en las cuatro estaciones del año en los cuales se menciona una producción de biomasa de 652 kg.ha⁻¹ para el estrato alto valor superior a los registrados en nuestra investigación para ese estrato, en el estrato medio González-Saldívar *et al.* (2014) registraron 86 kg.ha⁻¹

¹ valor menor a nuestros resultados y para el estrato bajo obtuvieron 313 kg.ha⁻¹, presentándose valores inferiores y superiores en la presente investigación desde 190.33 kg.ha⁻¹ hasta 1,486.33 kg.ha⁻¹ para ese estrato.

Cerda (2016) y Olgúin *et al.* (2017) mencionan al estrato bajo como el más productivo en sus investigaciones con valores 194 y 970 kg.ha⁻¹ en diferentes condiciones de vegetación valores similares a los de la presente investigación ya que los valores más altos en la producción se tienen en la mayoría para el estrato bajo.

Capacidad de carga

Para los diferentes sitios de muestreo se obtuvieron valores en el coeficiente de agostadero de entre 3.69 – 11.90 ha.UA considerándose una condición “buena” según la información obtenida en COTECOCA (2014) presentando valores en un rango de coeficiente de agostadero de 2.13 – 30.15 ha. UA, de esta forma se considera como un sitio con alta producción forrajera en todas las áreas muestreadas.

Leal-Elizondo (2019) registró valores de 6.06 y 8.11 ha.UA para un área de matorral espinoso tamaulipeco sin tratamiento y un área de matorral con tratamiento de rodillo aireador respectivamente valores similares a nuestro estudio.

CONCLUSIÓN

Los agostaderos en el noreste de México se han utilizado extensamente, estos son capaces de mantener una gran variedad de especies, sin embargo, el manejo inadecuado de estos y la falta de información han traído efectos negativos en los recursos naturales causando así un deterioro del hábitat. Se tiene que el venado cola blanca (especie de importancia en el lugar de estudio) se alimenta principalmente de herbáceas sin embargo al no estar presentes en todas las épocas del año optan por consumir arbustivas o pastos perenes, por tal razón se han implementado técnicas para la recuperación y mejoramiento de hábitat, se pretende que esta investigación funcione como información para planes de restauración de hábitat futuras. Se tiene que la familia Fabaceae resulto ser la más representativa para la comunidad de matorral espinoso tamaulipeco. Se tuvo a *Zanthoxylum fagara* como la especie con mayor importancia ecológica para el estrato medio alto en el área de incendio en la época seca y a *Bothriochloa pertusa* en el estrato bajo para el área de incendio en época húmeda sin embargo estas especies se encuentran presentes en las condiciones restantes. Se tiene una diversidad muy variada entre áreas desde una diversidad baja para estratos bajos hasta una diversidad intermedia en todas las áreas en el estrato medio-alto. El área sometida a rodillo aireador en la época húmeda específicamente en el estrato bajo es donde se tiene la mayor producción de biomasa, las variaciones en la producción de biomasa pueden estar influenciadas en que existe un pastoreo en estas mismas áreas que no se podía prohibir debido a las necesidades del rancho, además de las variaciones en las precipitaciones aún y con estos factores negativos se tiene que se presenta el coeficiente de agostadero estimado indica una condición buena del hábitat teniendo una alta producción forrajera.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre-Calderón, Ó., Jiménez-Pérez, J., Kramer, H., & Akça, A. (2003). Análisis estructural de ecosistemas forestales en el Cerro del Potosí, Nuevo León, México. *Ciencia UANL*, 6(2), 219–225.
- Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., Aguirre-Calderón, O., Treviño-Garza, E., Jurado-Ybarra, E., y González-Tagle, M. (2008). Efecto del uso del suelo en la fitodiversidad del matorral espinoso tamaulipeco. *Ciencia UANL*, 2(1): 56-62.
- 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>
- Andrade, E., M. Espinosa, R. Garza, y J. Verdoljak. 2009. Rehabilitación de praderas con el uso del rodillo aereador. VI Simposio Internacional de Pastizales, UANL. 6.
- Ayala-Álvarez F., Denogean-Ballesteros F., Moreno-Medina S. y Martínez-Durán A. (2014). Rehabilitación y mejoramiento de hábitat para fauna silvestre mediante rodillo aireador en la región de Trincheras. *Invurnus*, 9(2), 18–22. Retrieved from http://www.invurnus.uson.mx/revistas/articulos/17-AyalaAlvarez_y_col_20142.pdf
- Berlanga, C. (2009). Uso del rodillo aereador para la rehabilitación de pastizales degradados. INIFAP, vol. 10, 2.
- Calvo, L., Santalla, S., Valbuena, L., Marcos, E., Tárrega, R., & Luis-Calabuig, E. (2008). Post-fire natural regeneration of a Pinus pinaster forest in NW Spain. *Plant Ecology*, 197(1). <https://doi.org/10.1007/s11258-007-9362-1>
- Canizales-Velázquez, P. A., Alanís-Rodríguez, E., Aranda-Ramos, R, MataBalderas, J. M., Jiménez-Pérez, J., Alanís-Flores, G., & Ruiz-Bautista, M. (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.
- 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.
- Certini, G. (2005). Effects of fire on properties of forest soils: a review. *Oecologia* 143, 1–10. <https://doi.org/10.1007/s00442-004-1788-8>
- 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.
- CONAZA. (1994). Manejo y Rehabilitación de agostaderos de las zonas áridas y semiáridas de México. Saltillo, Coahuila. SEDESOL. 115p.
- COTECOCA. (2014). Coeficientes de agostadero por entidad. Comité Técnico Consultivo de Coeficientes de Agostadero. México.
- Cydzik, K. y Hogue, T. (2009). Modeling Post-Fire Response and Recovery Using the Hydrologic Engineering Center Hydrologic Modeling System (HEC-HMS). *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*. 45. 702 - 714. 10.1111/j.1752-1688.2009.00317.x.
- Diamond, D., Riskind, D. y Orzell, S. (1987). A framework for plant community classification and conservation in Texas. *Texas Journal of Science* 39: 202-221.
- Domínguez-Gómez, T. G., González-Rodríguez, H., Ramírez-Lozano, R. G., Estrada-Castillón, A. E., Cantú-Silva, I., Gómez-Meza, M. V. y Alanís-Flores, G. (2013). DIVERSIDAD ESTRUCTURAL DEL MATORRAL

