



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO**



**DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA INVESTIGACIÓN Y SERVICIO EN  
SUELOS**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL  
DESARROLLO SOSTENIBLE**

**RENDIMIENTO Y CALIDAD NUTRIMENTAL DEL PASTO GUINEA  
(*Megathyrsus maximus*) BAJO SOMBRA DE ESPECIES ARBÓREAS DE  
USOS MÚLTIPLES**

TESIS DE GRADO

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO  
SOSTENIBLE**

PRESENTA:

IRMA DANIELA CASIMIRO ROBLES

Bajo la supervisión de:

DR. ALEJANDRO LARA BUENO



**APROBADA**



Chapingo, Estado de México, junio de 2022

**RENDIMIENTO Y CALIDAD NUTRIMENTAL DEL PASTO GUINEA  
(*Megathyrsus maximus*) BAJO SOMBRA DE ESPECIES  
ARBÓREAS DE USOS MÚLTIPLES**

Tesis realizada por IRMA DANIELA CASIMIRO ROBLES bajo la dirección del comité indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO  
SOSTENIBLE

DIRECTOR:



Dr. Alejandro Lara Bueno

ASESOR:



Dr. Miguel Uribe Gómez

ASESOR:



Ph.D. Dante Arturo Rodríguez Trejo

## CONTENIDO

.....	i
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
AGRADECIMIENTOS.....	xi
DATOS BIOGRÁFICOS.....	xii
RESUMEN GENERAL.....	xiii
GENERALABSTRACT.....	xiv
1 INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
1.1 Objetivo General.....	3
1.2 Objetivos Específicos .....	3
2 MARCO TEÓRICO .....	4
2.1 Sistemas Silvopastoriles.....	4
2.1.1 Interacción árbol-pasto.....	5
2.2 Especies arbóreas de usos múltiples .....	7
2.2.1 Efecto sombra sobre el estrato herbáceo.....	8
2.3 Pasto guinea ( <i>Megathyrsus maximus</i> ).....	9
2.3.1 Estructura morfológica.....	10
2.4 Rendimiento y calidad nutrimental.....	11
2.4.1 Materia seca.....	12
2.4.2 Contenido proteínico de los forrajes.....	13
2.4.3 Determinación de Nitrógeno por el método Kjeldahl .....	15

2.5 Literatura citada .....	16
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
3.1 Localización del área de estudio .....	22
3.2 Clima .....	22
3.3 Vegetación.....	23
3.4 Literatura citada .....	24
4 RENDIMIENTO Y CALIDAD NUTRIMENTAL DEL PASTO GUINEA ( <i>Megathyrsus maximus</i> ) BAJO LA SOMBRA DE ESPECIES ARBÓREAS DE USOS MÚLTIPLES.....	25
4.1 Resumen .....	25
4.2 Abstract .....	26
4.3 Introducción .....	28
4.4 Materiales y Métodos.....	29
4.4.1 Descripción del área de estudio .....	29
4.4.2 Selección de especies arbóreas.....	30
4.4.3 Determinación de variables morfológicas del pasto guinea ( <i>Megathyrsus maximus</i> ) .....	31
4.4.4 Rendimiento del pasto guinea ( <i>Megathyrsus maximus</i> ).....	31
4.4.5 Determinación de la calidad nutricional del pasto guinea ( <i>Megathyrsus maximus</i> ) .....	31
4.4.6 Diseño experimental y análisis de los datos.....	32
4.5 Resultados y discusión .....	32
4.5.1 Morfología del pasto guinea ( <i>Megathyrsus maximus</i> ) .....	32

4.5.2 Rendimiento del pasto guinea ( <i>Megathyrsus maximus</i> ).....	35
4.5.3 Composición nutrimental del pasto guinea ( <i>Megathyrsus maximus</i> ). 37	
4.6 Conclusiones .....	40
4.7 Agradecimientos .....	40
4.8 Literatura citada.....	41
5 DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES NATIVAS FORRAJERAS SELECCIONADAS .....	44
5.1 Resumen .....	44
5.2 Abstract .....	45
5.3 Introducción .....	46
5.4 Materiales y Métodos.....	47
5.4.1 Área de estudio .....	47
5.4.2 Obtención de información.....	47
5.4.3 Literatura citada.....	48
5.5 Resultados (descripción de las especies nativas forrajeras) .....	49
5.5.1 Cocuite ( <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.) .....	49
5.5.2 Literatura citada.....	58
5.5.3 Guácimo ( <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.) .....	59
5.5.4 Literatura citada.....	67
5.5.5 Amarillo ( <i>Diphysa americana</i> (Mill.) M.Sousa.).....	69
5.5.6 Literatura citada.....	76
5.5.7 Roble ( <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) .....	77
5.5.8 Literatura citada.....	85

5.5.9 Cuajilote ( <i>Parmentiera aculeata</i> (Kunth) Seem.) .....	87
5.5.10 Literatura citada.....	95
5.5.11 Cañamazo ( <i>Lysiloma acapulcensis</i> (Kunth) Bent) .....	97
5.5.12 Literatura citada .....	102
5.5.13 Pasto guinea ( <i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs).....	103
5.5.14 Literatura citada .....	110
5.6 Discusión.....	111
5.7 Conclusiones.....	112
5.8 Agradecimientos.....	112
5.5 Literatura citada.....	112

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Efecto de la especie arbórea sobre la morfología del pasto guinea.	33
Cuadro 2. Efecto de la época de muestreo sobre la morfología del pasto guinea. .....	34
Cuadro 3. Efecto del sitio de muestreo sobre la morfología del pasto guinea. .	34
Cuadro 4. Efecto de la especie arbórea sobre el rendimiento del pasto guinea. .....	35
Cuadro 5. Efecto de la época de muestreo sobre el rendimiento del pasto guinea. .....	36
Cuadro 6. Efecto del sitio de muestreo sobre el rendimiento del pasto guinea.	37
Cuadro 7. Efecto de la especie arbórea sobre la composición nutrimental del pasto guinea. ....	38
Cuadro 8. Efecto de la época de muestreo sobre la composición nutrimental del pasto guinea. ....	39
Cuadro 9. Efecto del sitio de muestreo sobre la composición nutrimental del pasto guinea. ....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localización. ....	22
Figura 2. Mapa de clima .....	23
Figura 3. Cocuite ( <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.).....	49
Figura 4. Hojas de <i>G. sepium</i> . ....	50
Figura 5. Tronco y corteza de <i>G. sepium</i> . ....	51
Figura 6. Racimo de flores de <i>G. Sepium</i> . ....	51
Figura 7. Vainas dehiscentes de <i>G. sepium</i> . ....	52
Figura 8. Guácimo ( <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.).....	59
Figura 9. Forma del árbol <i>Guazuma ulmifolia</i> .....	60
Figura 10. Hojas de la <i>Guazuma ulmifolia</i> .....	61
Figura 11. Flores de <i>Guazuma ulmifolia</i> .....	62
Figura 12. Fruto de <i>Guazuma ulmifolia</i> .....	62
Figura 13. Amarillo ( <i>Diphysa americana</i> (Mill.) M.Sousa.) .....	69
Figura 14. Características del fuste. ....	70
Figura 15. Características de la corteza. ....	70
Figura 16. Características de la hoja. ....	71
Figura 17. Características de la flor .....	71
Figura 18. Forma de la copa.....	78
Figura 19. Características de las hojas.....	78
Figura 20. Características del tronco. ....	79
Figura 21. Características de la corteza. ....	80
Figura 22. Flores de la <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.).....	80
Figura 23. Forma del árbol cuajilote.....	87
Figura 24 Hojas del cuajilote.....	88
Figura 25. Flores del cuajilote.....	89

Figura 26. Fruto del cuajilote.....	90
Figura 27. Corteza del cuajilote .....	91
Figura 28. <i>Lysiloma acapulcensis</i> .....	97
Figura 29. Pasto guinea (Megathyrsus maximus).....	103
Figura 30. Pasto guinea.....	105
Figura 31. Hojas del pasto guinea .....	105
Figura 32. Inflorescencia y semilla.....	106

## DEDICATORIAS

Esta tesis está dedicada con mucho amor a:

A Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar y lograr culminar este sueño.

A mi madre Irma; quien siempre ha sido mi motivación y mi ejemplo ha segur, quien nunca pone en duda mis capacidades y me ha brindado incondicionalmente la confianza y el apoyo en cada uno de los proyectos y aventuras que he deseado emprender. La amo infinitamente, Irmita.

A mi hermana Ada; aun siendo más pequeña constantemente me regalas grandes enseñanzas y me impulsas a ser una mejor mujer en todos los sentidos. Eres mi gran apoyo, mi vida no sería la misma sin ti. Te amo.

A mi abuelita Chelito, quien ha sido siempre un ejemplo incuestionable de fortaleza, sabiduría y responsabilidad, por motivar cada aventura y festejar cada logro de mi vida.

A mis tías; Tere y Martha quienes han fungido como segundas madres toda mi vida, a mi tío Marco por ser mi gran apoyo y respaldo siempre; gracias por enseñarme a no rendirme ante nada, no tengo como agradecerles este gran amor incondicional, los adoro.

Al hombre que me apoya incondicionalmente, que me alienta a seguir preparándome, quien se enorgullece de mi persona, a mi esposo Héctor, gracias por hacer este camino un poco más sencillo, te amo mi vida.

Principalmente, dedico este logro a ti mi bebé, Heydan (Q.D.E.P), que llegaste a revolucionar mi vida, eres mi fuerza y mi motivación. Este logro es por ti y para ti mi bebé, ha sido un proceso difícil, pero donde sea que te encuentres espero te sientas orgulloso de mamá. Te amo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Ha sido un camino lleno de esfuerzos y sacrificios, cerrada esta etapa, me gustaría expresar mi profunda gratitud principalmente a Dios por permitirme llegar a esta instancia del camino.

A la Universidad Autónoma Chapingo, especialmente a la Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, por haberme brindado la oportunidad de hacer uno de mis sueños realidad.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo otorgado haciendo más fácil el proceso.

A la familia Lara Bueno, por abrirme las puertas de su hogar y brindarme la oportunidad y las facilidades para realizar la investigación en su predio. Muchas gracias.

Al Dr. Alejandro Lara Bueno por confiar en mí, gracias por su paciente orientación, motivación y útiles críticas en el presente trabajo de investigación.

Al PhD. Dante Arturo Rodríguez Trejo y al Dr. Miguel Uribe Gómez por su apoyo, consejos y correcciones.

A mi familia por el apoyo incondicional, por siempre estar conmigo sin importar el tiempo y la distancia, muchas gracias por enseñarme a no rendirme ante nada, no tengo como agradecerles este gran amor incondicional.

A mis compañeros y amigos, especialmente a Fernando por ser un gran amigo, por compartir tu buena vibra y alentarme en los momentos difíciles, y a Liz infinitas gracias por los ánimos y el apoyo hasta el último día.

## DATOS BIOGRÁFICOS

### Datos personales

Nombre: Irma Daniela Casimiro Robles

Fecha de nacimiento: 26 de diciembre de 1991

Lugar de nacimiento: Victoria de Durango, Durango

CURP: CARI911226MDGSBR03

Profesión: Ingeniera Forestal

Cédula profesional: 9848849



### Desarrollo académico

**2006-2009** Educación media superior en el Colegio de Bachilleres del Estado de Durango, Plantel 28 El Salto.

**2010-2015** Educación superior en el Instituto Tecnológico de El Salto, El Salto, P.N., Durango.

**2020-2022** Maestría en Ciencias en Agroforestería Para el Desarrollo Sostenible en la Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México.

## RESUMEN GENERAL

### RENDIMIENTO Y CALIDAD NUTRIMENTAL DEL PASTO GUINEA (*Megathyrsus maximus*) BAJO SOMBRA DE ESPECIES ARBÓREAS DE USOS MÚLTIPLES<sup>1</sup>

El objetivo de este estudio fue evaluar el rendimiento y calidad nutricional de pasto guinea (*Megathyrsus maximus*) en el área de sombra de seis especies arbóreas de usos múltiples en un sistema silvopastoril con árboles dispersos en los potreros. Para esto, se tomaron muestras a pleno sol y bajo la copa (cerca del tronco, en la parte media y en el límite de la cobertura de la copa) de seis especies arbóreas durante la época de lluvias y secas usando cuadrantes de 1.5 m<sup>2</sup>. El contenido de materia seca (MS), el rendimiento de forraje verde (RFV) y seco (RFS), así como el contenido de materia orgánica (MO) y fibra detergente neutro (FDN) fueron más altos, pero el contenido de proteína cruda (PC) fue más bajo cuando *M. maximus* creció a pleno sol ( $p < 0.01$ ), en comparación con *M. maximus* que creció bajo las especies arbóreas. El número, la altura, el diámetro, el largo y el ancho de las hojas, así como RFV y RFS, y el contenido de PC de *M. maximus* fueron mayores durante la época de lluvias que en la época de secas ( $p < 0.001$ ). La altura, diámetro, largo y ancho de las hojas, así como RFV y RFS fueron mayores ( $p < 0.001$ ) cuando *M. maximus* creció en el límite de la cobertura de la copa de las especies arbóreas que cuando creció cerca del tronco y en la parte media de la cobertura de la copa. En conclusión, el uso de árboles dispersos en los potreros reduce el rendimiento, pero mejora la calidad nutricional del forraje de *M. maximus*.

**Palabras clave:** sistema silvopastoril, árboles dispersos, *Guazuma ulmifolia*, *Gliricidia sepium*.

---

<sup>1</sup>Tesis de Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma Chapingo.

Autor: Irma Daniela Casimiro Robles

Director: Alejandro Lara Bueno

## GENERAL ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the yield and nutritional quality of guinea grass (*Megathyrsus maximus*) in the shade area of six multipurpose tree species (*Guazuma ulmifolia*, *Lysiloma acapulcensis*, *Parmentiera aculeata*, *Diphysa americana*, *Tabebuia rosae* and *Gliricidia sepium*) in a silvopastoral system with trees dispersed in the paddocks. For this purpose, foliage samples of guinea grass (*M. maximus*) were taken in full sun and under the canopy of the trees (near the trunk, in the middle part and at the limit of the canopy cover) during the middle phase of the rainy season and at the end of the rainy period using quadrats of 1.5 m<sup>2</sup>. Dry matter (DM) content, green (RFV) and dry (RFS) forage yield, as well as organic matter (OM) and neutral detergent fiber (NDF) content were higher, but crude protein (CP) content was lower when *M. maximus* was grown in full sun ( $p < 0.01$ ), compared to when the grass was grown in the shade of tree species. Plant height, number of leaves, plant height and diameter, leaf length and width, as well as RFV and RFS, and CP content of *M. maximus* were higher in the middle phase of the rainy season (first sampling) than at the end of the rainy season (second sampling;  $p < 0.001$ ). Leaf height, diameter, length and width, as well as RFV and RFS were greater ( $p < 0.001$ ) when *M. maximus* grew at the canopy cover limit (drip line) of tree species than when the guinea-grass grew near the trunk and in the middle part of the canopy cover of tree species. In conclusion, the use of scattered trees in paddocks reduces yield, but improves the nutritional quality of *M. maximus* forage, with higher CP, and lower NDF content.

Key words: silvopastoral system, dispersed trees, *Guazuma ulmifolia*, *Gliricidia sepium*.

---

<sup>1</sup>Thesis Master's Degree in Agroforestry for Sustainable Development, Universidad Autónoma Chapingo.

Author: Irma Daniela Casimiro Robles

Advisor: Alejandro Lara Bueno

# 1 INTRODUCCIÓN GENERAL

Uno de los sistemas de producción ganadera más practicado y difundido en las regiones tropicales del país es el de bovinos de doble propósito. En este sistema, la alimentación del ganado se basa en el pastoreo extensivo en pastizales naturales e inducidos. La rentabilidad de estos sistemas es frecuentemente baja debido a que la alimentación del ganado depende del uso de solo gramíneas en los potreros (Ku-Vera *et al.*, 2013; Canul *et al.*, 2018). Las gramíneas bajo condiciones de monocultivo presentan bajo contenido de proteína digestible y altos niveles de fibra durante todo el año (Carmona, 2007; Canul *et al.*, 2018).

Como una opción para mejorar la calidad y el rendimiento de los pastizales se presentan los sistemas silvopastoriles, a través de la interacción entre las especies herbáceas, arbustivas y arbóreas forrajeras (Bellow y Nair, 2003). Estas interacciones incrementan la productividad de los sistemas agropecuarios y permiten mejorar la calidad de la dieta del ganado, disminuyendo además el uso de fertilizantes nitrogenados y manteniendo la proporción de los componentes botánicos en tiempo y espacio (Merchant y Solano, 2016).

Sin embargo, la productividad del estrato herbáceo puede estar condicionada por la cobertura de las copas de los árboles que, por interferencia, limita la cantidad de luz que llega al estrato herbáceo en los sistemas silvopastoriles (Gargaglione *et al.*, 2014). Sin embargo, las interacciones entre la cobertura de los árboles y la productividad de las especies herbáceas que crecen en el dosel arbóreo no son del todo lineales, particularmente en especies de gramíneas que pueden exhibir atributos de plasticidad morfológica y adaptativa, término que ha sido descrito como la habilidad que poseen algunas plantas para cambiar atributos bioquímicos, morfológicos y fisiológicos, como respuesta ante las variaciones ambientales temporales o permanentes (Guenni *et al.*, 2008).

En la gramínea de la especie *Megathyrsus maximus* Simon & Jacobs, antes *Panicum maximum* Jacq., se han reportado evidencias de plasticidad adaptativa

bajo la sombra de los árboles, con incremento en los atributos morfológicos como: altura de la planta, ancho y largo de las hojas, y tasa de aparición de tallos (Medinilla-Salinas *et al.*, 2013), y atributos bioquímicos como: incrementos en el contenido de proteína cruda (Paciullo *et al.*, 2017).

En algunas regiones tropicales del país, el estrato herbáceo que conforma los sistemas silvopastoriles se compone principalmente por pasto guinea (*Megathyrus maximus*) y, para los ganaderos en estas regiones, este pasto es considerado un componente de gran importancia en sus potreros. No obstante, el rendimiento de semilla es bajo y, en México, no existe suficiente información sobre aspectos de reproducción y manejo agronómico de la semilla del pasto guinea, lo cual ocasiona baja disponibilidad y calidad deficiente de la semilla, por lo que la disponibilidad de semilla de zacate guinea para siembra es limitada.

La sombra de los árboles provoca cambios en la fisiología de las herbáceas que le permiten en determinados casos crecer y producir mayor cantidad de biomasa forrajera y de mayor calidad. También se logra la conformación de microclimas en las áreas de influencia de la cobertura arbórea que contribuyen en la reducción de la temperatura y evaporación del agua, así como tener un mejor control de la humedad relativa esto en comparación de áreas abiertas.

Por lo anterior, la presente investigación tiene como objetivo evaluar el rendimiento y la calidad nutrimental del pasto guinea (*Megathyrus maximus*) en el área de sombra de seis especies arbóreas de usos múltiples en un sistema silvopastoril con árboles dispersos en los potreros en un rancho ganadero de Tierra Blanca, Veracruz, y así optimizar la producción y la calidad nutrimental del forraje disponible para el ganado.

## 1.1 Objetivo General

Determinar el rendimiento y calidad nutrimental del pasto guinea (*Megathyrus maximus*) en la sombra de seis especies arbóreas de usos múltiples presentes en un sistema silvopastoril, para optimizar la producción y calidad nutrimental de forraje disponible para el ganado.

## 1.2 Objetivos Específicos

- Identificar las especies arbóreas de usos múltiples de mayor interés en un sistema silvopastoril con árboles dispersos en los potreros, para evaluar el efecto de la sombra en el estrato herbáceo que crece bajo el dosel.
- Determinar la producción de materia seca, el contenido de proteína total y componentes fibrosos (FDN) del pasto guinea (*Megathyrus maximus*) que crece bajo la copa de las especies arbóreas seleccionadas, para evaluar el potencial de estas especies arbóreas en el crecimiento, rendimiento y calidad nutrimental de la gramínea.
- Identificar los cambios morfológicos del pasto guinea (*Megathyrus maximus*) para evaluar cómo es que la sombra emitida por las diferentes especies arbóreas seleccionadas influye sobre la estructura foliar y rendimiento de la gramínea.

## 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1 Sistemas Silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles (SSP) representan una alternativa sostenible dentro de las actividades de producción bovina (Navas, 2007). De acuerdo con Sotelo *et al.* (2017) los principales componentes de los SSP son:

- Suelo: Es el punto de anclaje y desarrollo para el pasto y los árboles, aporta los nutrientes y agua necesarios para el desarrollo de las plantas.
- Árboles y arbustos: Participan como reguladores de la temperatura ambiente mediante la generación de microclimas, y son fuente de alimento para los animales.
- Pastos: Éstos son la principal y más económica fuente de alimento para el ganado, contribuye con el reciclaje de nutrientes y protege el suelo de la radiación solar y demás factores de la erosión.
- Agua: Es el recurso indispensable si se desea apuntar a una ganadería sostenible y rentable.
- Animales: Son la principal fuente de alimento proteico para la alimentación humana y hacen un uso importante del componente fibroso de los pastos y forrajes.

En estas condiciones, el árbol como componente productivo de los SSP puede mejorar la producción en los agroecosistemas ganaderos, mitigar los efectos negativos ambientales y mejorar las condiciones para el bienestar de los animales, reduciendo el estrés calórico en los animales mediante la generación de microclimas en los potreros (Navas, 2010).

Algunas de las alternativas agroforestales que permiten la incorporación de árboles en el ámbito ganadero son: cercas vivas, árboles dispersos en potreros, bancos forrajeros, pastoreo en plantaciones forestales o frutales, pasturas en

callejones y cortinas rompeviento. Sin embargo, para el diseño adecuado de los SSP es importante identificar las interacciones positivas y negativas que pueden presentarse entre los componentes (suelo, pastura, árbol, animal) (Navas, 2007). Alonso (2011) menciona que la producción total de biomasa es mayor en los sistemas silvopastoriles que en los sistemas de pastoreo con solo gramíneas. Sin embargo, las interacciones que se establecen entre los componentes de estos sistemas (suelos, agua, pastos, árboles y animales) serán las que determinen la capacidad productiva de la unidad de producción. Otro elemento que influye en la producción de biomasa forrajera es la densidad de las especies arbóreas que integran el sistema silvopastoril (Ramírez *et al.*, 2020).

### **2.1.1 Interacción árbol-pasto**

El término “interacción” se refiere a la relación entre dos o más componentes presentes en un mismo espacio. En los sistemas silvopastoriles, estas interacciones se presentan en la relación que se establece entre árboles y/o arbustos, el pasto y los animales. De acuerdo con el tipo de sistema silvopastoril se pueden presentar interacciones directas (que se ven a simple vista) e interacciones indirectas (que no se ven); también se pueden presentar interacciones positivas e interacciones negativas. Estas interacciones dependerán básicamente del manejo que el productor realice con el ganado en pastoreo. Por ejemplo, una correcta rotación de potreros puede ayudar a disminuir o evitar el pisoteo de pasto y la compactación del suelo (Jiménez y Sepúlveda, 2012). Las interacciones negativas y positivas son vinculadas directamente con la productividad y calidad del pasto. De acuerdo con las características de las especies arbóreas, se pueden presentar efectos negativos debido a que la sombra de algunas arbóreas reduce la producción de los pastos (Joya *et al.*, 2004).

Algunos productores distinguen las especies arbóreas compatibles con el pasto y las que tienen efectos negativos. Algunas especies de árboles compatibles con el pasto que han sido reportadas son: níspero (*Manikcara zapota*), neem

(*Azadirachta indica*), tempisque (*Sideroxylon capiri*), jícaro (*Crescentia alata*), laurel (*Cordia alliodora*), roble (*Tabebuia rosea*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y coyol (*Acromia vinífera*), porque sus hojas son finas, las copas son altas y poco densas (Joya *et al.*, 2004). Por otro lado, los árboles que se han identificado como reductores de la productividad de pasto son: aramo (*Acacia spp*), mango (*Manguifera indica*), genízaro (*Albizia saman*), tugüilote (*Cordia dentata*) y guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*). Sin embargo, en los sistemas silvopastoriles con árboles dispersos en los potreros se recomienda dejar crecer entre 8 y 15 de estos árboles por hectárea para proveer sombra al ganado (Joya *et al.*, 2004). Los efectos que el árbol genera sobre los pastos son variables, ello depende de las condiciones particulares de cada lugar con respecto a la humedad, sombra de otros árboles, tipo de suelo, tipo de pasto, etc.

Dentro de las interacciones positivas entre los árboles y los pastos se encuentra el aporte orgánico que los árboles proporcionan al suelo cuando sus hojas caen y forman el mantillo sobre el suelo que, al descomponerse, aporta nutrientes y aumenta la actividad de la micro y macrofauna benéfica en el suelo; los árboles sostienen al suelo con sus raíces evitando así la erosión, mientras que las copas minimizan el impacto de la lluvia en el suelo (Joya *et al.*, 2004).

De esta manera, la FAO (2015) clasifica las ventajas y desventajas que se presentan en la interacción entre árboles y pastos:

Ventajas:

- Mayor crecimiento de pasturas por el nitrógeno que aportan los árboles leguminosos al suelo.
- Absorción de nutrientes por los árboles desde los niveles más profundos del suelo, facilitando su disponibilidad a nivel superficial para ser asimilados por los pastos.
- Reducción de germinación de leñosas arbustivas, por el sombreado de los árboles, evitando con esto la competencia con las pasturas por espacio, luz y nutrientes.

- Incremento de la materia orgánica en el suelo, por la caída y descomposición de las hojas, favoreciendo su estructura y beneficiando la nutrición de las pasturas.
- Aumento en el almacenamiento de agua en la parte basal de los árboles, que favorece la disponibilidad de agua para las pasturas.
- Uso eficiente de la humedad del suelo, debido a que la sombra del árbol retrasa la pérdida de agua por evaporación.

Desventajas:

- Posibles cambios negativos en los patrones fisiológicos de los pastos (velocidad de rebrote, índice de área foliar, capacidad de macollaje o de producción de semilla, etc.) debidos al efecto sombra.

## **2.2 Especies arbóreas de usos múltiples**

Los árboles multiusos o de propósito múltiple son un componente fundamental dentro de los sistemas agroforestales. Esta combinación permite que los sistemas de producción agrícola y ganadera se combinen con especies forestales impulsando de esta manera el desarrollo económico y social de las empresas agrícolas y ganaderas (López-Sánchez y Musálem 2007). Musálem (2002), citando a Budowski (1987), menciona que un árbol de uso múltiple suministra productos y servicios típicamente esperados como: madera, microclimas, mejoramiento del suelo y aporte de materia orgánica, pero, adicionalmente, ofrece servicios importantes como: fijación de nitrógeno, forraje, productos comestibles, gomas, fibras e incluso productos medicinales. Una de las características que sobresale de algunas especies arbóreas de usos múltiples es que, a través de los microorganismos simbióticos presentes en las raíces, fijan el nitrógeno de la atmósfera. Otra característica es que algunos de ellos son de rápido crecimiento y producen abundante forraje para el ganado y la fauna silvestre; de los más conocidos y utilizados se encuentran: *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* y *Erythrina spp* (Musálem, 2002).

### 2.2.1 Efecto sombra sobre el estrato herbáceo

La producción y calidad de los pastos en el Trópico mejora sustancialmente con la utilización de la sombra natural, debido a que permite el reciclaje de los nutrientes, disminuye la temperatura y aumenta la humedad en el suelo (Murgueitio, 2003). Es por esto, por lo que dentro de los sistemas silvopastoriles la cantidad de luz disponible en el componente herbáceo se considera importante y decisivo para su sostenibilidad, ya que, si este factor no se maneja apropiadamente, puede ocasionar el deterioro del comportamiento productivo del estrato herbáceo y del SSP (García *et al.*, 2001). Por lo que la absorción de agua, la producción y calidad de biomasa dentro de los sistemas silvopastoriles se ven afectadas al momento de reducir la radiación solar que llega al estrato herbáceo por efecto de la sombra del árbol. Frecuentemente, las leñosas perennes interfieren en el paso de la radiación lumínica al estrato herbáceo, por lo que se prefiere el establecimiento de pasturas hasta que las leñosas actúen como especie dominante sobre las forrajeras.

Algunas herbáceas forrajeras presentan tolerancia a la sombra.

Gramíneas de alta tolerancia: *Axonopus compressus*, *Brachiria miliformis*, *Paspalum conjugatum*, *Steno taphum secundatum*, *Ischaemum aristatum*; y leguminosas de alta tolerancia: *Desmodum heterophyllum*, *D. ovalifolium* y *Calopogonium caeruleum*. Otras forrajeras de moderada tolerancia a la sombra son: *Brachiria decumbens*, *B. humidicola*, *B. brizanta*, *Panicum maximum*, *Setaria sphacelata*, *Pennisetum purpureum* e *Imperata cilíndrica*; y entre las leguminosas: *Arachis pintoii*, *Centrocema pubeces*, *Desmodium intortum*, *Calopogonium muconoides* y *Pueparia phaseloides* (Espinoza, 2006).

En función de la respuesta al sombreado las especies forrajeras se pueden clasificar de la siguiente manera (Karlín, 1985):

- Umbrófilas: son aquellas especies herbáceas o arbustivas que prefieren la sombra y prosperan mejor en condiciones de penumbra.
- Heliófilas: aquellas plantas que funcionan mejor al no tener sombra.

- Tolerantes: plantas que pueden funcionar bien bajo sombra como fuera de la sombra.

Generalmente, las plantas C3 presentan mayor tolerancia a la sombra que las que realizan fotosíntesis tipo C4, razón por la que muchas especies de gramíneas invernales toleran perfectamente la sombra de algunos árboles. Cuando las herbáceas crecen bajo la sombra, presentan ciertas características, inducidas por la menor cantidad de luz que incide en las hojas, presentándose éstas más alargadas y con un color verde más intenso (Karlin, 1985).

La morfología de los árboles (copa, altura, edad, densidad) y la distribución espacial, la fertilidad del suelo y la inclinación de los rayos solares, son factores que influyen en el gradiente de sombra de las arbóreas sobre las herbáceas. Ante esto, la poda de ramas se presenta como una práctica de manejo para reducir la competencia entre las arbóreas lo cual va a permitir mayor acceso de luz al estrato herbáceo (Espinoza, 2006).

### **2.3 Pasto guinea (*Megathyrsus maximus*)**

El pasto guinea (*Megathyrsus maximus* Jacq. B.K. Simon) tiene su origen en África (Ramírez *et al.*, 2011), es una gramínea que se encuentra en zonas tropicales y subtropicales donde por sus características de: buen rebrote, tamaño de lámina foliar, relación hoja:tallo y alta producción de biomasa, se aprovecha para alimentar el ganado.

Las características nutricionales de esta gramínea se ven afectadas principalmente por las condiciones climáticas y la edad de rebrote, por lo que es preciso evaluar estos materiales antes de incorporarlos en un sistema de producción de bovinos en pastoreo si el objetivo es maximizar su potencial productivo (Patiño, Gómez y Navarro, 2018). También es importante tener en cuenta que la productividad y el valor nutrimental del pasto guinea son mejores en épocas de lluvias que en época de sequía, que es cuando la disponibilidad de forraje disminuye al igual que la calidad nutrimental (Costa y da Cruz, 1994). La frecuencia y altura de corte del pasto guinea influyen en la estructura del

dosel de una pradera y afectan la relación hoja: tallo, tasa de crecimiento, población de tallos, tasa de expansión foliar, y de aquellas variables relacionadas con la producción y calidad del forraje; además de incidir en la longevidad de las plantas, al disminuir las reservas de carbohidratos a nivel basal. Un mal manejo de la pradera puede afectar la calidad y persistencia de la planta y pueden causar la desaparición o subutilización del forraje, lo cual representa un perjuicio económico para el productor (Patiño et al., 2018).

La superficie sembrada de pasto guinea en México ha variado debido a las condiciones ambientales, prácticas de manejo, baja tolerancia a plagas y enfermedades, lenta recuperación después del pastoreo y crecimiento estacional (Valles *et al.*, 1995). El pasto guinea se puede utilizar para pastoreo directo, corte manual o mecanizado, con el objetivo de henificación y ensilaje, pudiéndose asociarse con leguminosas en banco de proteína y en sistemas silvopastoriles intensivos para la alimentación del ganado. Puesto que es una especie de porte alto, puede fácilmente cortarse en forma manual o mecánica, como forraje verde, silo, heno o harina, pero se debe tener presente que su principal uso es para el pastoreo directo (Thomas y Da Rocha, 1994).

### **2.3.1 Estructura morfológica**

Para el desarrollo del pasto guinea (*Magathysus maximus*) se requiere de las siguientes condiciones edafoclimáticas: suelos de mediana a alta fertilidad, bien drenados y con pH entre 6 y 8, se establece en altitudes que van desde el nivel del mar hasta 2000 msnm, con precipitaciones de 900 a 2000 mm y temperaturas superiores a 18°C. En óptimas condiciones puede alcanzar alturas de 1,60 a 1,85 m, ya que presenta un sistema radical amplio, lo que lo hace resistente a las sequías. Dentro de las características estructurales, la inflorescencia presenta; una panícula grande con racimos rígidos y ascendentes, los cuales, en la parte baja, están dispuestos en verticilos y cada racimo cuenta con numerosas espiguillas; los ejes de la inflorescencia son a veces ondulados; y se considera que el pastoreo debe realizarse en el estado

de prefloración, momento en el cual el pasto alcanza el más alto valor nutritivo y buena palatabilidad (Bernal, 1994).

En el desarrollo vegetativo de los pastos, se produce el macollamiento o ahijamiento que cesa en el momento de la floración y amarre de las semillas. Cada macollo está formado por la repetición de unidades similares denominadas fitómeros que se diferencian a partir del mismo meristema apical. El fitómero de una gramínea se conforma de una hoja, nudo, entrenudo, meristema axilar y meristema intercalar. En un macollo, la diferenciación de células del meristema apical origina primordios de hojas y yemas axilares capaces de originar un nuevo macollo. Los primordios foliares continúan su desarrollo y forman una hoja la cual se hace visible por dentro del conjunto de vainas (Pagliaricci y Bonvillani, 2008).

#### **2.4 Rendimiento y calidad nutrimental**

Las pasturas y los forrajes son considerados como la fuente de alimentación más económica para cualquier clase de animal de interés para el hombre, además de ser una fuente de alimentación y de nutrientes para quienes los consumen (Troncoso, 2001). Es necesario conocer los componentes del forraje y la manera en que son aprovechados por los animales que lo consumen para así poder concebir la importancia del valor nutricional, además de identificar la necesidad de nutrientes que requiere cada animal (Vélez y Berger, 2011).

Los nutrimentos que aportan los forrajes dependerán principalmente de las características climáticas y edafológicas de la zona donde se encuentren, así como del manejo y mantenimiento que se les brinde (Vélez y Berger, 2002).

Troncoso (2001), menciona que el consumo de forraje, dentro de un ambiente pastoril, también se ve influenciado por factores importantes, como:

- Especie animal y talla
- Comportamiento de pastoreo
- Estado fisiológico
- Potencial de producción del animal

- Calidad del forraje
- Disponibilidad del forraje
- Factores ambientales
- Complementación alimenticia

El comprender estos factores puede ayudar a entender mejor las relaciones entre el recurso forrajero a pastorear y la producción animal. En algunos casos, el consumo suele ser más importante que la calidad del forraje, sobre todo cuando la calidad es marginal (Troncoso, 2001).

Los pastos del género *Megathyrsus* se caracterizan por su potencial de producción de biomasa y calidad nutricional (Medinilla, 2012). Sin embargo, el rendimiento y composición química de los pastos del género *Megathyrsus* se ve afectado por la edad y las condiciones climáticas en diversas regiones del mundo. Estas especies de pastos abrieron nuevas expectativas en las regiones tropicales y subtropicales, por su rango de adaptación. Su producción alcanza entre 10 y 30 t de MS/ha por año y se adapta a suelos de mediana fertilidad, tolerante a la sequía y de excelente aceptación por el ganado (Joaquín *et al.*, 2009).

#### **2.4.1 Materia seca**

Las necesidades nutricionales de los animales son cubiertas a partir de dos grandes grupos de alimentos: concentrados y forrajeros. Sin embargo, para los forrajes verdes y pastos aún no existe un arreglo general para determinar el porcentaje de materia seca (MS) en muestras originales, previo a su análisis (De La Roza-Delgado, Martínez y Argamentería, 2002).

La estimación de materia seca en los forrajes es importante puesto que el agua provoca la dilución de los valores nutritivos por unidad de peso en los alimentos, por esta razón los nutricionistas y los ganaderos consideran esencial determinar el contenido de agua presente en los pastos (De La Roza-Delgado *et al.*, 2002), ya que las partículas coloidales en las paredes y constituyentes celulares de las plantas pueden absorber y retener agua fuertemente.

El manual del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, INRA por sus siglas en francés (Dulphy y Demarquilly, 1981), recomienda el secado del pasto a 80°C en estufa de aire forzado, mientras que ADAS (1978) recomienda el secado a a 102°C y AOAC (1990) a 105°C, en las mismas condiciones. En cuanto a la temperatura de secado de muestras destinadas a ser posteriormente molidas para su análisis en el laboratorio la situación es aún más confusa (Van Es y Van der Meer, 1980). Durante mucho tiempo, se aceptó el secado a 100°C, tras lo cual se potenció el uso de diferentes métodos y temperaturas, en función del analito a determinar (Maestro *et al*, 1984). Sin embargo, con frecuencia se recomiendan 70°C en estufa de aire forzado, para evitar pérdidas sensibles de carbohidratos solubles y formación de complejos indigestibles proteína-carbohidratos, ya que la formación de proteínas insolubles y productos de Maillard se incrementan con el aumento de la temperatura (Van Soest, 1994)".

La producción de materia seca y el contenido de proteína son dos de las variables mayormente utilizadas en la evaluación de los pastos; cabe mencionar que ambas variables se correlacionan negativamente. Es decir que, si un pasto se selecciona por su producción forrajera, esto puede ir en deterioro de su valor en proteína y viceversa.

De ahí la importancia de generar alternativas que permitan evaluar juntamente la producción de materia seca y el contenido de proteína en pastos tropicales (Juárez-Hernández & Bolaños-Aguilar, 2007).

En el caso particular de *Megathyrsus maximus* es una gramínea de alta producción forrajera, con 1,200 a 4,128 kg/ha de materia seca en época seca y de lluvias, respectivamente. Además, tiene contenidos de proteína de hasta 13.3% (Burbano *et al.*, 2018).

#### **2.4.2 Contenido proteínico de los forrajes**

Las proteínas desempeñan un papel muy importante en el organismo, se constituyen en promedio por un 16% de nitrógeno, de tal forma que si conoce la

cantidad de N que contienen los alimentos se puede inferir su contenido proteico (Bassi, 2006).

El contenido de proteína cruda se determina por medio del método Kjeldahl, en el cual se mide el contenido de nitrógeno total en una muestra, convirtiéndolo a un valor total de proteína cruda, multiplicando por el factor empírico 6.25. Este factor de conversión se basa en la suposición de que la proteína contiene en promedio alrededor de 16 % de nitrógeno por unidad de peso, aun cuando en la práctica es posible una variación entre 12 y 19% de nitrógeno para proteínas individuales. Una de las desventajas que presenta este modelo es que no diferencia entre nitrógeno proteico y nitrógeno no-proteico (NNP). Generalmente no es satisfactorio para ingredientes alimenticios convencionales, para proteínas microbianas unicelulares y ciertos productos animales de desecho, los cuales pueden contener cantidades considerables de NNP (Bassi, 2006). En caso particular de los forrajes, la capacidad de aportar proteínas es un parámetro de calidad. Aproximadamente entre un 85-90% del contenido del nitrógeno de las plantas forrajeras es proteína cruda (Bassi, 2006).

La proteína cruda de los forrajes también se divide en proteína verdadera y nitrógeno no proteico (NNP); la proteína verdadera en forrajes representa del 60% al 80% del nitrógeno total. La proteína cruda es uno de los componentes que varía más en las pasturas, el valor nutritivo de éstas se puede medir como la capacidad de aportar todos los nutrientes requeridos por el animal. El contenido de proteína cruda de las gramíneas puede variar entre 3% en una gramínea tropical y muy madura hasta más de 30% en una pastura de clima templado. En términos generales, el contenido de pared celular en los forrajes está inversamente relacionado con el contenido de proteína, el contenido de celulosa suele ser de 20 a 30% de la materia seca, en tanto que las hemicelulosas pueden variar entre 10 y 30 % (INTAGRI, 2018).

Para la determinación del contenido proteínico de alimentos y bebidas, carne, cereales y forrajes se utilizan diferentes métodos. La forma más utilizada es mediante su cuantificación de forma directa y aproximada, que se puede

realizar a partir del contenido de nitrógeno de la muestra, o bien deduciendo su cantidad a partir del contenido de uno o dos aminoácidos particulares que conforman la proteína (García y Fernández, s.f).

#### **2.4.3 Determinación de Nitrógeno por el método Kjeldahl**

El método Kjendahl se utiliza para la determinación del contenido de nitrógeno en muestras orgánicas e inorgánicas, el contenido de proteína se puede calcular presuponiendo una proporción entre la proteína y el nitrógeno para el alimento específico que se quiera analizar. Es un método oficial y descrito en múltiples normativas: AOAC, USEPA, ISO, DIN, Farmacopeas y distintas Directivas Comunitarias (García y Fernández, s.f).

## 2.5 Literatura citada

- ADAS (Agricultural Development and Advisory Service). (1985). Technical Bulletin 85/107. Changes in silages evaluation. Her Majesty's Stationery Office. London (UK).
- Alonso, J. (2011). Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*, Vol. 45 núm. 2, 107-115.
- Bassi, T. (2006). Conceptos básicos sobre la calidad de los forrajes. Cátedra de Manejo de Pasturas, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Lomas de Zamora.
- Bellow, J. G. & Nair, P. K. R. (2003). Comparación de métodos comunes para evaluar la disponibilidad de luz del sotobosque en sistemas agroforestales con sombra perenne. *Agricultura y metodología forestal*, 114(3-4):197-211. [https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(02\)00173-9](https://doi.org/10.1016/S0168-1923(02)00173-9)
- Budowski, G. (1987). Living fence in tropical America, a widespread agroforestry practice. In: H.L. Gholz (Ed). *Agroforestry: realities, possibilities and potentials*. Martinus Nijhoff publishers and ICRAF. 31-45 p. Dordrecht, the Netherlands. pp.169- 178
- Burbano, E., Mojica, J., Brochero, G., & Mejía, S. (2018). Producción de semilla del pasto guinea *Megathyrsus maximus* cv. *Agrosavia Sabanera* (cartilla divulgativa). Bogotá: Agrosavia.
- Canul-Solis, Jorge R., Castillo-Sánchez, Luis E., Escobedo-Mex, José G., López Herrera, María A., & Lara y Lara, Pedro E. (2018). Rendimiento y calidad forrajera de *Gliricidia sepium*, *Tithonia diversifolia* y *Cynodon nlemfuensis* en monocultivo y sistema agroforestal. *Agrociencia*, 52(6), 853-862. Recuperado en 13 de octubre de 2020, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952018000600853&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952018000600853&lng=es&tlng=es).
- Carmona A., J. C. (2007). Efecto de la utilización de arbóreas y arbustivas forrajeras sobre la dinámica digestiva en bovinos. *Rev. Lasallista Investig.* 4: 40-50.
- Costa, N. de L., da Cruz, O. J. R. (1994). Evaluación agronómica de accesiones de *Panicum maximum* en Rondonia, Brasil. *Pasturas Tropicales*, 16(2), 44-47.