ESPINOSO TAMAULIPECO DURANTE LAS ÉPOCAS SECA Y HÚMEDA. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 4(17), 106–123. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v4i17.425>

Estrada-Castillón, E., Yen-Méndez, C., Delgado-Salinas, A. y Villarreal-Quintanilla, J. (2004). Leguminosas del centro del estado de Nuevo León, México. *Anales del Instituto de Biología, UNAM. Serie Botánica*. 75(1): 73-85.

Flores-Ancira, E., Luna-Luna, M., Haubi-Segura, C., Díaz-Romo, A., y Luna-Ruiz, J. de J. (2017). Efecto del fuego en producción y calidad de zacate rosado en Aguascalientes. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(6), 1271–1281. <https://doi.org/10.29312/remexca.v7i6.176>

Flores-Gallardo, H., Jiménez-Ocampo, R., y Ramírez-Garduño, H. (2013). Uso del Rodillo Aereador para la Recuperación de Agostaderos en Durango. SAGARPA. <https://doi.org/10.13140/2.1.4494.2400>

Foroughbakhch R., Reyes G., Hauad L. A., y 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., J. L. Hernández-Piñero, M. A. Alvarado-Vázquez, E. Céspedes-Cabriales, A. Rocha-Estrada y M. L. Cárdenas-Ávila. (2009). Leaf biomass determination on woody shrub species in semiarid zones. *Agroforestry Systems*, 77(3):181–192.

Gadow, K., G. Hui y M. Albert. (1998) Das Winkelmaß - ein Strukturparameter zur Beschreibung der Individualverteilung in Waldbeständen. *Centralblatt für das gesamte Forstwesen* 115(1): 1–9.

Gallina, S., y 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, F., Carrete, F. (2007). Manejo de la carga animal en el agostadero. Folleto técnico número 29. INIFAP. ISBN 970-43-0183.

González, M. (1985). El límite sur de la provincia biótica tamaulipeca. Documento presentado en el II Simposio Internacional sobre la provincia biótica tamaulipeca, Universidad Autónoma de Tamaulipas y Universidad Nacional Autónoma de México.

González-Rodríguez, H., Cantú-Silva, I. (2001). Adaptación a la sequía de plantas arbustivas del matorral espinoso tamaulipeco. CiENCiAUANL. Vol. IV. No. 4: 454-459.

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-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.

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., y Miller, R. W. (1999). Soil Physicochemical Changes Following

Buffelgrass Establishment in Mexico. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 13(1), 39–52. <https://doi.org/10.1080/089030699263474>

Ibarra, F., Martín, M., Aguayo, H., (2004). Investigación de manejo y mejoramiento de agostaderos. Reporte Técnico. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y Patronato de Infraestructura Pecuaria del Estado de Sonora (PIPES).

Jiménez-Pérez, J., Alanís-Rodríguez, E., Aguirre-Calderón, Ó., Pando-Moreno, M., y González-Tagle, M. (2009). Análisis sobre el efecto del uso del suelo en la diversidad estructural del matorral espinoso tamaulipeco. *Madera y Bosques*, 15(3), 5–20.