- De Justo, A. (2019). *Equipos para la determinación de nitrógeno*. Guíalab. <https://www.guialab.com.ar/notas-tecnicas/equipos-para-la-determinacion-de-nitrogeno/>
- De La Roza-Delgado, B.; Martínez, F. A. y Argamenteoría, G., A. (2002). Determinación de materia seca en pastos y forrajes a partir de la temperatura de secado para análisis. *Revista de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, ISSN 0210-1270, Vol. 32, Nº. 1, págs. 91-104. Disponible en: <<http://polired.upm.es/index.php/pastos/article/view/1308/1312>>.
- Dulphy, J. R; Demarquilly, C. (1981). Problèmes particuliers aux silages. En: *Previsión de la valeur nutritive des aliments des ruminants*, 81-104. INRA Publi.
- Espinoza, L. (2006). *Evaluación Comparativa de Sistemas Pastoriles Naturales con o sin Árboles en Condiciones del Trópico Húmedo, Nueva Guinea, (RAAS). Tesis de grado*. Universidad Nacional Agraria. Escuela de Ciencias Forestales. Managua, Nicaragua. 87pp.
- García, M., Eva & Fernández, S., Isabel. (s.f). *Determinación de proteínas de un alimento por el método Kjeldahl. Valoración con un ácido fuerte*. Departamento de Tecnología de alimentos. ETSIAMN. Universidad Politécnica de Valencia.
- García, R., Mauricio, C. & Andrade, C.M. (2001). *Sistemas Silvopastoris na Regiao Sudeste*. En: *Sistemas Agroflorestais Pecuários: opcoes de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais*. Ed. M. Carvalho, M. Alvim y J. Costa. Brasil. p. 173.
- García A., E. (2004). *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones climáticas de la República Mexicana)*. México: Instituto de Geografía. UNAM.
- Gargaglione, V., Peri, P. L., & Rubio, G. (2014). Interacciones árbol-pasto para N en sistemas silvopastoriles de *Nothofagus antarctica*: evidencia de facilitación desde los árboles hasta debajo de los pastos, 88(5), 779-790. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10457-014-9724-3.pdf>
- Guenni, O., Seiter, S., & Figueroa, R. (2008). Growth responses of three *Brachiaria* species to light intensity. *Tropical Grasslands*, 42(1), 75-87.
- INTAGRI (Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura). (2018). *Valor Nutritivo de los Forrajes y su Relación con la Nutrición Proteica de*

Rumiantes. Extraído de <https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/valor-nutritivo-de-los-forrajes-y-su-relacion-con-la-nutricion-proteica>

- Jiménez-Trujillo, J.A. y Sepúlveda, L., C. (2012). Sistemas silvopastoriles y buenas prácticas para la ganadería sostenible en Oaxaca. Alianza México Redd, pp. 1-39.
- Joaquín, M., Cancino SJ., Hernández- Garay, A., Pérez P., J. (2009). Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de semilla del pasto guinea. *Téc. Pec. Méx.*; 47(1): 69-78.
- Joya, M., López, M., Gómez, R., & Harvey, C. (2004). Conocimiento local sobre el uso y manejo de los árboles en las fincas ganaderas del municipio de Belén, Rivas. *Encuentro*, (68), 44-59. <https://doi.org/10.5377/encuentro.v0i68.4256>
- Juárez-Hernández, J., & Bolaños-Aguilar, E., D. (2007). Las curvas de dilución de la proteína como alternativa para la evaluación de pastos tropicales. *Universidad y Ciencia*, 23(1),81-90. [fecha de Consulta 17 de noviembre de 2020]. ISSN: 0186-2979. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=154/15423109>
- Karlin, O. A. (1985). Importancia del árbol en la producción animal (Subtrópico seco argentino). Edit. por Centro Argentino de Ingenieros Agrónomos y Orientación Gráfica Editora SRL. Catamarca, Argentina.
- Ku-Vera, J. C., A. J. Ayala-Burgos., F. J. Solorio-Sánchez., E. G. Briceño-Poot., A. Ruiz-González., A T. Piñeiro-Vázquez., M. Barros-Rodríguez., A. Soto-Aguilar., J. C. Espinoza- Hernández., S. Albores-Moreno., A. J. Chay-Canul., C. F. Aguilar-Pérez., L. Ramírez- Avilés., and J. Bazán-Godoy. (2013). Tropical tree foliage and shrubs as feed additives in ruminant rations. In: Salem, A. F. Z. M. (ed). *Nutritional Strategies of Animal Feed Additives*. Nova Science Publishers, Inc., New York. pp: 59-76.
- López-Sánchez, E. y Musalém, M. A. (2007). Sistemas agroforestales con cedro rojo, cedro nogal y primavera, una alternativa para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales en los Tuxtlas, Veracruz, México. *Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 13(1): 59-66.
- Maestro, M.; Ameya, A.; Broca, A. (1984). Efecto de la liofilización sobre los resultados del análisis de forraje. *Pastos*, XIV (2), 243-251.
- Medinilla, L. (2012). Crecimiento, productividad y calidad de *Megathyrus maximus* bajo cobertura arbórea de *Gliricidia sepium*. (Tesis de grado). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Pp. 115.

- Medinilla-Salinas, L., M. D. Vargas-Mendoza., S. López-Ortiz., C. Ávila-Reséndiz., W. B. Campbell, and M. del C. Gutiérrez-Castorena. (2013). Growth, productivity and quality of *Megathyrus maximus* under cover from *Gliricidia sepium*. *Agrofor. Syst.* 87: 891-899.
- Merchant, F. G. y J. J Solano. (2016). Las praderas, sus asociaciones y características: una revisión. *Acta Agríc. Pec.* 2: 1-11.
- Murgueitio, E. 2003. Investigación participativa en sistemas silvopastoriles integrados: La experiencia de CIPAV en Colombia. Taller Internacional Ganadería Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. La Habana, Cuba. p. 207
- Musálem, M. Á. (2002). Sistemas agrosilvopastoriles: una alternativa de desarrollo rural sustentable para el trópico mexicano. *Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente.* 8(2): 91-100
- Navas Panderó, A. (2007). Sistemas silvopastoriles para el diseño de fincas ganaderas sostenibles. *Revista ACOVEZ.* Vol. 16, 1-3.
- Navas Panderó, A. (2010). Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. *Revista de Medicina Veterinaria* No. 19, pp 113-122
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2015). Guía metodológica para la implementación de Escuelas de Campo para Agricultores (ECA) en sistemas silvopastoriles agroecológicos. Bogotá, Colombia.
- Paciullo, D. S. C., Gomide, C. A. M., Castro, C. R. T., Maurício, R. M., Fernandes, P. B., & Morenz, M. J. F. (2017). Morfogénesis, biomasa y valor nutritivo de *Panicum maximum* bajo diferentes niveles de sombra y tasas de nitrógeno fertilizante. *Grass and Forage Science*, 72(3), 590-600. <https://doi.org/10.1111/gfs.12264>.
- Pagliaricci, H. y Bonvillani, J. (2008). Morfofisiología de plantas forrajeras. Universidad Nacional de Río Cuarto. pp. 5-6.
- Patiño Pardo RM, Gómez Salcedo R, Navarro Mejía OA. (2018). Calidad nutricional de Mombasa y Tanzania (*Megathyrus maximus*, Jacq.) manejados a diferentes frecuencias y alturas de corte en Sucre, Colombia. *Rev. CES Med. Zotec.*; Vol 13 (1): 17-30.

- Ramírez, C. A., & Rodríguez, T. D. A. (2006). Evaluación del uso de plantas nodriza en una plantación de *Pinus hartwegii* Lindl. Tesis de Maestría en Ciencias en Ciencias Forestales, UACH. Chapingo, Estado de México.
- Ramírez, R. O., da Silva, S. C., Hernández, G. A., Enríquez, Q. J. F., Pérez, P. J., Quero, C. A. R., Herrera, H. J. G. (2011). Rebrote y estacionalidad de la población de tallos en el pasto *Panicum maximum* cv. Mombaza cosechado en diferentes intervalos de corte. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 34(3), 213-220.
- Ramírez, C. R., A Lara-Bueno, M Uribe-Gómez, A Cruz-León, D. A Rodríguez-Trejo, G. M. Valencia Trejo. 2020. Comportamiento forrajero del estrato herbáceo en diferentes densidades arbóreas de selva baja caducifolia. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(4): 881-893.
- Salinas, José, G. y García, Ramiro. 1985. Métodos químicos para el análisis de suelos ácidos y plantas forrajeras. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Programa de Pastos Tropicales. Calí, Colombia. 83 p.
- SAS (Statistical Analysis System). SAS/STAT User's Guide (Release 6.4); SAS Inst.: Cary, NC, USA, 2017.
- Sotelo, M., Suárez Salazar, J. C., Álvarez Carrillo, F., Castro Núñez, A., Calderón Soto, V. H., & Arango, J. (2017). Sistemas sostenibles de producción ganadera en el contexto amazónico. Sistemas silvopastoriles: ¿Una opción viable? CIAT. No. 488, 35.
- Thomas, D. y Da Rocha, C. (1984). Manejo de pasturas y evaluación de la producción animal. Evaluación de pasturas con animales. Alternativas metodológicas. Cali, Colombia.
- Troncoso A. H. (2001). Alimentación de bovinos en pastoreo. Depto. de Nutrición Animal y Bioquímica. FMVZ. UNAM. Recuperado de <https://bmeditores.mx/ganaderia/alimentacion-de-bovinos-en-pastoreo-1608/>
- Valles, B., Castillo, E., Pérez, J., Herrera, J. (1995). Rendimiento de forraje y proporción de hojas en accesiones de pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.). *Pasturas Tropicales*, 17(2), 32-35
- Van Es, A. J. H.; Van Der Meer, J. M., (1980). Methods of analysis for predicting the energy and protein value of feeds for farm animals. Institute for Livestock Feeding and Nutrition Research Lelystad, 74 pp. Netherlands.

Van Soest, P. V., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597.

Van Soest, P. V. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant*. Cornell university press.

Vélez, M. (2002). *Producción de ganado lechero en el trópico*. Sexta Edición. Zamorano Academic Press, Zamorano, Honduras.

Vélez, M., N, Berger. (2011). *Producción de Forrajes en el Trópico*. Primera edición abril de 2011. Zamorano Academic Press, Zamorano, Honduras.

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización del área de estudio

El área de estudio donde se desarrolló la investigación se ubica en el predio “La Guadalupe”, el cual se localiza en la localidad Paso Nuevo, municipio de Tierra Blanca, Veracruz (Figura1). El predio ganadero se localiza entre las coordenadas 18°29' y 15° 32" latitud Norte y 96°22' y 54° 32"longitud Oeste. De acuerdo con el plano interno, el rancho ganadero “La Guadalupe” cuenta con un área de 36-82-27 ha, y la altitud va de 40 a 100 msnm.



Figura 1. Mapa de localización.

#### 3.2 Clima

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen, modificada por García (2004), el clima de la región corresponde al tipo Aw (1), definido como cálido sub-húmedo con lluvias en verano (Figura 2). El Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2010) registró un rango de temperatura de entre 24 y 26 °C, presentándose el clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, con humedad máxima de 91 % y humedad media de 8% durante el periodo de secas. Las lluvias son abundantes en el verano y la precipitación va de 1400-2100 mm,

distribuyéndose en los meses de junio a octubre, con un periodo de sequía en los meses de noviembre a mayo, ocurriendo en estos meses la mayor evaporación (SMN, 2010).

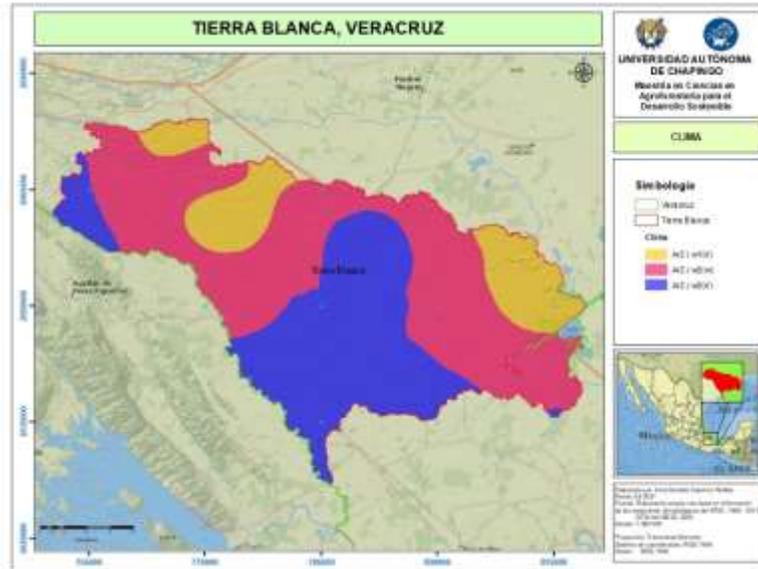


Figura 2. Mapa de clima

### 3.3 Vegetación

La vegetación dominante es de tipo selva baja caducifolia (INAFED, s/f). En este tipo de vegetación se encuentran árboles de 15 m de altura, los cuales pierden casi completamente las hojas en la época seca, y comúnmente no son espinosos. Este tipo de ecosistema se caracteriza por poseer abundantes plantas trepadoras llamadas bejucos (Miranda y Xolocotzi, 1963).

### 3.4 Literatura citada

García A., E. (2004). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones climáticas de la República Mexicana). México: Instituto de Geografía. UNAM.

INAFED (Instituto Nacional para el Federalismo y Desarrollo Municipal. ). (s.f). Enciclopedia de los municipios de delegaciones de México. Obtenido de Estado de Veracruz: <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM30veracruz/municipios/30174a.html>

Miranda, F., & Xolocotzi, E. H. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación (No. 04; CP, QK211 M5.). México: Colegio de Postgraduados, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

SMN (Sistema Meteorológico Nacional). (2010). Normales Climatológicas. Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=ver>

## 4 RENDIMIENTO Y CALIDAD NUTRIMENTAL DEL PASTO GUINEA (*Megathyrsus maximus*) BAJO LA SOMBRA DE ESPECIES ARBÓREAS DE USOS MÚLTIPLES

### 4.1 Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar el rendimiento y calidad nutricional de pasto guinea (*Megathyrsus maximus*) en el área de sombra de seis especies arbóreas de usos múltiples en un sistema silvopastoril con árboles dispersos en los potreros. Para esto, se tomaron muestras a pleno sol y bajo la copa (cerca del tronco, en la parte media y en el límite de la cobertura de la copa) de seis especies arbóreas durante la época de lluvias y secas usando cuadrantes de 1.5 m<sup>2</sup>. El contenido de materia seca (MS), el rendimiento de forraje verde (RFV) y seco (RFS), así como el contenido de materia orgánica (MO) y fibra detergente neutro (FDN) fueron más altos, pero el contenido de proteína cruda (PC) fue más bajo cuando *M. maximus* creció a pleno sol ( $p < 0.01$ ), en comparación con *M. maximus* que creció bajo las especies arbóreas. El número, la altura, el diámetro, el largo y el ancho de las hojas, así como RFV y RFS, y el contenido de PC de *M. maximus* fueron mayores durante la época de lluvias que en la época de secas ( $p < 0.001$ ). La altura, diámetro, largo y ancho de las hojas, así como RFV y RFS fueron mayores ( $p < 0.001$ ) cuando *M. maximus* creció en el límite de la cobertura de la copa de las especies arbóreas que cuando creció cerca del tronco y en la parte media de la cobertura de la copa. En conclusión, el uso de árboles dispersos en los potreros reduce el rendimiento, pero mejora la calidad nutricional del forraje de *M. maximus*.

**Palabras clave:** sistema silvopastoril, árboles dispersos, *Guazuma ulmifolia*.

---

Tesis de Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma Chapingo.

Autor: Irma Daniela Casimiro Robles

Director: Alejandro Lara Bueno

## 4.2 Abstract

The objective of this study was to evaluate the yield and nutritional quality of guinea grass (*Megathyrsus maximus*) in the shade area of six multipurpose tree species (*Guazuma ulmifolia*, *Lysiloma acapulcensis*, *Parmentiera aculeata*, *Diphysa americana*, *Tabebuia rosae* and *Gliricidia sepium*) in a silvopastoral system with trees dispersed in the paddocks. For this purpose, foliage samples of guinea grass (*M. maximus*) were taken in full sun and under the canopy of the trees (near the trunk, in the middle part and at the limit of the canopy cover) during the middle phase of the rainy season and at the end of the rainy period using quadrats of 1.5 m<sup>2</sup>. Dry matter (DM) content, green (RFV) and dry (RFS) forage yield, as well as organic matter (OM) and neutral detergent fiber (NDF) content were higher, but crude protein (CP) content was lower when *M. maximus* was grown in full sun ( $p < 0.01$ ), compared to when the grass was grown in the shade of tree species. Plant height, number of leaves, plant height and diameter, leaf length and width, as well as RFV and RFS, and CP content of *M. maximus* were higher in the middle phase of the rainy season (first sampling) than at the end of the rainy season (second sampling;  $p < 0.001$ ). Leaf height, diameter, length and width, as well as RFV and RFS were greater ( $p < 0.001$ ) when *M. maximus* grew at the canopy cover limit (drip line) of tree species than when the guinea-grass grew near the trunk and in the middle part of the canopy cover of tree species. In conclusion, the use of scattered trees in paddocks reduces yield, but improves the nutritional quality of *M. maximus* forage, with higher CP, and lower NDF content.

Key words: silvopastoral system, dispersed trees, *Guazuma ulmifolia*, *Gliricidia sepium*.

---

Thesis Master's Degree in Agroforestry for Sustainable Development, Universidad Autónoma Chapingo.  
Author: Irma Daniela Casimiro Robles  
Advisor: Alejandro Lara Bueno

### 4.3 Introducción

Uno de los sistemas más practicados y difundidos en las regiones tropicales de México es el de bovinos de doble propósito (BDP). En este sistema, la alimentación del ganado se basa en el pastoreo extensivo en pastizales naturales. La rentabilidad de estos sistemas es frecuentemente baja debido a que las actividades ganaderas dependen del uso de gramíneas como fuente principal para la alimentación animal (Ku-Vera *et al.*, 2013; Canul *et al.*, 2018). Las gramíneas bajo condiciones de monocultivo presentan bajo contenido de proteína digestible y altos niveles de fibra durante todo el año (Carmona, 2007; Canul *et al.*, 2018).

Como una opción de mejoramiento en la calidad y el rendimiento de los pastizales se presentan los sistemas silvopastoriles, a través de la interacción entre especies herbáceas, arbustivas y arbóreas forrajeras (Bellow y Nair, 2003). Estas interacciones incrementan la productividad de los sistemas agropecuarios y permiten mejorar la calidad de la dieta del ganado, disminuyendo además el uso de fertilizantes nitrogenados y manteniendo la proporción de los componentes botánicos en tiempo y espacio (Merchant y Solano, 2016). Sin embargo, la productividad del estrato herbáceo puede estar condicionada por la cobertura de las copas de los árboles que, por interferencia, limita la cantidad de luz que llega al estrato herbáceo en los sistemas silvopastoriles (Gargaglione *et al.*, 2014). De este modo, las interacciones entre la cobertura de los árboles y la productividad de las especies herbáceas que crecen en el dosel arbóreo no son del todo lineales, particularmente en especies de gramíneas que pueden exhibir atributos de plasticidad morfológica y adaptativa, término que ha sido descrito como la habilidad que poseen algunas plantas para cambiar atributos bioquímicos, morfológicos y fisiológicos, como respuesta ante las variaciones ambientales temporales o permanentes (Guenni *et al.*, 2008).

En gramíneas de la especie *Megathyrsus maximus* Simon & Jacobs, antes *Panicum maximum* Jacq., se han reportado evidencias de plasticidad adaptativa

bajo la sombra de los árboles, con incremento en los atributos morfológicos como: altura de la planta, ancho y largo de las hojas, y tasa de aparición de tallos (Medinilla-Salinas *et al.*, 2013), y atributos bioquímicos como: incrementos en el contenido de proteína cruda (Paciullo *et al.*, 2017). En algunas regiones tropicales del país, el estrato herbáceo que conforma los sistemas silvopastoriles se compone principalmente por pasto guinea (*Megathyrus maximus*) y, para los ganaderos en estas regiones, este pasto es considerado un componente de gran importancia en sus potreros. No obstante, el rendimiento de semilla es bajo y, en México, no existe suficiente información sobre aspectos de reproducción y manejo agronómico de la semilla del pasto guinea, lo cual ocasiona baja disponibilidad y calidad deficiente de la semilla de este pasto, por lo que la disponibilidad de semilla de zacate guinea para siembra es limitada. Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar el rendimiento y calidad nutrimental del pasto guinea en el área de sombra de seis especies arbóreas de usos múltiples en un sistema silvopastoril con árboles dispersos en los potreros, para optimizar la producción y la calidad nutrimental del forraje disponible para el ganado.

#### **4.4 Materiales y Métodos**

##### **4.4.1 Descripción del área de estudio**

El área de estudio donde se desarrolló la investigación se ubica en el predio “La Guadalupe”, el cual se localiza en la localidad Paso Nuevo, municipio de Tierra Blanca, Veracruz. El predio ganadero se localiza entre las coordenadas 18°29' y 15° 32" latitud Norte y 96°22' y 54° 32"longitud Oeste. De acuerdo con el plano interno, el rancho ganadero “La Guadalupe” cuenta con un área de 36-82-27 ha, y la altitud va de 40 a 100 msnm.

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen, modificada por García (2004), el clima de la región corresponde al tipo Aw (1), definido como cálido sub-húmedo con lluvias en verano. El Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2010) registró un rango de temperatura de entre 24 y 26 °C, presentándose el

clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, con humedad máxima de 91 % y humedad media de 8% durante el periodo de secas. Las lluvias son abundantes en el verano y la precipitación va de 1400 a 2100 mm, distribuyéndose en los meses de junio a octubre, con un periodo de sequía en los meses de noviembre a mayo, ocurriendo en estos meses la mayor evaporación (SMN, 2010).

La vegetación dominante en la zona es de tipo selva baja caducifolia. En este tipo de vegetación se encuentran árboles de 15 m de altura, los cuales pierden casi completamente las hojas en la época seca, y comúnmente no son espinosos. Este tipo de ecosistema se caracteriza por poseer abundantes plantas trepadoras llamadas bejucos (Miranda y Xolocotzi, 1963).

#### **4.4.2 Selección de especies arbóreas**

Para la selección de las especies arbóreas se realizaron recorridos en la Unidad de Producción Ganadera sobre el área donde se han establecido árboles dispersos en los potreros con manejo silvopastoril. En esta sección de potreros se identificaron 24 especies de árboles de usos múltiples y de acuerdo con la preferencia del ganado bovino (forraje y/o sombra), y a la importancia que le otorgan los dueños y vecinos del área de estudio. A partir de estos recursos arbóreos se eligieron seis especies de árboles para llevar a cabo el experimento y, de cada una de ellas, se seleccionaron tres individuos con buenas características morfológicas aparentes y sin presencia de plagas o enfermedades. Los árboles seleccionados fueron marcados con una cinta amarilla para facilitar su identificación. Una vez seleccionados los árboles se realizó limpieza manual bajo la copa de cada uno de ellos, 18 árboles en total, eliminando la influencia de otras especies (árboles jóvenes, ramas secas y arbustos), acondicionando así los espacios sombreados para el desarrollo natural del pasto guinea (*Megathyrsus maximus*). Posteriormente, se colocó un cerco de protección en cada árbol, para evitar el ingreso del ganado por forraje o por sombra y así permitir el desarrollo natural del pasto que servirá para las evaluaciones. Del mismo modo, fueron asilados del pastoreo tres lotes experimentales “a pleno sol” los cuales funcionaron como el tratamiento testigo.

#### **4.4.3 Determinación de variables morfológicas del pasto guinea (*Megathyrsus maximus*)**

Para determinar las variables morfológicas del pasto guinea, en cada árbol seleccionado se establecieron tres cuadrantes (uno cerca del tronco, otro en la parte media de la cobertura de copa y otro más en el límite de la copa o área de goteo); cada cuadrante fue de 1.5 m<sup>2</sup>. Dentro de cada cuadrante se cosecharon tres plantas de pasto guinea presentes bajo la copa de los árboles seleccionados. Se utilizó un flexómetro y un vernier para obtener la longitud total de la planta, la longitud de las primeras tres hojas, el ancho de las hojas y el diámetro del tallo; así como el número total de hojas.

#### **4.4.4 Rendimiento del pasto guinea (*Megathyrsus maximus*)**

Para obtener el rendimiento, en el área de cada cuadrante (cerca del tronco, parte media de la cobertura de copa y límite de la copa o área de goteo) se cosechó el pasto guinea presente a una altura de 30 cm de la base del macollo. Cada muestra de pasto cosechado fue pesada en “fresco” en una báscula digital, y luego se tomó una submuestra del forraje cosechado para la determinación de materia seca y calidad nutrimental. Las muestras de pasto guinea se secaron en una estufa de aire forzado a 65 °C por 48 horas y se obtuvo el peso seco de cada muestra. Con la diferencia de valores de la muestra fresca y muestra seca se obtuvo el porcentaje de humedad y porcentaje de materia seca, así como el rendimiento de materia seca en campo del pasto guinea.

#### **4.4.5 Determinación de la calidad nutrimental del pasto guinea (*Megathyrsus maximus*)**

Las muestras secas de pasto guinea se molieron en un molino tipo Wiley (modelo 4, Arthur Thomas Co., Filadelfia, PA, USA) equipado con tamiz de 2 mm. Posteriormente, todas las muestras se analizaron para determinar los siguientes componentes: materia orgánica, proteína cruda y cenizas (AOAC, 1990). Además, se utilizaron los procedimientos propuestos por Van Soest *et al.*

(1991) para determinar el contenido de fibra detergente neutro de las muestras de pasto guinea.

#### **4.4.6 Diseño experimental y análisis de los datos**

Todos los datos se analizaron con el procedimiento GLM de SAS (2017) con el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Donde:

$\mu$ : es el valor de la media estadística,

$T_i$ : es el efecto fijo de los tratamientos (especie arbórea)

$e_{ij}$ : es el término de error estándar.

### **4.5 Resultados y discusión**

#### **4.5.1 Morfología del pasto guinea (*Megathyrsus maximus*)**

El Cuadro 1 muestra que el número de hojas por planta no fue afectado por la especie arbórea ( $p > 0.05$ ). La mayor altura y menor altura de la planta se observó en las plantas de *M. maximus* que crecieron bajo gliricidia y guácima, respectivamente ( $p < 0.001$ ). Por otro lado, los valores más altos para diámetro, largo y ancho de las hojas se observaron en las plantas de *M. maximus* que crecieron bajo la copa de árboles de gliricidia ( $p < 0.001$ ). Mientras que, las plantas de *M. maximus* que crecieron a pleno sol tuvieron los valores más bajos de diámetro, largo y ancho ( $p < 0.001$ ). En un estudio similar, Paciullo *et al.* (2017) midieron la altura de la planta, así como el largo y ancho de hojas de dos cultivares (Tanzania y Massai) *M. maximus* que crecieron bajo diferentes proporciones de sombra artificial. En su estudio, ellos observaron que los valores más bajos para altura de la planta, largo y ancho de hoja fueron para plantas que crecían a pleno sol, lo cual es congruente con los resultados del presente estudio.

Las tasas de elongación de hojas y tallos de *M. maximus* son influenciadas por el porcentaje de sombra, el cultivar y la concentración de nitrógeno en el suelo

(Paciullo *et al.*, 2017). Además, la radiación fotosintéticamente activa que reciben las gramíneas que crecen bajo la copa de los árboles depende de la especie arbórea (Araujo *et al.*, 2017). Considerando la biomasa de hojas de las especies arbóreas evaluadas en el presente estudio, es probable éstas hayan proporcionado diferente porcentaje de sombra. Además, se ha reportado que el suministro de nitrógeno al suelo por parte de los árboles varía según la especie (Petit, Casanova & Solorio, 2009). Por lo tanto, estas variaciones podrían explicar parcialmente las diferencias observadas en el presente estudio para altura de planta, así como diámetro, largo y ancho de hojas.

Cuadro 1. Efecto de la especie arbórea sobre la morfología del pasto guinea.

Especie	No. hojas/ planta	Altura planta, cm	Dm tallo, cm	Largo hojas, cm	Ancho hojas, cm
<i>Guazuma ulmifolia</i>	6.00 <sup>a</sup>	118.18 <sup>e</sup>	0.664 <sup>bc</sup>	67.39 <sup>cd</sup>	2.35 <sup>d</sup>
<i>L. acapulcensis</i>	6.04 <sup>a</sup>	140.26 <sup>bc</sup>	0.703 <sup>b</sup>	71.92 <sup>bc</sup>	2.58 <sup>b</sup>
<i>P. aculeata</i>	5.79 <sup>a</sup>	121.67 <sup>de</sup>	0.643 <sup>c</sup>	68.83 <sup>cd</sup>	2.42 <sup>cd</sup>
<i>Diphysa americana</i>	5.78 <sup>a</sup>	150.04 <sup>ab</sup>	0.713 <sup>ab</sup>	74.81 <sup>ab</sup>	2.57 <sup>b</sup>
<i>Tabebuia rosea</i>	5.81 <sup>a</sup>	131.77 <sup>cd</sup>	0.714 <sup>ab</sup>	71.08 <sup>bcd</sup>	2.56 <sup>bc</sup>
<i>Gliricidia sepium</i>	5.76 <sup>a</sup>	159.22 <sup>a</sup>	0.724 <sup>a</sup>	78.24 <sup>a</sup>	2.66 <sup>a</sup>
Pleno sol	5.89 <sup>a</sup>	141.61 <sup>bc</sup>	0.621 <sup>c</sup>	64.57 <sup>d</sup>	2.07 <sup>e</sup>
EEM	0.046	1.67	0.005	0.516	0.032
Valor p	0.36	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

a, b medias con diferente literal en cada columna muestran diferencias ( $p < 0.05$ ). EEM: Error estándar de la media.

El Cuadro 2 muestra que el número de hojas, la altura, el diámetro, el largo y el ancho de las hojas de *M. maximus* fueron mayores durante la época de lluvias en comparación con la época de secas ( $p < 0.001$ ). Resultados similares fueron previamente informados por Barragán-Hernández y Cajas-Girón (2019) en plantas de *M. maximus* que crecieron bajo cuatro arreglos silvopastoriles. Durante la época de secas las plantas se encuentran en estrés por sequía y calor, lo cual provoca estrés oxidativo que puede conducir a la reducción o inhibición de los procesos de fotosíntesis y respiración, y en consecuencia limita el crecimiento de las plantas (Dat, Lopez-Delgado, Foller & Scot, 1998). Efectos similares de la época de secas explicarían los valores más bajos observados en

el presente estudio para número de hojas, la altura, el diámetro, largo y ancho de las hojas de *M. maximus*.

Cuadro 2. Efecto de la época de muestreo sobre la morfología del pasto guinea.

Época muestreo	No. hojas/planta	Altura planta, cm	Dm de tallo, cm	Largo hojas, cm	Ancho hojas, cm
Lluvias	6.12 <sup>a</sup>	155.49 <sup>a</sup>	0.782 <sup>a</sup>	82.25 <sup>a</sup>	2.72 <sup>a</sup>
Secas	5.61 <sup>b</sup>	119.58 <sup>b</sup>	0.584 <sup>b</sup>	59.71 <sup>b</sup>	2.20 <sup>b</sup>
EEM	0.043	1.00	0.005	0.483	0.014
Valor <i>p</i>	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

a, b medias con diferente literal en cada hilera muestran diferencias ( $p < 0.05$ ). EEM: Error estándar de la media.

El Cuadro 3 muestra que el sitio de muestreo no afectó ( $p > 0.05$ ) el número de hojas por planta de *M. maximus*. Sin embargo, se observó que la altura, diámetro, largo y ancho de las hojas fueron mayores ( $p < 0.001$ ) en las plantas de *M. maximus* que crecieron en el límite de la cobertura de la copa de las especies arbóreas en comparación con las plantas que crecieron cerca del tronco y en la parte media de la cobertura de la copa.

Las plantas que crecen en el límite de la copa de los árboles reciben mayor radiación fotosintéticamente activa en comparación con las plantas que crecen más cerca del tronco de las especies arbóreas (Ramírez-Contreras *et al.*, 2020). Se ha reportado que el crecimiento y producción de biomasa en forrajes tropicales disminuye con la disminución de la intensidad de luz solar que reciben (Rosseto, Melville, Fernandes, Fleitas & Santos 2021). Esto explicaría parcialmente los valores más altos observados para altura, diámetro, largo y ancho de hojas de plantas de *M. maximus* que crecieron en el límite de la cobertura de la copa en el presente estudio.

Cuadro 3. Efecto del sitio de muestreo sobre la morfología del pasto guinea.

Sitio muestreo	No. hojas/planta	Altura planta, cm	Diámetro tallo, cm	Largo hojas, cm	Ancho hojas, cm
C	5.80	128.15 <sup>c</sup>	0.649 <sup>c</sup>	68.51 <sup>b</sup>	2.39 <sup>b</sup>
M	5.89	138.32 <sup>b</sup>	0.679 <sup>b</sup>	71.95 <sup>a</sup>	2.42 <sup>b</sup>
L	5.91	146.13 <sup>a</sup>	0.721 <sup>a</sup>	72.48 <sup>a</sup>	2.56 <sup>a</sup>
EEM	0.062	1.42	0.007	0.684	0.019
Valor <i>p</i>	0.494	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

C = cerca del tronco; M = parte media de la cobertura de la copa; L = límite de la cobertura de la copa o área de goteo; a, b medias con diferente literal en cada hilera muestran diferencias ( $p < 0.05$ ). EEM: Error estándar de la media.

#### 4.5.2 Rendimiento del pasto guinea (*Megathyrsus maximus*)

El Cuadro 4 muestra que el mayor contenido de materia seca (MS), así como la mayor producción de forraje fresco (PFV), rendimiento de forraje fresco (RFV), producción de forraje seco (PFS) y rendimiento de forraje seco (RFS) se obtuvieron a plena exposición solar ( $p < 0.01$ ). Resultados similares fueron previamente informados por Obispo, Espinoza, Gil, Ovalles & Rodríguez (2008), en un sistema silvopastoril basado en *Megathyrsus maximus* y *Samanea saman* con diferentes densidades de siembra que proporcionaron tres niveles de sombra. En esa investigación, RFV y RFS fueron más altos cuando *M. maximus* creció a pleno sol en comparación con *M. maximus* que creció con niveles de sombra bajos, medios o altos.

Gargaglione *et al.* (2014) mencionan que la productividad del estrato herbáceo de los sistemas silvopastoriles puede estar condicionada por la cobertura de las copas de los árboles que, por interferencia, limitan la cantidad de luz que llega al estrato herbáceo. Esto explicaría parcialmente el menor PFV, PFS, RFV y RFS observados en el presente estudio en las plantas de *M. maximus* que crecieron bajo la copa de los árboles, en comparación con las plantas que crecieron a pleno sol.

Cuadro 4. Efecto de la especie arbórea sobre el rendimiento del pasto guinea.

Especie	MS, %	PFV kg ha <sup>-1</sup>	PFS kg ha <sup>-1</sup>	RFV g m <sup>-2</sup>	RFS g m <sup>-2</sup>
<i>Guazuma ulmifolia</i>	30.29 <sup>ab</sup>	6725.2 <sup>d</sup>	1933.21 <sup>d</sup>	672.52 <sup>d</sup>	193.32 <sup>d</sup>
<i>L. acapulcensis</i>	27.24 <sup>ab</sup>	14291.9 <sup>bc</sup>	3782.98 <sup>bc</sup>	1429.19 <sup>bc</sup>	378.30 <sup>bc</sup>
<i>P. aculeata</i>	28.24 <sup>ab</sup>	9747.5 <sup>cd</sup>	2539.75 <sup>cd</sup>	974.75 <sup>cd</sup>	253.97 <sup>cd</sup>
<i>Diphysa americana</i>	29.07 <sup>ab</sup>	16660.4 <sup>b</sup>	4731.46 <sup>b</sup>	1666.04 <sup>b</sup>	473.14 <sup>b</sup>
<i>Tabebuia rosea</i>	30.83 <sup>ab</sup>	7898.3 <sup>d</sup>	2553.38 <sup>cd</sup>	789.83 <sup>d</sup>	235.33 <sup>cd</sup>
<i>Gliricidia sepium</i>	26.20 <sup>b</sup>	17827.4 <sup>b</sup>	4321.70 <sup>b</sup>	1782.74 <sup>b</sup>	432.17 <sup>b</sup>
Pleno sol	33.44 <sup>a</sup>	22047.8 <sup>a</sup>	7346.99 <sup>a</sup>	2204.78 <sup>a</sup>	734.70 <sup>a</sup>
EEM	1.58	1305	342	131	34.2
Valor <i>p</i>	0.004	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

MS = materia seca; PFV = producción de forraje fresco; PFS = producción de forraje seco; RFV = rendimiento de forraje fresco; RFS = rendimiento de forraje seco; a, b medias con diferente literal en cada columna muestran diferencias ( $p < 0.05$ ). EEM: Error estándar de la media.

El contenido de MS, así como PFV, PFS, RFV y RFS de *M. maximus* difirió de manera significativa ( $p < 0.01$ ) por el efecto de la época de muestreo (Cuadro 5). Durante la época de secas se observó el mayor contenido de MS ( $p = 0.004$ ) en *M. maximus*; sin embargo, los valores de PFV, PFS, RFV y RFS fueron mayores durante la época de lluvias ( $p < 0.001$ ). Resultados similares fueron previamente informados por Hernández-Hernández *et al.* (2020) en el rendimiento de *M. maximus* asociado con *Leucaena leucocephala* durante las épocas de lluvias y secas. Se sabe que las condiciones necesarias para el óptimo crecimiento de las especies forrajeras difieren entre las épocas del año, lo que explicaría parcialmente las diferencias observadas entre épocas en el presente estudio. Además, se ha reportado que las condiciones climáticas con mayor temperatura y precipitación favorecen el crecimiento de *M. maximus* (Dibala *et al.*, 2021), lo que podría estar asociado con los valores más altos observados para PFV, PFS, RFV y RFS en la época de lluvias que en la época de secas.

Cuadro 5. Efecto de la época de muestreo sobre el rendimiento del pasto guinea.

Época muestreo	MS, %	PFV kg ha <sup>-1</sup>	PFS kg ha <sup>-1</sup>	RFV g m <sup>-2</sup>	RFS g m <sup>-2</sup>
Lluvias	28.09 <sup>b</sup>	18853.3 <sup>a</sup>	5107.19 <sup>a</sup>	1885.33 <sup>a</sup>	510.72 <sup>a</sup>
Secas	30.57 <sup>a</sup>	8346.3 <sup>b</sup>	2609.80 <sup>b</sup>	834.63 <sup>b</sup>	260.98 <sup>b</sup>
EEM	0.427	565	148	56.5	14.8
Valor $p$	0.004	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

MS= materia seca; PFV= producción de forraje fresco; PFS= producción de forraje seco; RFV= rendimiento de forraje fresco; RFS= rendimiento de forraje seco; a, b medias con diferente literal en cada hilera muestran diferencias ( $p < 0.05$ ). EEM: Error estándar de la media.

El Cuadro 6 muestra que el sitio de muestreo afectó ( $p < 0.05$ ) el contenido de MS, así como PFV, PFS, RFV y RFS de *M. maximus*. Se observó que, en comparación con *M. maximus* que creció en la parte media y en el límite de la

cobertura de la copa, el contenido de MS fue mayor cuando *M. maximus* creció cerca del tronco de las especies arbóreas ( $p = 0.001$ ). Sin embargo, en comparación con *M. maximus* que creció cerca del tronco y en la parte media de la cobertura de la copa, PFV, PFS, RFV y RFS fueron mayores cuando *M. maximus* creció en el límite de la cobertura de la copa de las especies arbóreas. Se ha mencionado que las gramíneas como *M. maximus* con ciclo fotosintético tipo C4, alcanzan su máxima producción de biomasa con altos niveles de intensidad lumínica (Obispo et al., 2008). La intensidad lumínica que reciben las plantas que crecen bajo la copa de los árboles es mayor a medida que las plantas se acercan al límite de la cobertura de la copa (Romero et al., 2020). Esto explicaría los valores más altos observados para PFV, PFS, RFV y RFS cuando *M. maximus* crecía cerca del límite de la cobertura de la copa de las especies arbóreas evaluadas.

Cuadro 6. Efecto del sitio de muestreo sobre el rendimiento del pasto guinea.

Sitio muestreo	MS, %	PFV kg ha <sup>-1</sup>	PFS kg ha <sup>-1</sup>	RFV g m <sup>-2</sup>	RFS g m <sup>-2</sup>
C	31.55 <sup>a</sup>	11804.1 <sup>b</sup>	3605.69 <sup>ab</sup>	1180.41 <sup>b</sup>	360.57 <sup>ab</sup>
M	28.79 <sup>b</sup>	12512.7 <sup>b</sup>	3496.95 <sup>b</sup>	1251.27 <sup>b</sup>	349.69 <sup>b</sup>
L	27.64 <sup>b</sup>	16482.5 <sup>a</sup>	4472.85 <sup>a</sup>	1648.25 <sup>a</sup>	447.28 <sup>a</sup>
EEM	0.611	809	212	80.9	21.2
Valor $p$	0.001	0.002	0.014	0.002	0.014

MS= materia seca; PFV= producción de forraje fresco; PFS= producción de forraje seco; RFV= rendimiento de forraje fresco; RFS= rendimiento de forraje seco; C= cerca del tronco; M= parte media de la cobertura de la copa; L= límite de la cobertura de la copa o área de goteo; a, b medias con diferente literal en cada hilera muestran diferencias ( $p < 0.05$ ). EEM: Error estándar de la media.

#### 4.5.3 Composición nutrimental del pasto guinea (*Megathyrus maximus*)

El cuadro 7 muestra que las plantas de *M. maximus* que crecieron a pleno sol tuvieron mayor ( $p < 0.001$ ) contenido de materia orgánica (MO) y fibra detergente neutro (FDN) en comparación con las plantas que crecieron bajo la copa de las especies arbóreas. El contenido de cenizas (CEN) fue mayor ( $p < 0.001$ ) en las plantas de *M. maximus* que crecieron bajo los árboles de guácima, parmentiera, amarillo, roble y gliricidia en comparación con las plantas que crecieron bajo los árboles de cañamazo y a pleno sol. Por otro lado, se

observó mayor contenido de proteína cruda (PC;  $p < 0.001$ ) en las plantas de *M. maximus* que crecieron bajo árboles de amarillo en comparación con las plantas que crecieron bajo árboles de otras especies arbóreas o a pleno sol. Asimismo, las plantas que crecieron a pleno sol tuvieron el contenido de PC más bajo en comparación con las plantas que crecieron bajo la copa de todas las especies arbóreas ( $p < 0.001$ ).