Jiménez-Pérez, J., Alanís-Rodríguez, E., Ruiz-González, J. L., González-Tagle, M. A., Yerena-Yamallel, J. I., y Alanís-Flores, G. (2012). Diversidad de la regeneración leñosa del matorral espinoso tamaulipeco con historial agrícola en el noreste de México. *Ciencia UANL*, (58), 66–71.

Jurado, E., Reid, N. (1989). Influencia de factores edáficos, topográficos y perturbaciones sobre el matorral espinoso tamaulipeco en Linares N.L. Reporte científico, FCF-UANL 10: 4-18.

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

Leal-Elizondo, N. A. 2019 Efecto del tratamiento mecánico (rodillo aereador) sobre la estructura, diversidad y productividad del matorral espinoso tamaulipeco en el noreste de México. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León.

- Lee-Anderson, D. (1984). *El fuego como elemento de manejo del pastizal natural*. Informativo Rural, E.E.A. INTA San Luis, Villa Mercedes, 20:3-4. Retrieved from www.produccion-animal.com.ar
- Lloret, F. 2004. Régimen de incendios y regeneración. In Valladares F (ed) *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, pp. 101-126.
- López-Hernández., J., González-Rodríguez, H., Cantú- Silva, I., Ramírez-Lozano, R., Gómez- Meza, M., Pando-Moreno, M., Sarquis- Ramírez, J., N. Coria G., Ratikanta, M. y Chandra- Sarkar, N. (2010). Adaptation of Native Shrubs to Drought Stress in North-eastern Mexico. *International Journal of Bio-resource and stress Management*. 1:30-37.
- Medina-Guillén, R., Cantú-Silva, I., Estrada-Castillón, E., González-Rodríguez, H., & Delgadillo-Villalobos, J. A. (2017). Estructura y diversidad del matorral desértico rosetófilo rehabilitado con rodillo aireador, Coahuila, México The structure and diversity of a rosetophyllous desert scrubland rehabilitated with aereator roller, Coahuila, México. *Polibotánica*, 0(44), 95–107. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.44.7>
- Molina-Guerra, V. M., Pando-Moreno, M., Alanís-Rodríguez, E., Canizales-Velázquez, P. A., Rodríguez, H. G., y 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., y Cuellar, L. (2013). 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

- Moreno, M. 2013. Composición y Diversidad Vegetal de un Área Post-Incendio en el Matorral Espinoso Tamaulipeco del Noreste de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Forestales. U.A.N.L
- Morley, W.F.H., (1974) Pastoreo controlado. In: James B.J. F. (compiler). Utilización intensiva de pasturas. Ed. hemisferio sur, S.R.L. pag. 96
- Mostacedo, B., y 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.
- 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.
- Olguín-Hernández, C. A., González-Saldívar, F. N., Cantú-Ayala, C. M., Rocha-Domínguez, L., Uvalle-Sauceda, J. I., & Marmolejo-Monsivais, J. G. (2017). Competencia alimentaria entre el venado cola blanca y tres herbívoros exóticos en el noreste de Tamaulipas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 8(42). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v8i42.17>
- 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.
- Pausas, J. G. 2004. La recurrencia de incendios en el monte mediterráneo. En: Vallejo, V.R. y Alloza, J.A. Avances en el estudio de la gestión del monte Mediterráneo. Fundación CEAM. Edita: Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo. Págs. 47-64.
- Pequeño-Ledezma, M.A., Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., GonzálezTagle, M.A, Yerena-Yamallel, J.I., Cuellar-Rodríguez, G., & Mora-Olivo, A. (2013). Análisis de la restauración pasiva post-pecuaria en

el matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México. *CienciaUAT*, 7(1): 48-53

Quiroz, J. F. E., Esquivel, V. A. E., y Méndez, D. M. (2021, November 1). Rehabilitation of degraded pastures in the tropics of Mexico. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*. INIFAP-CENID Parasitología Veterinaria. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12s3.5876>

Ramírez-Albores, J. E., Martínez, F., y Vásquez, C. (2007). Listado avifaunístico de un matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México. *Huitzil*, 8(1).

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

Rzedowski, J. (1988). Análisis de la distribución geográfica del complejo *Prosopis* (Leguminosae, Mimosoideae) en Norteamérica. *Acta Botánica Mexicana*, 3. <https://doi.org/10.21829/abm3.1988.566>

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>

Uvalle-Sauceda, J. (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.

- Vidal, O. J. y A. Reif. 2011. Effect of a tourist-ignited wildfire on *Nothofagus pumilio* forests at Torres del Paine biosphere reserve, Chile (Southern Patagonia). *Forest* 32:64-67.
- 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., y 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.
- Wang, Q., & Batkhashig, 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>
- Weigu, S., C. Sha y L. Guangqi. 2008. Dynamics of leaf area index and canopy openness of three forest types in a warm temperate zone. *Frontiers of Forestry in China* 3:416-421.