Se ha mencionado que las especies arbóreas, principalmente las leguminosas, aumentan el flujo de nitrógeno en el suelo (Romero *et al.*, 2020). Efectos similares explicarían parcialmente el mayor contenido de PC observado en el presente estudio para las plantas de *M. maximus* que crecieron bajo la copa de los árboles, en comparación con las plantas a pleno sol.

De acuerdo con Deinum, Sulastri, Zeinab & Maassen (1996), las paredes celulares del esclerénquima de *M. maximus* son más delgadas cuando ésta especie se cultiva bajo sombra que cuando se cultiva a pleno sol. Esto explicaría parcialmente el mayor contenido de FDN observado en las plantas de *M. maximus* que crecieron a pleno sol en el presente estudio.

Cuadro 7. Efecto de la especie arbórea sobre la composición nutrimental del pasto guinea.

Especie	MO	CEN	PC	FDN
<i>Guazuma ulmifolia</i>	84.49 <sup>d</sup>	15.59 <sup>a</sup>	9.96 <sup>cd</sup>	64.60 <sup>c</sup>
<i>L. acapulcensis</i>	86.00 <sup>bc</sup>	13.89 <sup>bc</sup>	9.43 <sup>e</sup>	67.44 <sup>b</sup>
<i>P. aculeata</i>	84.49 <sup>d</sup>	15.52 <sup>a</sup>	10.75 <sup>b</sup>	64.39 <sup>c</sup>
<i>Diphysa americana</i>	85.33 <sup>cd</sup>	14.74 <sup>ab</sup>	11.18 <sup>a</sup>	67.19 <sup>b</sup>
<i>Tabebuia rosea</i>	85.01 <sup>cd</sup>	14.99 <sup>ab</sup>	9.50 <sup>de</sup>	66.73 <sup>b</sup>
<i>Gliricidia sepium</i>	85.07 <sup>cd</sup>	14.81 <sup>ab</sup>	10.18 <sup>c</sup>	67.05 <sup>b</sup>
Pleno sol	86.95 <sup>a</sup>	13.05 <sup>d</sup>	8.63 <sup>f</sup>	69.85 <sup>a</sup>
EEM	0.249	0.235	0.102	0.504
Valor p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

MO = materia orgánica; CEN = cenizas; PC = proteína cruda; FDN = fibra detergente neutro; a, b medias con diferente literal en cada columna muestran diferencias ( $p < 0.05$ ). EEM: Error estándar de la media.

El contenido de MO, CEN, PC y FDN de *M. maximus* difirió de manera significativa ( $p < 0.05$ ) por el efecto de la época de muestreo (Cuadro 8).

Durante la época de secas se observó el mayor contenido de MS y FDN ( $p < 0.05$ ) en *M. maximus*; sin embargo, los contenidos de CEN y PC fueron mayores durante la época de lluvias ( $p < 0.05$ ). Resultados similares fueron previamente informados por Romero *et al.* (2020) en plantas de *M. maximus* que crecieron bajo la copa de árboles de *Acacia macracantha*. Similarmente, Dibala *et al.* (2021) observaron que, en comparación con la época de secas, el contenido de PC fue mayor y el contenido de FDN fue menor durante la época de lluvias en plantas de tres cultivares (Massai, Mombaza, y Tanzania) de *M. maximus* que crecieron bajo la copa de árboles de *Dalbergia retusa*, *Platymiscium pinnatum*, *Diphysa americana*, y *Swietenia macrophylla*.

Cuadro 8. Efecto de la época de muestreo sobre la composición nutrimental del pasto guinea.

Época muestreo	MO	CEN	PC	FDN
Lluvias	85.09 <sup>b</sup>	14.90 <sup>a</sup>	10.12 <sup>a</sup>	66.17 <sup>b</sup>
Secas	85.57 <sup>a</sup>	14.42 <sup>b</sup>	9.78 <sup>b</sup>	67.33 <sup>a</sup>
EEM	0.106	0.100	0.043	0.215
Valor $p$	0.026	0.017	<0.001	0.008

MO = materia orgánica; CEN = cenizas; PC = proteína cruda; FDN = fibra detergente neutro; a, b medias con diferente literal en cada hilera muestran diferencias ( $p < 0.05$ ). EEM: Error estándar de la media.

El Cuadro 9 muestra que el sitio de muestreo no afectó ( $p > 0.05$ ) el contenido de MO, así como CEN, PC y FDN de *M. maximus*. Resultados similares fueron previamente informados por Medinilla *et al.* (2013) en el contenido de PC y FDN de plantas de *M. maximus* que crecieron bajo la copa de *Gliricidia sepium*. En otro estudio, Barragán-Hernández y Cajas-Girón (2019) tampoco observaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la composición nutrimental de plantas de *M. maximus* que crecieron a diferentes distancias del tronco de cuatro especies arbóreas (*Leucaena leucocephala*, *Guazuma ulmifolia*, *Cassia grandis* y *Puthecellobium saman*).

Cuadro 9. Efecto del sitio de muestreo sobre la composición nutrimental del pasto guinea.

Sitio muestreo	MO	CEN	PC	FDN
C	85.33 <sup>a</sup>	14.62 <sup>a</sup>	9.99 <sup>a</sup>	66.03 <sup>a</sup>

M	85.40 <sup>a</sup>	14.65 <sup>a</sup>	9.91 <sup>a</sup>	67.13 <sup>a</sup>
L	85.27 <sup>a</sup>	14.72 <sup>a</sup>	9.95 <sup>a</sup>	67.08 <sup>a</sup>
EEM	0.151	0.142	0.614	0.305
Valor <i>p</i>	0.880	0.920	0.761	0.068

MO = materia orgánica; CEN = cenizas; PC = proteína cruda; FDN = fibra detergente neutro; C = cerca del tronco; M = parte media de la cobertura de la copa; L = límite de la cobertura de la copa o área de goteo; a, b medias con diferente literal en cada hilera muestran diferencias ( $p < 0.05$ ). EEM: Error estándar de la media.

#### 4.6 Conclusiones

Los resultados del presente estudio indican que el uso de árboles dispersos en los potreros reduce el rendimiento, pero mejora la calidad nutricional del forraje de *Megathyrus maximus*. Además, los mejores resultados para crecimiento de la planta, rendimiento de forraje y contenido de proteína en forraje se obtienen usando árboles dispersos en los potreros durante la época de lluvias y cuando *Megathyrus maximus* crece en el límite de la cobertura de la copa de los árboles.

#### 4.7 Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el financiamiento para el desarrollo del presente trabajo; a la Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible y especialmente a la familia Lara Bueno, por la confianza y las facilidades otorgadas durante el desarrollo de la investigación dentro de su predio.

#### 4.8 Literatura citada

- AOAC. Official Methods of Analysis, 16th ed.; Association of Official Analytical Chemists, The William Byrd Press Inc.: Richmond, VA, USA, 1990.
- Araújo, L.C., Santos, P.M., Rodriguez, D., Pezzopane, J.R.M. (2018). Key factors that influence for seasonal production of Guinea grass. *Scientia Agricola*. 75, 191–196. <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2016-0413>
- Barragán, W.A., & Cajas, Y.S. (2019). Cambios bromatológicos y estructurales en *Megathyrus maximus* bajo cuatro arreglos silvopastoriles. *Revista Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 2: 231-44. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol20\\_num2\\_art:1458](https://doi.org/10.21930/rcta.vol20_num2_art:1458)
- Bellow, J. G. & Nair, P. K. R. (2003). Comparación de métodos comunes para evaluar la disponibilidad de luz del sotobosque en sistemas agroforestales con sombra perenne. *Agricultura y metodología forestal*, 114(3-4):197-211. [https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(02\)00173-9](https://doi.org/10.1016/S0168-1923(02)00173-9)
- Canul-Solis, Jorge R., Castillo-Sánchez, Luis E., Escobedo-Mex, José G., López Herrera, María A., & Lara y Lara, Pedro E. (2018). Rendimiento y calidad forrajera de *Gliricidia sepium*, *Tithonia diversifolia* y *Cynodon nlemfuensis* en monocultivo y sistema agroforestal. *Agrociencia*, 52(6), 853-862.
- Carmona A., J. C. (2007). Efecto de la utilización de arbóreas y arbustivas forrajeras sobre la dinámica digestiva en bovinos. *Rev. Lasallista Investig.* 4: 40-50.
- Dat, J. F.; Lopez-Delgado, H.; Foyer, C. H. & Scott, I. M. (1998). Parallel changes in H<sub>2</sub> O<sub>2</sub> and catalase during thermo tolerance induced by salicylic acid or heat acclimation in mustard seedlings. *Plant Physiology*. 116: 1351-1357.
- Deinum, B., Sjulastri, R.D., Zeinab, M.H.J., Maassen, A. (1996). Effects of light intensity on growth, anatomy and forage quality of two tropical grasses (*Brachiaria brizantha* and *Panicum maximum* var. trichoglume). *Netherlands Journal of Agricultural Science*. 44: 111-124. Doi: <https://doi.org/10.18174/njas.v44i2.551>
- Dibala, R., Jose, S., Gold, M. Hall, J.S., Kallenbach, R., & Knapp, B. (2021). Tree density effects on soil, herbage mass and nutritive value of understory *Megathyrus maximus* in a seasonally dry tropical silvopasture in Panama. *Agroforestry Systems*. 95: 741–753. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10457-021-00628-4>

- García, E. Modificaciones del Sistema de Clasificación Climática de Köppen, 5th ed.; Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México: México City, Mexico, 2004; p. 51.
- Gargaglione, V., Peri, P. L., & Rubio, G. (2014). Interacciones árbol-pasto para N en sistemas silvopastoriles de *Nothofagus antarctica*: evidencia de facilitación desde los árboles hasta debajo de los pastos, 88(5), 779-790. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10457-014-9724-3>
- Guenni, O., Seiter, S., & Figueroa, R. (2008). Growth responses of three *Brachiaria* species to light intensity. *Tropical Grasslands*, 42(1), 75-87.
- Hernández-Hernández, M.; López-Ortiz, Silvia; Jarillo-Rodríguez, J.; Ortega-Jiménez, E.; Pérez-Elizalde, S.; Díaz-Rivera, P., & Crosby-Galván, M.M. (2020). Rendimiento y calidad nutritiva del forraje en un sistema silvopastoril intensivo con *Leucaena leucocephala* y *Megathyrsus maximus* cv. Tanzania. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 11 (1): 53-69. Doi: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i1.4565>
- Ku-Vera, J. C., A. J. Ayala-Burgos., F. J. Solorio-Sánchez., E. G. Briceño-Poot., A. Ruiz-González., A T. Piñeiro-Vázquez., M. Barros-Rodríguez., A. Soto-Aguilar., J. C. Espinoza- Hernández., S. Albores-Moreno., A. J. Chay-Canul., C. F. Aguilar-Pérez., L. Ramírez- Avilés., and J. Bazán-Godoy. (2013). Tropical tree foliage and shrubs as feed additives in ruminant rations. In: Salem, A. F. Z. M. (ed). *Nutritional Strategies of Animal Feed Additives*. Nova Science Publishers, Inc., New York. pp: 59-76.
- Medinilla-Salinas, L., M. D. Vargas-Mendoza., S. López-Ortiz., C. Ávila-Reséndiz., W. B. Campbell, and M. del C. Gutiérrez-Castorena. (2013). Growth, productivity and quality of *Megathyrsus maximus* under cover from *Gliricidia sepium*. *Agrofor. Syst.* 87: 891-899.
- Merchant, F. G. y J. J Solano. (2016). Las praderas, sus asociaciones y características: una revisión. *Acta Agríc. Pec.* 2: 1-11.
- Miranda, F., & Xolocotzi, E. H. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación (No. 04; CP, QK211 M5.). México: Colegio de Postgraduados, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
- Obispo, N.E., Espinoza, Y., Gil, J.L. Ovalles, F. & Rodríguez, M.F. (2008) Efecto del sombreado sobre la producción y calidad del pasto guinea (*Panicum maximum*) en un sistema silvopastoril. *Zootecnia Tropical*. 26(3): 285–288.

- Paciullo, D. S. C., Gomide, C. A. M., Castro, C. R. T., Maurício, R. M., Fernandes, P. B., & Morenz, M. J. F. (2017). Morfogénesis, biomasa y valor nutritivo de *Panicum maximum* bajo diferentes niveles de sombra y tasas de nitrógeno fertilizante. *Grass and Forage Science*, 72(3), 590-600. <https://doi.org/10.1111/gfs.12264>
- Petit, A. J., Casanova, L. F., & Solorio, S. F. (2009). Asociación de especies arbóreas forrajeras para mejorar la productividad y el reciclaje de nutrimentos. *Agricultura Técnica en México*, 35(1), 113–122.
- Ramírez-Contreras, R., Lara-Bueno, A., Uribe-Gómez, M., Cruz-León, A., Rodríguez-Trejo, D.A., & Valencia, G.M.T. (2020). Comportamiento Forrajero Del Estrato herbáceo En Diferentes Densidades arbóreas De Selva Baja Caducifolia. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*. 11 (4): 881-893. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i4.2467>
- Romero, D. G., Echeverria, E.M., Trillo, Z.F., Hidalgo, L.V., Aguirre, T.L., Robles, R.R., & Núñez, D.J. (2020). Efecto del faique (*Acacia macracantha*) sobre el valor nutricional del pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.) en un sistema silvopastoril. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 31, 1–9.
- Rosseto, J.E., Melville, P.L., Jorge, F.H., Coene, F.A., & Santos, G.P. (2021). Estructura del pasto forrajero con cultivares de *Urochloa brizantha* bajo sombra. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 12(3): 828-844. Doi: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i3.5742>
- SAS (Statistical Analysis System). SAS/STAT User's Guide (Release 6.4); SAS Inst.: Cary, NC, USA, 2017.
- SMN Sistema Meteorológico Nacional). (2010). Normales Climatológicas. Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=ver>
- Van Soest, P.J.; Robertson, J.B.; & Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74: 3583–3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)

## 5 DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES NATIVAS FORRAJERAS SELECCIONADAS

### 5.1 Resumen

Para la toma de decisiones en cuanto a que especies nativas vegetales implementar en sistemas silvopastoriles en Tierra Blanca, Veracruz, es necesario contar con la información básica de estas, ya que ayuda en el manejo y éxito de las plantaciones. Con el propósito de obtenerla se realizó la búsqueda en diversos medios de información como: páginas web, libros y artículos científicos, posteriormente se sistematizó en monografías las cuales contienen información sobre: condiciones ideales de desarrollo, manejo agronómico y especies asociadas.

**Palabras clave:** monografías, sistemas silvopastoriles, especies nativas vegetales.

---

Tesis de Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma Chapingo.

Autor: Irma Daniela Casimiro Robles

Director: Alejandro Lara Bueno

## 5.2 Abstract

### **Description of the selected native forage species**

In order to make decisions about which native plant species to implement in silvopastoral systems in Tierra Blanca, Veracruz, it is necessary to have basic information about these species, as it helps in the management and success of the plantations. In order to obtain this information, a search was carried out in different information media such as: web pages, books and scientific articles, and then systematised in monographs containing information on: ideal conditions for development, agronomic management and associated species.

**Key words:** monographs, silvopastoral systems, native plant species.

---

Thesis Master's Degree in Agroforestry for Sustainable Development, Universidad Autónoma Chapingo.

Author: Irma Daniela Casimiro Robles

Advisor: Alejandro Lara Bueno

### 5.3 Introducción

Las especies arbóreas y arbustivas con atributos forrajeros crecen de manera natural en los cultivos, potreros, acahuales y otros sitios, usualmente se les utiliza para obtener sombra, madera o leña; sin embargo, también pueden servir como forraje en la alimentación de ganado bovino (Ku *et al.*, 1999). La presencia de este tipo de especies se ha convertido en una alternativa rentable que contribuye a la conservación y restauración de la biodiversidad (deforestación y degradación de los suelos) (Calle *et al.*, 2011).

Las interacciones entre las especies arbóreas y herbáceas incrementan la productividad de los sistemas agropecuarios y permiten mejorar la calidad de la dieta del ganado (Merchant y Solano, 2016). Sin embargo, la productividad del estrato herbáceo puede estar condicionada por la cobertura de las copas de los árboles que, por interferencia, limita la cantidad de luz que llega al estrato herbáceo en los sistemas silvopastoriles (Gargaglione *et al.*, 2014

Debido a lo anterior, es importante identificar y describir las especies arbóreas con las particularidades anteriores para determinar si influyen positiva o negativamente en el rendimiento y calidad de los pastos forrajeros dentro de los sistemas silvopastoriles presentes en el Estado de Veracruz, de manera que la información recopilada sirva como herramienta a los productores de la zona y así adquieran conocimiento sobre las especies arbóreas presentes en el área.

Por lo cual, en la presente investigación se elaboro la monografía de las especies arbóreas con mayor preferencia por parte del ganado, así como la monografía del pasto guinea (*M. maximus*) que es el pasto forrajero predominante en la zona.

## **5.4 Materiales y Métodos**

### **5.4.1 Área de estudio**

El área de estudio donde se desarrolló la investigación se ubica en el predio “La Guadalupe”, el cual se localiza en la localidad Paso Nuevo, municipio de Tierra Blanca, Veracruz. El predio ganadero se localiza entre las coordenadas 18°29' y 15° 32" latitud Norte y 96°22' y 54° 32" longitud Oeste. De acuerdo con el plano interno, el rancho ganadero “La Guadalupe” cuenta con un área de 36-82-27 ha, y la altitud va de 40 a 100 msnm.

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen, modificada por García (2004), el clima de la región corresponde al tipo Aw (1), definido como cálido sub-húmedo con lluvias en verano. El Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2010) registró un rango de temperatura de entre 24 y 26 °C, presentándose el clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, con humedad máxima de 91 % y humedad media de 8% durante el periodo de secas. Las lluvias son abundantes en el verano y la precipitación va de 1400 a 2100 mm, distribuyéndose en los meses de junio a octubre, con un periodo de sequía en los meses de noviembre a mayo, ocurriendo en estos meses la mayor evaporación (SMN, 2010).

La vegetación dominante en la zona es de tipo selva baja caducifolia. En este tipo de vegetación se encuentran árboles de 15 m de altura, los cuales pierden casi completamente las hojas en la época seca, y comúnmente no son espinosos. Este tipo de ecosistema se caracteriza por poseer abundantes plantas trepadoras llamadas bejucos (Miranda y Xolocotzi, 1963).

### **5.4.2 Obtención de información**

Se realizaron monografías de las 6 especies arbóreas seleccionadas y del pasto *M. maximus*, con el objetivo de obtener información morfológica, botánica y agroforestal. La elaboración de dichas fichas fue mediante revisiones bibliográficas en diversos medios, como: revistas científicas, investigaciones, libros e información obtenida de páginas web.

La estructura de las monografías se basó en la metodología empleada por Musálem y Sánchez (2003) en su trabajo Monografía de *Pinus michoacana*. La información de cada especie se amplió, agregando: clasificación botánica y ecología, nombres comunes, distribución geográfica, marco ecológico, especies asociadas, usos e importancia, condiciones de establecimiento y manejo.

### 5.4.3 Literatura citada

Calle Z, Murgueitio E, Botero LM. (2011). El totumo, árbol de las Américas para la ganadería moderna. *Revista Carta FEDEGAN*. 122: 64-73. ISSN: 0123-2312.

García A., E. (2004). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones climáticas de la República Mexicana). México: Instituto de Geografía. UNAM.

Gargaglione, V., Peri, P. L., & Rubio, G. (2014). Interacciones árbol-pasto para N en sistemas silvopastoriles de *Nothofagus antarctica*: evidencia de facilitación desde los árboles hasta debajo de los pastos, 88(5), 779-790. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10457-014-9724-3.pdf>

INAFED (Instituto Nacional para el Federalismo y Desarrollo Municipal. ). (s.f). Enciclopedia de los municipios de delegaciones de México. Obtenido de Estado de Veracruz: <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM30veracruz/municipios/30174a.html>

Ku JC, Ramírez L, Jiménez G, Alayón JA, Ramírez L. (1999). "Árboles y arbustos forrajeros para la producción animal en el trópico mexicano". En: Sánchez MD, Rosales M. *Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica*. Roma, Italia FAO . 161-180 p. ISBN: 925-304-257-5.

Merchant, F. G. y J. J Solano. (2016). Las praderas, sus asociaciones y características: una revisión. *Acta Agríc. Pec.* 2: 1-11.

Miranda, F., & Xolocotzi, E. H. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación (No. 04; CP, QK211 M5.). México: Colegio de Postgraduados, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

SMN Sistema Meteorológico Nacional). (2010). Normales Climatológicas. Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=ver>

## 5.5 Resultados (descripción de las especies nativas forrajeras)

### 5.5.1 Cocuite (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.)

*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. (Figura 3), es una arbórea tropical nativa de México y América Central, perteneciente a la subfamilia Faboideae, familia Leguminoseae o Fabaceae, orden Fabales (Sablón, 1985). Alcanza una altura de 2 a 15 m (hasta 20) m de altura, con un diámetro a la altura del pecho entre 25 y 60 cm, normalmente es más pequeño (Sablón, 1985).

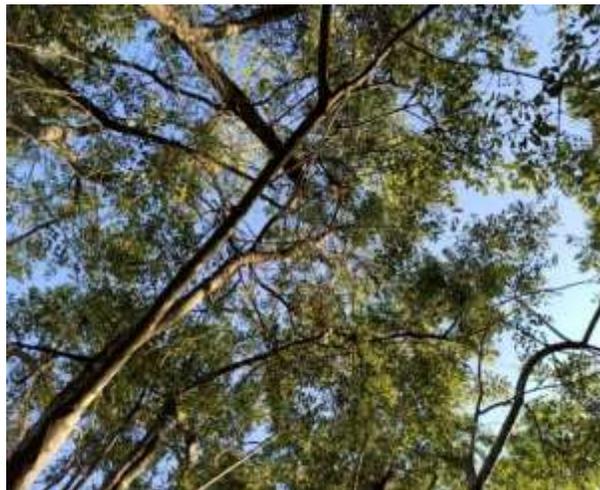


Figura 3. Cocuite (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.).

Actualmente esta especie está catalogada como multipropósito, debido a sus diversas utilidades en dependencia del fenotipo, la composición química y las condiciones edafoclimáticas en las cuales se desarrolla. Usualmente, las plantas de *G. sepium* se utilizan como sombra –transitoria o permanente–, como soporte vivo y en el control de malezas en cultivos de cacao, café y té. El extracto de sus hojas tiene efectos alelopáticos, por lo que influye en la

germinación y el crecimiento de algunas plantas (Rodríguez, 1994). Sus flores son comestibles para el hombre, y tienen gran utilidad como melíferas y para la ornamentación; mientras que las semillas y la corteza, pulverizadas y mezcladas con arroz, presentan cualidades rodenticidas (Roig, 1974).

### **Nombres comunes**

Cacahuanano (Rep. Mex.); Cocuite (Oax.); Cacahuiananche (Mich., Gro., Sin., Nay.); Cocoite, Chanté, Mata ratón, Yaité (Chis.); Cocomuite; Cocuitle, Muiti (Ver.); Cuchunuc (l. zoque, Chis.); Frijolillo (Mex.) (Niembro-Rocas *et al.*, 2010),

### **Descripción morfológica**

Niembro-Rocas *et al.* (2010), describe la morfología de la especie de la siguiente manera:

#### *Copa / Hojas*

Presenta copa irregular y amplia cobertura del follaje. Sus hojas son compuestas, alternas, e imparipinnadas (Fig. 4). Miden de 12 a 30 cm de largo (incluyendo el pecíolo). Compuestas por 7 a 25 folíolos opuestos de 3 a 8 cm de largo por 2 a 4 cm de ancho, ovados a elípticos, con el margen entero.



Figura 4. Hojas de *G. sepium*.  
Foto. Naturalista.

#### *Tronco / Ramas*

Tronco un poco torcido (Fig. 5). Ramas ascendentes y luego horizontales. La forma del árbol es variable, desde erecta y recta en algunas procedencias,

hasta retorcida y muy ramificada, con tallos múltiples originados cerca de la base.



Figura 5. Tronco y corteza de *G. sepium*.  
Foto. Naturalista.

#### *Corteza*

Externa es escamosa a ligeramente fisurada, pardo amarillenta a pardo grisácea y la interna es de color crema amarillenta, fibrosa, con olor y sabor a rábano (Fig. 5). El grosor total de la corteza es de 8 a 10 mm.

#### *Flores*

Las flores son rosadas se agrupan en racimos densos de 10 a 20 cm de largo (Fig. 6), situados en las axilas de las hojas caídas. Cada racimo tiene de 15 a 50 flores zigomorfas, de 2 a 3 cm de largo, dulcemente perfumadas. Corola en forma de mariposa.



Figura 6. Racimo de flores de *G.*

## *Sepium.*

Foto. Naturalista.

### *Fruto*

Vainas lineares y dehiscentes a lo largo de 2 suturas, aplanadas, de 10 a 20 cm de largo y 1 a 3 cm de ancho, agudas, péndulas, con nervadura fina, verde limón o pardo claras cuando nuevas y oscuras al madurar (Fig. 7). Cada vaina con 3 a 10 semillas.



Figura 7. Vainas dehiscentes de *G. sepium*.  
Foto. Plantas de Brasil.

### *Semilla*

Las semillas presentan un color pardo-amarillento, de 7.9 a 18 mm de largo por 12 a 15 mm de ancho, casi redondas, aplanadas, de superficie lisa.

### *Raíz*

Cuando la planta proviene de semilla el sistema radical es fuerte y profundo, con una raíz pivotante y raíces laterales en ángulos agudos respecto de la raíz principal. En las plantas provenientes de estacas, las raíces son superficiales.

### *Sexualidad*

Hermafrodita.

## **Distribución**

Actualmente con la intervención del hombre, se puede encontrar en la vertiente del Golfo desde Tamaulipas, San Luís Potosí, norte de Puebla, y Veracruz, hasta la Península de Yucatán, y desde Sinaloa, hasta Chiapas, en la vertiente del Pacífico. Forma parte de selvas medianas perennifolias, pero es más típica de terrenos abiertos del bosque tropical caducifolio y terrenos perturbados, desde el nivel del mar hasta 700 msnm (Pennington y Sarukhán, 2005; Niembro, 1986).

## **Hábitat**

En su distribución natural predomina un clima subhúmedo relativamente uniforme, con temperaturas de 20 a 30 °C, precipitaciones anuales de 500 a 2.300 mm y 5 meses de período seco. Tolera una gran variedad de suelos, menos aquellos que tengan deficiencias serias de drenaje interno. Adaptándose tanto a suelos húmedos como a secos. Se desarrolla en una gran variedad de suelos que van desde arenas puras, regosoles pedregosos no estratificados, hasta vertisoles negros profundos en su rango natural y ha sido cultivado en suelos desde arcillosos hasta franco-arenosos. Tolera un pH entre 5.5 y 7, también se reporta creciendo en suelos ácidos (pH 4 a 5) (Pennington y Sarukhán, 2005; Niembro, 1986).

## **Importancia ecológica**

Especie secundaria. Muestra ser muy competitiva y tiene gran capacidad para establecerse como pionera en la regeneración secundaria. Es un árbol abundante en las regiones tropicales (Batis *et al.*, 1990).

## **Fenología**

De acuerdo con Batis *et al.* (1999) la fenología de especie se presenta de la siguiente manera:

### *Follaje*

Caducifolio. Los árboles pierden las hojas en la época de floración.

### *Floración*

Florece de febrero a julio. En Chamela, Jalisco, florece de noviembre a junio y en Los Tuxtlas, Veracruz, de marzo a mayo. En su ámbito natural la floración es relativamente uniforme.

### *Fructificación*

Los frutos maduran de (febrero) marzo a junio (julio).

### *Polinización*

Entomófila. La polinización primaria es llevada a cabo por abejorros (*Xylocopa fimbriata* y *Centris*).

## **Usos**

Principalmente se utiliza la madera, para la elaboración de durmientes, en construcciones rurales, así como para leña y carbón. Puesto que la madera es resistente a termitas, esta especie es utilizada para la construcción de muebles pequeños, duela, lambrín, mangos para herramientas, pilotes para minas, artesanías y otros. En algunas áreas se emplea como sombra en plantaciones de cacao, café, té, vainilla y pimienta negra y se usa como ornamental, por la belleza de sus flores. Otro de los usos principales del cocuite es para el establecimiento de cercos vivos, en reforestación y en cortinas rompe vientos (Niembro, 1986).

## **Propagación**

- Reproducción asexual

Mediante cultivo de tejidos, brotes o retoños. Una de las características más apreciadas la gran capacidad de rebrote que presenta, tanto a nivel de tallo, como de tocón o raíces superficiales. La especie pierde su capacidad de rebrote después de 8 a 12 años. También se reproduce mediante cortes de raíz, estacas, pseudoestacas (Pennington y Sarukhán, 2005).

- Reproducción sexual

Regeneración natural, semilla (plántulas), siembra directa. La siembra directa en el campo es el método más fácil y barato para establecer *Gliricidia*. Si se opta por este método no hay necesidad de esperar la producción de arbolitos en viveros sofisticados (Pennington y Sarukhán, 2005).

### **Asociación con otras especies**

La especie *G. sepium* presenta crecimiento bien asociada a otros árboles de selvas y acahuales como higueras, palo mulato, cedro, guácimo, espinos, amarillo y huizache, entre otros. Aunque es común encontrar rodales completos de este árbol dominando sitios abandonados o con poco manejo. Puede desarrollarse bien asociado a pastos medianamente tolerantes a la sombra, principalmente al pasto guinea, y otros de crecimiento amacollado como el mombasa, jacaré o maralfalfa. El pasto estrella también puede crecer bien asociado a este árbol. Los árboles muy frondosos pueden suprimir el crecimiento de las malezas bajo su sombra y aún del pasto (Batis *et. al.*,1999).

### **Valor ecológico**

Posee nódulos fijadores de nitrógeno en las raíces que enriquecen el suelo, ya que puede fijar de 75 a 200 kg N/ha/año. La hojarasca se usa como abono verde pues las hojas se descomponen rápidamente, aportando materia orgánica y nitrógeno al suelo. Este abono se ha usado para fertilizar campos de cultivo como los de maíz. Por ejemplo, 400 árboles que se mantienen podados en el perímetro de un cultivo producen suficiente fertilizante para una hectárea de cultivo. Sus raíces son capaces de acumular y reciclar minerales de las capas profundas del suelo (Salazar, 1991).

Es polinizada por abejorros y atraen a gran cantidad de insectos. Es una buena especie para apicultura. Las flores son comestibles y se considera con propiedades medicinales. Sirve como sombra y refugio para fauna. Ayuda a mantener la conectividad del paisaje (Salazar, 1991).

## **Potencial forrajero**

Salazar (1991), menciona que la *Gliricidia sepium* produce muy buen forraje para ganado (chivos, burros, vacas). Tiene una alta producción de biomasa de hojas, entre 2 y 20 toneladas por hectárea por año. Las hojas contienen un alto porcentaje de proteína cruda (18 a 30 % y tan sólo 13 a 30 % de fibra) y son digeridas fácilmente por el ganado (digestibilidad 48 a 77 %), además de un bajo contenido en taninos. Se han reportado algunos incrementos en la cantidad de leche y en el contenido de grasas de la leche de vacas cuando se sustituye un 25 % del forraje con cocuite.

Para forraje se corta por primera vez a los 8 a 12 meses después de sembrarla, y después cada 2 a 4 meses. Rara vez se usa como forraje directo, sino que más bien se lleva a la zona de alimentación y se mezcla, en combinación con otros pastos y forrajes de bajo valor proteínico.

En algunas regiones se considera que no gusta al ganado. Muchos animales parecen rechazarlo por el olor, sin probarlo, hasta que se acostumbran. Las hojas gustan más al ganado si se ensilan primero, y las hojas maduras son más apetecidas que las tiernas. El cortar las hojas y dejar que se marchiten durante 12 a 24 horas hace que sea más aceptado por el ganado. (Simons, 1996).

Se debe recordar que las hojas son tóxicas para perros, caballos, gallinas, conejos, ratones y ratas. Las hojas o corteza mezcladas con maíz se usan durante el almacenamiento para matar ratones, de ahí que en Centroamérica se llaman mata ratón. Se ha visto que algunos individuos de árboles son más tóxicos (y por tanto gustan menos) que otros, por tanto, ayuda el ir seleccionando los más apetecibles para el ganado (Simons, 1996).

## **Reforestación / Restauración**

La especie presenta un alto potencial para reforestaciones productivas, sobre todo en zonas secas y áridas. Además, se caracteriza por ser una de las especie multipropósito más populares en el área centroamericana con amplio potencial para actividades de reforestación (Rodríguez, 1994).

## **Sistema agroforestal**

Esta especie forrajera presenta grandes expectativas de uso en sistemas silvopastoriles por su notable desarrollo anual y abundante producción de follaje (biomasa) por ramas primarias de origen vegetativo. Es un árbol multipropósito de gran interés agroforestal. Comúnmente se encuentra en los huertos familiares totonacas (Veracruz), en los potreros (aislada o en cercas vivas) y proporcionando sombra en los cultivos perennes (cacao). Se utiliza frecuentemente en los siguientes sistemas agrosilvícolas: barbechos mejorados, cultivos en callejones, callejones forrajeros, cultivos en estratos múltiples, cortinas rompevientos, plantación en linderos y postes vivos (Niembro, 1986).

### 5.5.2 Literatura citada

- Batis, A. I., Alcocer, M.I., Gual, M., Sánchez, C. y Vázquez – Yanes, C. (1999). Árboles y Arbustos Nativos Potencialmente Valiosos para la Restauración Ecológica y la Reforestación. Instituto de Ecología, UNAM. México, D.F.
- Niembro R., A. (1986). Árboles y Arbustos útiles de México. Limusa, UACH. México. 206 p.
- Niembro-Rocas, A., Vázquez-Torres, M. y Sánchez-Sánchez, O. (2010). Árboles de Veracruz, 100 especies para la reforestación estratégica. México.
- Pennington, T. D., y Sarukhán, J.K. (2005). Árboles Tropicales de México. UNAM, FCE. México. 523 p.
- Rodríguez, A. (1994). Efecto alelopático de extracto de hojas de piñón florido (*Gliricidia sepium*).
- Roig, J. T. (1974). Plantas medicinales aromáticas o venenosas de Cuba. Instituto del Libro. La Habana. 644 p.
- Sablón, A. (1985). Dendrología. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. 65 p.
- Salazar, R. (1991). Madero Negro. *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, Especie de Árbol de Uso Múltiple en América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 180. Turrialba, Costa Rica.
- Simons, A. J. (1996). Ecology and reproductive biology. En: *Gliricidia sepium*: genetic resources for farmers. (Eds. J. L. Stewart, G. E. Allison & A. J. Simons). University of Oxford. United Kingdom. p. 22.

### 5.5.3 Guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.)

El guácimo es un árbol de porte pequeño a mediano de 2 a 15 m de altura, y hasta 30 m, con un diámetro normal de 30 a 40 cm, y hasta 80 cm (Batis *et al.*, 1999) (Fig. 8), originario de América Latina tropical con buenas cualidades forrajeras, y se encuentra desde México hasta el sur de Brasil y el Caribe. Este árbol pertenece a la familia Sterculiaceae, género *Guazuma* y especie *ulmifolia* Lam. (CATIE, 2006).



Figura 8. Guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.).

El guácimo es característico de zonas con estaciones secas bien definidas y vegetación de sabana, y pastizales en zonas cálido-húmedas (Nieto *et al.*, 2006; López *et al.*, 2006), aunque también crece en ecosistemas más húmedos, en espacios abiertos, a orillas de carreteras y ríos, en áreas de cultivo, pastizales y vegetación secundaria (López *et al.*, 2006; Ascencio, 2008). En la parte central del estado de Veracruz, México, esta especie ha evolucionado en regiones donde la precipitación es estacional y muy marcada, con periodos secos de hasta ocho meses (López *et al.*, 2006).

## Sinonimia

*Guazuma guazuma* (L.) Cockerell; *Guazuma invira* (Willdenow) G. Don; *Guazuma polybotrya* Cav.; *Guazuma tomentosa* Kunth; *Guazuma ulmifolia* var. *tomentella* K. Schum (Batis et al., 1999).

## Nombres comunes

Guácima, guácimo, en su área de distribución; cuaulote, cuauolotl (lengua náhuatl) -Guerrero, Oaxaca, Chiapas; aquiche, kabal-pixoy, pixoy (lengua maya) -Yucatán; acashti (lengua totonaca) - Veracruz; ajillá (lengua guaraní) - Sonora, Sinaloa; majahua de toro - Oaxaca; nocuana-yana (lengua zapoteca) (Batis et al., 1999).

## Descripción morfológica

### Forma

Árbol mediano o arbusto, caducifolio, de 2 a 15 m (hasta 25 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de 30 a 40 cm (hasta 80 cm), normalmente de menor talla (8 m) (Fig. 9). En algunos casos se desarrolla como arbusto muy ramificado y en otros como un árbol monopódico (Silvoenergía, 1986).



Figura 9. Forma del árbol *Guazuma ulmifolia*  
Foto. <https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>]

### Copa / Hojas

Copa abierta, redondeada y extendida. Sus hojas son alternas y simples, de 3 a 13 cm de largo y de 1,5 a 6,5 cm de ancho, de forma ovalada o lanceolada,

márgenes aserrados, de color verde oscuro y textura rugosa y escabrosa en la superficie dorsal (Fig. 10) (Silvoenergía, 1986).



Figura 10. Hojas de la *Guazuma ulmifolia*  
Foto. <https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>]

#### *Tronco / Ramas*

El tronco es casi recto y ramificado cerca de la base con largas ramas extendidas horizontalmente y a veces colgantes, puede alcanzar los 80 cm de diámetro (EMB [Encyclopédie Méthodique, Botanique], 2007).

#### *Corteza*

El árbol tiene una corteza externa ligeramente fisurada de color marrón grisáceo, desprendiéndose en pequeños pedazos, mientras que la corteza interna es fibrosa de color amarillento cambiando a pardo rojizo o rosado, con un sabor dulce a ligeramente astringente. Grosor total: 5 a 12 mm (Francis, 1991).

#### *Flor*

La flor se presenta en panículas de 2 a 5 cm de largo, flores actinomorfas pequeñas, blancas y amarillas con tintes castaños (Fig. 11), con olor dulce, de 5 mm de diámetro; cáliz vellosos de 2 a 3 lóbulos, sépalos verdosos y pétalos de color crema (EMB, 2007).



Figura 11. Flores de *Guazuma ulmifolia*  
Foto. <https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>]

#### *Fruto / Semilla*

Sus frutos son cápsulas de 3 a 4 cm de largo, en infrutescencias de 10 cm, ovoide, verrugosas y elípticas, negras cuando están maduras (Fig. 12), con numerosas semillas (entre 40 a 80) de menos de 1 mm, duras, redondeadas y de color pardo. (Silvoenergía, 1986).

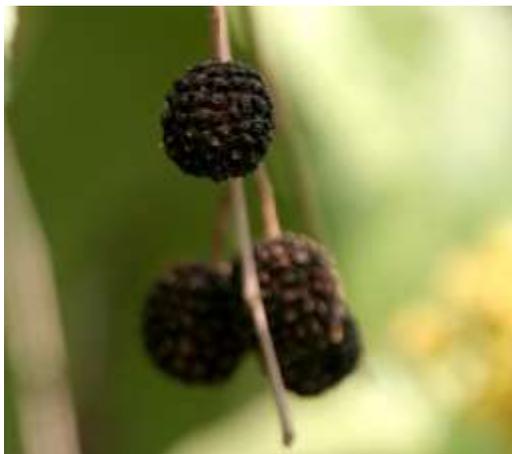


Figura 12. Fruto de *Guazuma ulmifolia*  
Foto. <https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>]

#### **Distribución**

El guásimo se distribuye desde México hasta el norte de Argentina, en un rango altitudinal de 550 a 1000 msnm. Dentro del territorio mexicano, el guásimo se

distribuye principalmente en la vertiente del Golfo de México, desde Tamps. hasta Yuc. y Q. Roo, y en la vertiente del Pacífico desde Son. hasta Chis. Se halla en Camp., Col., Chih., Gto., Gro., Hgo., Jal., Méx., Mich., Mor., Nay., Oax., Pue., Qro., S.L.P., Sin., Tab. y Ver. Se extiende hasta América del Sur (noreste de Argentina, Ecuador, Perú, Paraguay, Bolivia, Brasil) y en el Caribe (Vázquez *et al.*, 1999).

### **Hábitat**

De acuerdo con Vázquez *et al.* (1999), el guásimo es característico de sitios abiertos, laderas de montañas bajas y cañadas, pastizales, terrenos planos con lomeríos suaves, márgenes de ríos y arroyos y sitios desmontados. Es común en áreas secas y húmedas, por ejemplo, en represas. Propia de zonas bajas cálidas. Se desarrolla en temperaturas de 20 a 30 °C, con períodos secos de 4 a 7 meses y con precipitaciones anuales de 700 a 1,500 (2,000) mm. El mismo autor menciona que tiene una adaptabilidad tanto a condiciones secas como húmedas y a un amplio rango de suelos, con pH mayor a 5.5.

Suelos: de origen volcánico o sedimentario, negroarcilloso, grava volcánica negra, pedregoso, arenoso café claro, somero, rojo laterítico, limoso, vertisol, desde textura liviana hasta pesada (Vázquez *et al.*, 1999).

### **Importancia ecológica**

Especie secundaria, pionera, heliófila que puede presentarse como especie importante de etapas secundarias muy avanzadas de selvas medianas subperennifolias, dando la impresión de ser elemento primario. Abundante y característica de sitios perturbados (Vázquez *et al.*, 1999).

### **Fenología**

Las hojas del guásimo son caducifolias, la caída de hojas se presenta en la época seca del año, durante un periodo corto. Presenta floración casi todo el año, especialmente de abril a octubre (Pennington y Sarukán, 1998). En Chamela, Jalisco florece de mayo a septiembre.

Los frutos maduran casi todo el año, principalmente de septiembre a abril y permanecen durante largo tiempo en el árbol. Presenta semillas numerosas (entre 40 a 80) de menos de 1 mm, duras, redondeadas, pardas. Los frutos se abren en el ápice o irregularmente por poros. Sexualidad; hermafrodita (Batis *et al.*, 1999).

## **Usos**

De acuerdo con Vázquez *et al.* (1999), los principales usos de la madera de *G. ulmifolia* se ha usado para la fabricación de muebles, cajas, hormas para zapatos, y mangos para herramientas. Los pobladores de las áreas rurales usan la madera de este árbol como postes y como estacas para hortalizas.

Presenta una gran capacidad forrajera, principalmente para engorda de ganado bovino, porcino, venados, burros, zarigüeyas y caballos. El fruto sirve de alimento a polluelos y las hojas al gusano de seda. Los frutos molidos constituyen un forraje de alto valor nutritivo. Por su altura, el forraje está disponible sólo cuando el árbol tira la hoja. Es importante tener en cuenta que si el ganado come los frutos en exceso pueden causarle obstrucción intestinal.

En la medicina tradicional el guásimo se ha usado para tratar numerosas enfermedades, como la gripe, los resfriados, las quemaduras, y la disentería. Además, se ha encontrado que los extractos etanólicos de esta planta tienen propiedades antibióticas.

El néctar es valioso para la producción de miel de alta calidad y la semilla molida sirve como saborizante para el chocolate.

## **Propagación**

La propagación de esta especie puede realizarse de manera sexual (semillas) y asexual (vegetativo), sin embargo, se ha determinado que la reproducción sexual es la mejor forma de reproducción artificial y la más común para el guásimo (Villarruel *et al.*, 2007).

Ferguson *et al.* (2007), menciona que la principal forma de dispersión natural de las semillas de guásimo es a través de la fruta madura consumida por las aves y mamíferos.

### **Asociación vegetal**

Bosque tropical perennifolio, bosque tropical caducifolio, bosque de galería, pastizal, es una especie común de la vegetación secundaria de los distintos tipos de bosque (Vázquez *et al.*, 1999).

#### *Asociación con otras especies*

Blanco (2019), menciona que el guásimo se asocia con otras especies forestales de los bosques semi-caducifolios como *Acrocomia mexicana* (Jacq.) Lodd. ex Mart., *Casearia parvifolia* Jacq., *Castilla elastica* Cerv., *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng., *Cyrtocarpa procera* Kunth, *Forchhammeria pallida* Liebm., *Heliocarpus* sp. L., *Luehea candida* Willd., *Lysiloma acapulcensis* (Kunth) Benth.

Con respecto a la asociación con pastos se puede sembrar junto con los pastos pangola, estrella de África, guinea, Tanzania, jaragua, y muchos otros pastos tropicales que toleren medianamente la sombra.

### **Valor ecológico**

Esta especie permite la conservación del suelo y el control de la erosión, debido a que sus raíces son capaces de acumular y reciclar minerales de las capas profundas del suelo, por lo que tiene un alto potencial para la reforestación productiva en zonas secas, áridas y selvas degradadas. Produce un buen acolchado, y la cobertura de hojarasca mejora la fertilidad del suelo. La descomposición de la hojarasca es lenta (Pennington y Sarukán, 1998).

Ofrece sombra, alimento y refugio a la fauna, esto permite que las aves y mamíferos (principalmente ganado y caballos) dispersen la semilla. Proporciona un néctar valioso para la producción de miel de alta calidad por lo que se considera una especie de importancia dentro de la apicultura. Se usa como

árbol ornamental y en algunos lugares es popular para sombra en las calles (Pennington y Sarukán, 1998).

### **Potencial forrajero**

Esta especie tiene gran capacidad forrajera para engorda de ganado bovino, porcino, venados, burros, zarigüeyas, caballos y aún gallinas, y se han usado las hojas como alimento del gusano de seda. Tiene buena capacidad de rebrote y este atributo la convierte en una especie ideal para ser manejada en los potreros de las zonas secas. Es un árbol importante en sistemas silvopastoriles ya que el forraje y los frutos son altamente nutritivos y apetecidos por el ganado. Son comidos por vacas, caballos, cabras y cerdos, y son fuentes importantes de forraje durante la estación seca (Pennington y Sarukán, 1998).

### **Reforestación / Restauración**

La *Guazima ulmifolia* es una especie con potencial para reforestación productiva en zonas degradadas de selva y en zonas secas y áridas. La especie amerita mayor investigación en plantaciones energéticas tropicales. Prometedora para áreas de cultivo de subsistencia (Vázquez *et al.*, 1999).

### **Sistema agroforestal**

La *G. ulmifolia* tiene un gran potencia dentro de los sistemas agroforestales, principalmente como árbol disperso en potreros, plantaciones en linderos, barbechos mejorados o árboles intercalados para cultivos secuenciales (estilo "taungya"). Árbol asociado a sistemas agroforestales en Tabasco: se siembra con café y en el huerto familiar. Árbol multipropósito de gran interés agroforestal (con una base de conocimiento acumulada). Frecuentemente encontrada en el huerto familiar maya (Yucatán). Sus principales usos en el huerto son: fruta, leña y madera (Vázquez *et al.*, 1999).

#### 5.5.4 Literatura citada

- Ascencio, R.L. (2008). Caracterización de especies leñosas en sistemas ganaderos, de los Municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre, Veracruz, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Programa de Agricultura Tropical Sostenible. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza), Costa Rica. 119 págs.
- Batis, A., M. Alcocer, M. Gual, C. Sánchez y C. Vázquez - Yanes. (1999). Árboles y Arbustos Nativos Potencialmente Valiosos para la Restauración Ecológica y la eforestación. Instituto de Ecología, UNAM - CONABIO. México, D.F.
- Blanco, L. (2019). Guásima: características, hábitat y distribución, usos. Lifeder. Recuperado de <https://www.lifeder.com/quasima/> (consultado el 18 de mayo de 2022).
- CATIE. (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). (2006). *Guazuma ulmifolia* (Lam) Sterculiaceae. Un árbol de uso múltiple. Colección Materiales de Extensión. OFI-CATIE: (Oxford Forestry Institute/ Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). URL: [http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos\\_especies\\_yanexos/guazuma\\_ulmifolia.pdf](http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos_especies_yanexos/guazuma_ulmifolia.pdf) . (consultado el 18 de mayo de 2022). págs. 569-572
- EMB. (Encyclopédie Méthodique, Botanique). (2007). *Guazuma ulmifolia* (Lam.). URL: [www.fs.fed.us/global/itf/Guazumaulmifolia.pdf](http://www.fs.fed.us/global/itf/Guazumaulmifolia.pdf) . (consultado el 13 de mayo de 2022). 3:246-249.
- Ferguson, B.G., Miceli, M.C.L., Pascasio, D.G., Díaz, V.J.L. y Cortez, J.P. (2007). ¿Puede el ganado ayudarnos a sembrar árboles? *En*: Alemán, ST, Ferguson, BG y Medina, JFJ (eds.). Ganadería, Desarrollo y Ambiente: Una Visión para Chiapas. México, págs. 57-58

- Francis, JK. (1991). *Guazuma ulmifolia* Lam. Guácima. SO-ITF-47. Nueva Orleans, LA: Servicio Forestal del USDA, Estación Experimental Forestal del Sur, págs. 255-259.
- López, OS, Villarruel, FM, Ortega, JE y Ruiz, E. (2006). Crecimiento y producción de *Guazuma ulmifolia* Lam. en bancos de forraje bajo condiciones de clima cálido subhúmedo. *En: Memoria de la III Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles*. México, DF. págs. 133-138
- Nieto, M.J., Manríquez, M.L.Y., López, O.S. y Gallardo, L.F. (2006). Guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.): Una opción para la producción de forraje en la ganadería del sistema terrestre de lomeríos, en el centro de Veracruz. *En: Memoria de la III Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles*. México, DF. págs. 139-143.
- Pennington, T. y Sarukán, J. (1998). Árboles Tropicales de México. Segunda edición. UNAM - Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- Silvoenergía (CATIE). (1986). Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central. Serie Técnica. Informe Técnico No 86. Turrialba. Costa Rica
- Vázquez-Yanes, C., Batis-Muñoz, A. I., Alcocer-Silva, M. I., Guadalupe-Díaz, M. y Sánchez-Dirzo, C. (1999). Árboles y Arbustos Nativos Potencialmente Valiosos para la Restauración Ecológica y la Reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO e Instituto de Ecología, UNAM, México, D.F. *En: Guazuma ulmifolia* Lam. Consultado el 18 de mayo de 2022.
- Villarruel, F.M., Morales, G.N.C., López, O.S. y Santiz, G.M. (2007). Paquete tecnológico para el empleo de *Guazuma ulmifolia* Lam., una estrategia ecológica y productiva. XX Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria Veracruz. IX Simposio Internacional y IV Congreso Nacional de Agricultura Sostenible. PP 1-5.

### 5.5.5 Amarillo (*Diphyssa americana* (Mill.) M.Sousa.)

*Diphyssa americana* (Mill.) M.Sousa., es un árbol mediano perenne, perteneciente a la familia Fabaceae-Papilionaceae que se distribuye desde México hasta América Central, con usos muy variados que van desde la construcción hasta propiedades medicinales y alimento para ganado (Montero, 1995).

#### Descripción morfológica

##### *Forma*

Árbol de 4–12 m de altura y hasta 70 cm de diámetro, caducifolio, de copa extendida e irregular (Fig. 13) (Montero, 1995).



Figura 13. Amarillo (*Diphyssa americana* (Mill.) M.Sousa.)

##### *Fuste*

El fuste es generalmente negruzco, retorcido, muy fisurado y ramificado a baja altura (Fig. 14), la copa aplanada y dispersa, compuesta de ramas extendidas, delgadas y horizontales (Gutiérrez y Dorantes, 2004).

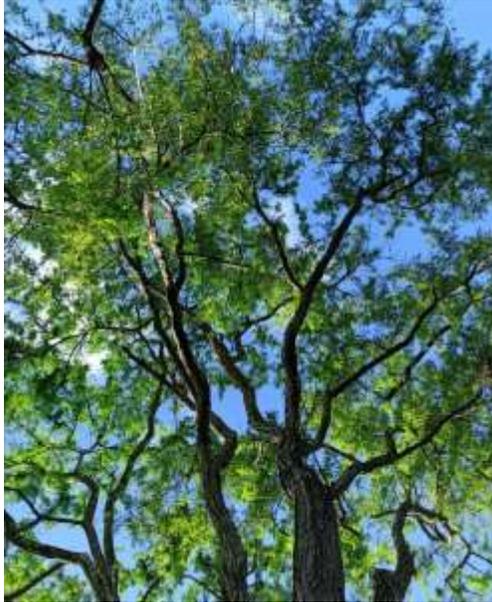


Figura 14. Características del fuste.

#### *Corteza*

Es llamativa y con largas fisuras verde amarillentas, que contrastan con el color café oscuro de la corteza interna, con lomos prominentes y muy áspera (Fig. 15) (Rojas-Rodríguez y Torres-Córdoba, 2018).



Figura 15. Características de la corteza.  
Foto. Especies Forestales de uso tradicional del estado de Veracruz.

### *Hojas*

Las hojas son imparipinnadas alternas, presentan frecuentemente de 9 a 21 hojuelas membranáceas, verde brillante en la superficie superior, pálidas en el envés (Fig. 16), de 1,5 a 3,5 cm de largo (Rojas-Rodríguez y Torres-Córdoba, 2018).



Figura 16. Características de la hoja.

**Foto:** Especies Forestales de uso tradicional del estado de Veracruz

### *Flores*

Las flores son amarillas, muy vistosas, en racimos axilares, muy atrayentes (Fig. 17), cubren completamente el árbol al final de la época lluviosa, son pequeñas, de 1.5 cm de largo; los frutos son vainas de alrededor de 6 cm de largo y hasta 2 cm de ancho (Rojas-Rodríguez y Torres-Córdoba, 2018).



Figura 17. Características de la flor

**Foto.** Especies Forestales de uso tradicional del estado de Veracruz

### *Frutos*

Los frutos del guachipilín son unas legumbres al igual que todos los frutos de la gran familia de las Leguminosas. Son muy curiosos pues al madurar se secan, se "inflan" y adquieren una textura apergaminada y quebradiza. Al abrir los frutos nos llevamos la gran sorpresa inicial de no encontrar semillas, las cuales se encuentran ocultas en una especie de tabique central (Salazar, 2000).

### *Semillas*

Las semillas son unos "frijoles" pequeños, delgados y de color amarillento, en cantidades de 1 a 5 en cada legumbre. (Faridah y Van Der, 1997).

### **Distribución**

Es una especie originaria de la América tropical, desde México hasta Panamá (Gutiérrez Carvajal y Dorantes López, 2004).

En México es un árbol bastante común desde el Estado de México, Puebla, Veracruz, Oaxaca, Yucatán y Chiapas (Gutiérrez Carvajal y Dorantes López, 2004).

### **Hábitat**

Es común en valles y llanuras costeras, en climas secos y húmedos de zonas calientes. Soporta suelos bajos en fertilidad (Salazar, 2000).

### **Importancia ecológica**

Es una especie de gran importancia para la rehabilitación de suelos y como alternativa ecológica en el manejo de cuencas hidrográficas, al estabilizar los cauces fluviales y proteger los mantos acuíferos (Torres *et al.*, 2011).

### **Fenología**

El amarillo comienza a florecer a partir de 7-8 años. La floración se presenta principalmente en el mes de diciembre, pero pueden encontrarse árboles con flores hasta marzo. Los frutos se producen inmediatamente después de la floración (Montero, 1995).

Las flores aparecen en pequeños racimos a lo largo de las ramas y duran unos 15 días antes de caer al suelo, estas flores se conocen como "gallitos" y se caracterizan por ser más bien pequeñas, y por un cáliz verde y 5 pétalos amarillos, 4 de ellos cubiertos por un pétalo superior más grande y sobresaliente conocido como estandarte. El tipo de raíz del guachipilín es profunda y pivotante (Montero, 1995).

### **Usos múltiples**

Faridah & Van der (1997) mencionan que gracias a las altas concentraciones de nitrógeno en el follaje del guachipilín, los campesinos, cubren las bases de sus cultivos agrícolas con grandes cantidades de hojas frescas, que al descomponerse incorporan una considerable cantidad de nitrógeno

También argumentan que miles de ávidas abejas de todas las especies, como la arragre (*Trigona sp.*) (izq.) forman verdaderos enjambres sobre los guachipilines cuando están floreados.

Montero (1995), señala que otros de los usos múltiples de esta especie, son los siguientes:

- ✓ Su principal producto es la madera, que generalmente se usa en lugares donde se necesita alta resistencia a las condiciones climáticas adversas.
- ✓ También se usa para leña y carbón, siendo este de excelente calidad. La leña tiene muy buenas propiedades calóricas; tarda un poco en arder, pero luego produce un intenso calor (18810 kJ / kg).
- ✓ El duramen proporciona un colorante amarillo que se puede usar para teñir telas.
- ✓ La corteza se usa para remedios caseros.
- ✓ Las hojas constituyen un buen forraje, rico en proteínas (19-27 %) y compuestos nitrogenados, muy apetecido por el ganado.
- ✓ Las hojas constituyen un excelente material para hacer abono orgánico. Fijador de nitrógeno.

- ✓ Por su capacidad de rebrotar fácilmente, se usa en cercas vivas y cortinas rompevientos en Costa Rica.
- ✓ La forma de la copa permite que también se emplee como árbol de sombra en zonas ganaderas y cafetaleras en Costa Rica y en plantaciones de cacao en México.

### **Propagación**

Esta especie se propaga principalmente por semillas o estacas. Las semillas se siembran en camas de germinación con arena como sustrato, inmediatamente después de colectadas, ya que por ser carnosas y deshidratarse rápidamente, no permiten ser almacenadas por mucho tiempo. El trasplante se realiza a los 15 a 20 días después de haber germinado, ya sea a las bolsas o directamente a los bancales (Montero, 1995).

### **Asociación con otras especies**

Fideillo (*Cuscuta corymbosa* Ruiz & Pavon), cordoncillo rojo (*Piper amalago* L), pujtalowuan (*Clerodendrum philippinum* Schauer), ajillo (*Cydista aequinoctialis* L), acsintepuscat (*Solanum cervantesi* Lag), bajatripa (*Rivina humilis* L) e injerto (*Psittacanthus calyculatus* DC) (UNAM, 2014).

### **Potencial forrajero**

Los rumiantes solo consumen el follaje.

### **Sistema agroforestal**

Se establece principalmente en árboles dispersos en potreros, debido a que proporciona vainas y sombra al ganado. Es una especie que aporta altas concentraciones de nitrógeno en el follaje. Los campesinos de todos los países en donde este árbol ha sido introducido cubren las bases de sus cultivos agrícolas con grandes cantidades de hojas frescas, las cuales no solamente ofrece una excelente enmienda, sino que al descomponerse incorporan una considerable cantidad de nitrógeno, el cual es aprovechado por los cultivos (Sánchez *et al.*, 2016)

### **Condiciones ambientales óptimas de desarrollo**

Para que su desarrollo sea óptimo es necesario que cuente con las siguientes condiciones ambientales (Gutiérrez Carvajal y Dorantes López, 2004):

Altitud: 0 – 1,200 msnm.

Clima: cálidos subhúmedos, con lluvias en verano.

Temperatura media anual: 22 – 26 °C.

Precipitación anual: 1,000 a 3,500 mm anuales.

### **Requerimientos óptimos de desarrollo**

Se desarrolla mejor en elevaciones menores a 900 msnm. Prefiere los bosques húmedos; crece bien donde hay sombra y en las laderas de zonas bajas. No es muy exigente en cuanto a suelos y los soporta vahos en fertilidad (Montero, 1995).

### **Plagas y enfermedades**

Se tiene registro de que es atacado por especies insectiles barrenadoras del xilema como: *Placosternus crnicornis Chevrolat* y un vertebrado, el “garrobo” (*Ctenosaura similis*), que destruye plántulas y arbolitos (Montero, 1995).

### **Factores que afectan su crecimiento**

Elevaciones mayores a 1,200 msnm. Temperaturas bajas y el ataque de plagas y enfermedades.

### 5.5.6 Literatura citada

- Faridah, H. I., y Van der, M. L. (1997). Recursos Fitogenéticos de la cooperación Sur-Oriente. *EcuRed*. Obtenido de <https://www.ecured.cu/Guachipel%C3%ADn>
- Gutiérrez Carvajal, L., y Dorantes López, J. (2004). *Especies forestales de uso tradicional del estado de Veracruz*. Veracruz: CONAFOR-CONACYT.
- Montero, M. M. (1995). Guachipelín: *Diphysa americana* (Mill) M. Sousa. Turrialba, Costa Rica. Afiche. CATIE. . *Revista Forestal Centroamericana*.
- Rojas-Rodríguez, F., y Torres-Córdoba, G. (2018). Árboles del Valle Central de Costa Rica: reproducción guachipelín (*Diphysa americana* (Mill.) M. Sousa). *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 16(38), 69-71. [Doi.org/10.18845/rfmk.v16i38.3998](https://doi.org/10.18845/rfmk.v16i38.3998).
- Salazar, R. (2000). *Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina*. Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Sánchez, G. F.; Pérez, F. J.; Obrador, O. J.; Sol, S. A. y Ruiz, R. O. (2016). Árboles maderables en el sistema agroforestal de cacao en Cárdenas, Tabasco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1(14): 2711-2723
- Torres, C.; Carvajal, D.; Rojas, F. y Arguedas M. (2011). Reproducción de especies arbóreas y Arbustivas de la región central de Costa Rica (Germinar 2)". Disponible: <http://www.tec.ac.cr/sitios/Docencia/forestal/Germinar/germinar%202>.
- UNAM. (Universidad Autónoma de México). (2014). *Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana*. Obtenido de Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana: [http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Flor\\_de\\_gallito&id=7832](http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Flor_de_gallito&id=7832)

### 5.5.7 Roble (*Tabebuia rosea* (Bertol.))

*Tabebuia rosea*, es una especie arbórea perteneciente a la familia Bignoniaceae nativa de la región tropical mesoamericana, conocida comúnmente en el país como maculís, (Tabasco, Chiapas, Quintana Roo; palo de rosa (Tamaulipas, San Luis Potosí; norte de Puebla, norte de Veracruz); roble, roble blanco (Oaxaca, Guerrero, San Luis Potosí); amapa rosa (Nayarit); macuil (costa de Oaxaca); amapola (Sinaloa); rosa morada (Campeche, Quintana Roo); cul (lengua huasteca) San Luis Potosí); macuelis de bajo (zona lacandona de Chiapas); hok"ab, kok"ab (lengua maya, Yucatán); li-ma-ña (lengua chinanteca, Oaxaca); maculishuate, Chiapas); nocoque (San Luis Potosí); palo blanco, Chiapas); palo yugo, primavera (Sinaloa); roble prieto (norte de Oaxaca); roble de San Luis (San Luis Potosí); satanicua (Guerrero); tural, yaxté (tojolobal, Chiapas); cachahua, ícotl (sureste de San Luis Potosí) (CONAFOR, 2001).

#### Descripción morfológica

##### *Forma*

Árbol caducifolio de porte mediano a grande, hasta 28-37 m de altura, con 50-100 cm DAP; tronco cónico (CONABIO, 1999). Copa estratificada, convexa de color verde claro (Fig. 18), que puede ser cónica o irregular. En zonas urbanas no excede los 18 m de altura y los 60 cm de diámetro (Silva, 2007).



Figura 18. Forma de la copa

### *Hojas*

Presenta hojas compuestas, opuestas, sin estípulas; de 13 a 30 cm de longitud; folíolos 5, raramente 3, de 5 a 17 cm de longitud; con diminutas escamitas blanquecinas (Fig. 19) en la superficie inferior (CONABIO, 1999).



Figura 19. Características de las hojas.  
Foto. (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0>).

### *Tronco / Ramas*

Tronco derecho, a veces ligeramente acanalado, de corteza grisácea agrietada verticalmente (Fig. 20). En su fase inicial de crecimiento presenta ramificación dicotómica que augura un tronco mal formado. El árbol llega a formar un

excelente fuste sobre todo si hay sombra lateral de la misma especie. La ramificación que presenta la especie es simpódica (CONABIO, 1999).



Figura 20. Características del tronco.  
Foto. (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>)]

### *Corteza*

Externa fisurada y suberificada, de aspecto compacto, con las fisuras longitudinales más o menos superficiales que se entrelazan formando un retículo; de color café grisáceo oscuro a amarillento (Fig. 21) (Vester y Navarro, 2007). Interna de color claro a crema rosado, fibrosa, con sabor amargo a agridulce. Grosor total: 16 a 30 mm (CONABIO, 1999).



Figura 21. Características de la corteza.  
Foto. (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0>)

### *Flor(es)*

Flores de color rosado morado hasta casi blancas (Fig. 22), hasta 8 cm de longitud y hermafroditas, dispuestas en manojos cortos, normalmente en la punta de las ramitas; flores grandes, llamativas (Castillo, 2012).



Figura 22. Flores de la *Tabebuia rosea* (Bertol.).  
Foto. (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0>)

### *Fruto*

El fruto es una vaina linear dehiscente que contiene mucha semilla, verde oscuro cuando está maduro, alargado, puede tener hasta 35 cm de longitud; se abre por dos aberturas para dejar escapar las semillas aladas, de alas

delgadas, brillantes, blanquecinas, casi transparentes. Produce de 240-300 semillas por vaina (Castillo, 2012).

### *Semilla*

El promedio de semillas por kilogramo es de 40,000 a 45,000. El contenido de agua en las semillas frescas es de 12 a 13 %, presentan un comportamiento ortodoxo y el porcentaje de germinación varía de 75 a casi 100 %. Las semillas no requieren un tratamiento especial (Flores & Marín, 2004).

### **Distribución**

Esta especie se encuentra en la vertiente del Golfo desde el sur de Tamaulipas y el norte de Puebla y Veracruz hasta el norte de Chiapas y sur de Campeche; en la vertiente del Pacífico desde Nayarit hasta Chiapas. Se desarrolla en alturas que van de 0 a 850 (1,450) m (CONIF, 1998).

### **Hábitat**

Se desarrolla en sitios planos. Se presentan indiferentemente en suelos de origen calizo, ígneo o aluvial, pero en general con algunos problemas de drenaje. Especialmente en bosques pantanosos o inundables y en suelos conocidos como vertisol pélico y vertisol gleyco (CONIF, 1998).

### **Fenología**

Presenta hojas deciduas, la caída de las hojas es de marzo a junio (Pennington y Sarukhán, 1998); aunque en ambientes riparios se comporta como brevidecdua. Su floración se presenta de febrero a junio, la fructificación es de marzo a junio (Batis *et al.*, 1999). La dispersión es a través del viento de abril a mayo.

### **Relevancia biológica**

Especie secundaria que se encuentra preferentemente en comunidades secundarias, alcanzando su mayor desarrollo en Tabasco, Campeche y

Chiapas, abunda en la vegetación de tierra caliente y en los potreros (Pinto *et al.*, 2008).

### **Propagación**

En el vivero la planta se produce en almácigos formando hileras y realizando el trasplante en bolsas en donde las semillas germinan en ocho días. El tiempo de permanencia en el vivero es de cuatro a cinco meses. Es posible reproducir al árbol por estacas y acodos (CONIF, 1998).

### **Asociación con otras especies**

*T. rosea* se asociada con diversas especies como *Smilax* sp., *Hura* sp., *Lysiloma* sp., *Acacia* sp., *Bursera* sp., *Ceiba* sp., *Cedrela* sp., *Pithecellobium* sp., *Pinus* sp., *Liquidambar* sp., *Panicum maximum*, *Brosimum* sp., *Terminalia* sp., *Bunchosia* sp. (CONIF, 1998).

### **Ecología**

*T. rosea* se encuentra en selvas altas y medianas subperenifolias y subcadifolias, pero no parece tener preferencias por los suelos (Pennington y Sarukhán, 2005).

Es visitada por una amplia variedad de insectos (abejas, abejorros, mariposas), aves melíferas como colibríes, además de los murciélagos y diversas especies de loros (Garzón, 2008).

### **Potencial forrajero**

Los rumiantes sólo consumen el follaje (Pinto *et al.*, 2008).

### **Reforestación / Restauración**

Plantación Comercial / Productiva / Experimental. Es una especie que podría usarse con éxito en plantaciones comerciales (CONIF, 1998).

Reforestación / Restauración. Especie con potencial para reforestación productiva en zonas degradadas de selva (CONIF, 1998).

## **Sistema agroforestal**

El roble es un árbol empleado en sistemas silvopastoriles y como cultivo de sombra en plantaciones de café y cacao, también como árbol ornamental en parques, jardines y huertos familiares debido a la vistosidad de su follaje cuando florece (Pinto *et al.*, 2008).

En algunos otros lugares esta especie es destinada a proyectos apícolas y en arboricultura.

Frecuentemente es encontrada en el huerto familiar totonaca (Veracruz), en patios y potreros. Árbol asociado a sistemas agroforestales de la sabana, en Tabasco (cerca viva).

## **Características de la madera**

*Tabebuia rosea* es plantada por las siguientes características u objetivos: por la calidad de la madera, reforestación, ornamental por el color de la flor, como cerca viva en la ganadería, sombra para café y cacao en sistemas agroforestales, cortina rompevientos y retención de suelos para evitar erosión (Castillo, 2012).

Esta especie aporta estructura al suelo debido a que cuenta con un sistema radicular profundo, por lo que también es recomendada en zonas de riesgo por desplazamiento (Garzón, 2008).

## **Establecimiento de la plantación**

### *Preparación del terreno*

Es conveniente aflojar el terreno por medio del arado, rastrillado y/o subsolado, con la finalidad de permitir un adecuado crecimiento del sistema radical (CONIF, 1998).

### *Trazado y ahoyado*

El trazado se puede hacer en cuadro en terrenos planos con pendientes menores al 15 %; el hoyo debe ser amplio de 30 x 30 cm, si hay problemas por

pisoteo y compactación del suelo, el hoyo debe ser más amplio y profundo, también se recomienda realizar un repicado alrededor del hoyo (CONIF, 1998).

#### *Sistema de siembra*

Esta especie se puede plantar en asociaciones agroforestales, silvopastoriles o en plantaciones puras (CONIF, 1998), en dimensiones de 2 x 2 m y 3 x 3 m, evitando la competencia con otras plantas (CONAFOR, 2001).

#### *Tipo de plántula*

Se utilizan pseudoestacas que son un sistema similar a la estaca, pero compuesta por una parte de raíz y otra de tallo, sin hojas ni raíces secundarias (CONIF, 1998).

#### *Fertilización*

Requiere de buenas condiciones edáficas, al momento de la plantación se recomienda utilizar aplicaciones de correctivos y fertilizantes; se aplican 150 g de NPK y 500 g de calfos al fondo del hoyo, evitando el contacto de las raíces con el fertilizante (CONIF, 1998).

### **Usos**

Tiene uso artesanal pues se emplea en la elaboración de instrumentos musicales, así como combustible, leña y carbón, también se utiliza en la construcción rural para elaborar implementos de trabajo tales como mangos para herramientas. Su madera es de excelente calidad, por lo que se usa para fabricar muebles y gabinetes, postes, decoración de interiores, remos, chapa para madera terciada, triplay culatas para armas de fuego. Se reporta un uso medicinal contra la diarrea y la calentura. La infusión de las hojas se utiliza como febrífugo. La corteza cocida sirve para la diabetes, paludismo, tifoidea, parasitosis. Además, por su floración se considera melífera (Pinto *et al.*, 2008).

### 5.5.8 Literatura citada

- Batis, A. I., M.I. Alcocer, M. Gual, C. Sánchez y C. Vázquez-Yanes. (1999). Árboles y Arbustos Nativos Potencialmente Valiosos para la Restauración Ecológica y la Reforestación. Instituto de Ecología, UNAM. México, D.F
- Castillo, P. F. (2012). <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1244/1/T3325.pdf>. Recuperado el 15 de mayo de 2022, de <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1244/1/T3325.pdf>
- CONABIO. (1999). Recuperado el 17 de mayo de 2022, de [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/doctos/11-bigno7m.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/11-bigno7m.pdf)
- CONAFOR. (2001). Recuperado el 17 de mayo de 2022, de <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/1008Tabebuia%20rosea.pdf>
- CONIF. (1998). *Guía para plantaciones forestales comerciales Córdoba*. Recuperado el 18 de mayo de 2022, de [http://www.itto.int/files/user/pdf/publications/PD39%2095/pd%2039-95-5%20rev%201%20\(F\)%20s.pdf](http://www.itto.int/files/user/pdf/publications/PD39%2095/pd%2039-95-5%20rev%201%20(F)%20s.pdf)
- Flores, E. M., & Marín. (2004). *Tabebuia rosea (Bertol.) DC*. Recuperado el 20 de mayo de 2022, de [file:///C:/Users/Efrain-HP/Downloads/Tabebuia%20rosea%20-Bertol.-%20DC.%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Efrain-HP/Downloads/Tabebuia%20rosea%20-Bertol.-%20DC.%20(2).pdf)
- Pennington, T.D. y J. Sarukán. (1998). Árboles Tropicales de México. Segunda edición. UNAM - Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- Pennington, T. D., y Sarukhán, K. J. (2005). Árboles tropicales de México: manual para la identificación de las principales especies. México: Fondo de Cultura Económica / Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pinto, R. R.; Gómez, H.; Medina, F.; Guevara, F.; Hernández, A.; Martínez, B. y Hernández, D. (2008). Árboles forrajeros de Chiapas. Proyecto

Desarrollo Social Integrado y Sostenible, Chiapas, México. CATIE. Costa Rica. 101 pp

Garzón, B. V. (2008). *Árboles para Popayán especies que fortalecen la Estructura Ecológica Principal*. Recuperado el 16 de mayo de 2022, de [dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3396647.pdf](http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3396647.pdf)

Silva, J. A. (2007). *Manejo de las semillas y la propagación de diez especies forestales del bosque húmedo tropical*. Recuperado el 25 de mayo de 2022, de <http://nuevoportal.corantioquia.gov.co/Publicaciones/Publicaciones%20Institucionales/Bolet%C3%AD%C2%ADn%20T%C3%A9cnico%20Biodiversidad%20No%202.pdf>

Vester, H. F., & Navarro, A. (2007). *Fichas Ecológicas arboles maderables de Quintana Roo*. Recuperado el 22 de mayo de 2022, de [http://www.academia.edu/1861273/Fichas\\_Ecologicas\\_arboles\\_maderables\\_de\\_Quintana\\_Roo](http://www.academia.edu/1861273/Fichas_Ecologicas_arboles_maderables_de_Quintana_Roo)

### 5.5.9 Cuajilote (*Parmentiera aculeata* (Kunth) Seem.)

El cuajilote es un árbol perteneciente a la familia de las bignoniáceas, conocido comúnmente en el territorio mexicano como guajilote, cuachilote, cacao de mono. Es originario de México y el norte de América Central, característicamente es muy abundante en la región de la Huasteca Potosina donde se desarrolla en un ambiente propio de la selva baja caducifolia (Juárez-Martínez *et al.*, 2019).

#### Descripción morfológica

##### *Forma*

Árboles pequeños hasta 10 m de alto, nudos de las ramitas armados con una gruesa espina subyacente en cada hoja, son hermafroditas, perennifolio, o facultativamente caducifolio, de tronco recto y alargado, ramificado desde la base, fructifica la mayor parte del año, copa irregular que tiende a ser redonda y densa (Fig. 23) (Pronatura, s/f.; Niembro-Rocas *et al.*, 2010; Torres, 2018).



Figura 23. Forma del árbol cuajilote

### *Hojas*

Las hojas del cuajilote son digitadas compuestas o trifoliadas, opuestas, subopuestas o rara vez alternas (Torres, 2018), las cuales se desarrollan en grupos de 2 o 3, con una longitud de hasta 15 cm, con folíolos elípticos u ovalados, contando con una longitud que va de los 3.5 a 8 cm por 1.5 a 3 cm de ancho, el folíolo central es casi siempre de mayor tamaño, teniendo coloración verde pálido en el envés y verde oscuro en el haz de la hoja (Fig. 24), más brillantes en el haz que en el envés.



Figura 24 Hojas del cuajilote.  
Foto. HIPERnatural

De acuerdo con Pinto *et al.* (2006) la composición nutrimental de las hojas de cuajilote es la siguiente: porcentaje de proteína cruda 15.7, FND 67.61 % y FDA 39.06 %.

### *Flores*

Las flores de este árbol son zigomorfas y hermafroditas con forma tubular y de longitud de entre 4.5 y 6.5 cm, ya sean solitarias o en grupos, nacen tanto en las terminaciones de las ramas como en el tronco (Fig. 25), con grandes lóbulos en coloración crema verdoso mezclado con marcas de color púrpura, presentando 4 estambres de 4 cm de largo, con anteras pardas y filamentos

blancos, de ovario superior, el cual tiene estilo con estigma bilobado más largo que la corola (Niembro-Rocas *et al.*, 2010).



Figura 25. Flores del cuajilote  
Foto. HIPERnatural

#### *Fruto*

El fruto del cuajilote consiste en bayas de color verde, oblongas-lineares, de hasta 20 cm de largo por 5 cm de ancho, con superficie arrugada, ligeramente curvada, con surcos longitudinales (Fig. 26), con cascara firme, carnosas, pulpa fibrosa, succulenta y de sabor agridulce dentro de la cual van las semillas (Pinto *et al.* 2006).



Figura 26. Fruto del cuajilote

De acuerdo con Torres (2018), el valor nutrimental del fruto maduro en base húmeda muestra que el contenido de proteína cruda es de 0.32 a 0.48 %, grasa de 0.03 a 0.04%, FDN de 40 a 55 % y FDA de 25 a 32 %, y expresa que la riqueza del fruto está en los altos niveles de minerales y carbohidratos no estructurales que van de 0.3 a 0.7%.

#### *Corteza*

En el exterior es ligeramente fisurada, con las costillas escamosas, coloración pardo-amarillenta en los individuos maduros, dulce (Fig. 27). En el interior es ligeramente rosada a morena, fibrosa. El grosor total de la corteza es de 6 a 15 mm (Pinto *et al.* 2006).



Figura 27. Corteza del cuajilote

### *Semilla*

Las semillas de esta planta son de forma obovada, de color castaño oscuro, comprimidas dorsiventralmente, con longitud que va de 3 a 4 mm por 2.5 a 3 de ancho, con grosor de 0.8 a 1.0 mm, la cubierta es arrugada y coriácea, carecen de endospermo, tienen un embrión carnoso y masivo de la misma forma que la semilla, color blanco y recto, con cotiledones expandidos (Pinto *et al.* 2006).

### **Distribución**

Los árboles de cuajilote son originarios de América, específicamente de las regiones tropicales húmedas, distribuyéndose en Panamá, Costa Rica, Nicaragua, El Salvador, Honduras, Guatemala, Belice y México. En México se distribuyen en San Luis Potosí, Morelos, Puebla, Nayarit, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Querétaro, Veracruz y Tamaulipas, raramente se encuentra en el Estado de México, Colima, Sinaloa y Jalisco, encontrándose en llanuras, lomeríos y sierras (Niembro-Rocas *et al.*, 2010; Torres, 2018).

## **Hábitat**

El desarrollo de esta especie surge principalmente en las regiones tropicales húmedas de México, considerado como componente de la vegetación secundaria derivada de diversos tipos de selva perennifolia y caducifolia, bosque tropicales, bosque caducifolio, bosque de pino-encino, matorral xerofito y límites de manglar, prosperando de manera adecuada desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm, es más frecuente encontrarlo en terrenos de baja altitud, es común encontrarlo en caminos, potreros, cerca de las viviendas, en las fincas, parcelas agrícolas, cercos ganaderos. En el estado de Veracruz se encuentra en Zongolica, Zamora, Gutiérrez, Cazonas, Tempoal, Martínez de la Torre, Papantla, Poza Rica, Nautla, Emiliano Carranza, El viejón, La Mancha, entre otros, ubicándose principalmente en la inmediaciones de la poblaciones (Niembro-Rocas *et al.*, 2010; Torres, 2018).

El cuajilote prefiere suelos de origen sedimentario con pH de neutro a alcalino, adaptándose medianamente a suelos pobres, en cuanto al clima, prefiere lugares cálidos, es resistente a la sequía y a periodos cortos de inundación, pero vulnerable a incendios, aunque el banco de semillas no se ve afectado y por ello se permite la regeneración natural (Torres, 2018; Alvarado *et al.*, 2004, Ochoa-Gaona *et al.*, 2007).

## **Fenología**

El cuajilote florece y fructifica la mayor parte del año teniendo así, flor y fruto en diferentes estadios de desarrollo en el mismo árbol (Torres, 2018).

## **Propagación**

Es una especie de fácil propagación por semilla. En estado natural son las aves, herbívoros silvestres y el ganado los dispersores (zoocoria) (García *et al.*, 2015). Se sabe de personas que han establecido cercos vivos colocando las semillas directamente en el suelo; para el mismo propósito, otros plantan

ejemplares obtenidos de la vegetación natural o de viveros. En vivero se obtiene 80% de germinación con plantas en bolsas (Álvarez-Olivera, *et al.*, 2010). La reproducción vegetativa por medio de esquejes y estacas es algo difícil pero factible utilizando algún enraizador.

### **Asociación con otras especies**

El cuajilote se asocia a zonas riparias y pastizales, con especies como caoba arbórea (*Bursera simaruba* L.) (Torres, 2018).

### **Valor ecológico**

Su corteza corchosa y sus características arquitectónicas permiten hospedar plantas epífitas valiosas, como orquídeas, bromelias, y helechos. Además de servir como refugio de fauna silvestre. En la región huasteca y península de Yucatán es elemento importante de la entomoforestería rustica ancestral, por ser preferida de la abeja sin aguijón *Scaptotrigona mexicana*. Es útil en proyectos de ganadería regenerativa. Ochoa *et al.* (2011) la reporta como especie promisoría para la fitorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos totales del petróleo (HTP) en Tabasco, tanto individuos adultos como plántulas mostraron tolerancia en un potrero contaminado (Pinto *et al.*, 2006).

### **Forma de producción**

Se recomienda para sistemas abiertos como: agostaderos, enriquecimiento de pasturas degradadas, pastos mejorados con árboles dispersos en baja o mediana densidad, cercos vivos de uso múltiple, pastura en callejones y árboles de traspatio. Posiblemente bosques secundarios intervenidos, acahuales, roza-tumba-quema y bosques ribereños. No es la especie ideal para plantaciones densas con fines pecuarios, ya que en esas condiciones muestra escasa fructificación. En la mixteca oaxaqueña se cultiva en huertos familiares, plantando árboles pequeños que se traen de la vegetación natural (Ascencio-Rojas, 2008).

## Usos

El cuajilote es un árbol de usos múltiples pero el fruto es el principal producto de este árbol, el cual es utilizado como alimento humano, formando parte de la comida tradicional prehispánica en algunas zonas del país, se pueden preparar rellenos, en mermelada, hervidos, crudos y en té, de igual modo se utiliza en la alimentación del ganado por tener pulpa dulce, la cual es palatable para el ganado, por la misma razón es plantado en los potreros como árbol frutal y brinda sombra al ganado (Niembro-Rocas *et al.*, 2010; Torres, 2018).

Las flores, frutos, corteza y raíz son utilizadas en la medicina tradicional para curar asma, tos y cálculos renales por sus propiedades diuréticas. La resina es utilizada como purgante y la madera como leña y para la carpintería. En el aspecto ambiental, proporciona alimento y hábitat a la fauna silvestre, puede hospedar epífitas consideradas valiosas, tales como: orquídeas, helechos y bromelias, en algunas regiones de la huasteca y península de Yucatán, es importante en la entomoforestería para la abeja sin aguijón, se conoce como especie promisoría en fitorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos, por lo que se considera es apropiado incluirlo en programas de reforestación, implementación de sistemas silvopastoriles y restauración ecológica (Niembro-Rocas *et al.*, 2010; Pronatura, s/f; Torres, 2018).

El tronco y las ramas son utilizadas como leña, para la construcción de implementos agrícolas, bates de béisbol, muebles rústicos y juguetes (Torres, 2018).

### 5.5.10 Literatura citada

- Alvarado, E., Sandberg, D.V., de Carvalho, J.A.Jr., Gielow, R. & Santos, J.C. (2004). Landscape fragmentation and fire vulnerability in primary forest adjacent to recent land clearings in the Amazon arc of deforestation. *Floresta* 34, 169-174.
- Álvarez-Olivera, P.A.; Calzada-Almas, E. y Batista-Cruz, C. (2010). Etnobotánica y propagación de *Parmentiera edulis* D.C., árbol de uso múltiple en Cuba. *Revista Forestal Baracoa* 29(1):77-86.
- Ascencio-Rojas, L. (2008). Caracterización de especies leñosas en sistemas ganaderos, de los municipios de Tlapacoyan, Misantla y Martínez de la Torre, Veracruz, México. Tesis de magister scientiae. CATIE. 119 pp.
- García, M.J., López, J.E. y Ramírez, M.F. (2015). Informe final del proyecto "Dinámica de la regeneración natural de un bosque tropical como fundamento para el desarrollo de estrategias de restauración ecológica en la Reserva de Biosfera Maya". Universidad de San Carlos. Guatemala. 113p. <http://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/cultura/INF-2014-15.pdf> (consultado el 22 de mayo de 2022)
- Juárez-Martínez, Y.Y. ; Villanueva González , G.; Veana Hernández, F.; Aguilar Zárate, P. (2019). Estudio Exploratorio del contenido de nutrimentos de *Parmentiera Aculeata*. *Revista Teczapic*, Vol. 5 No. 2, pág. 25-28. En línea:  
<https://www.eumed.net/rev/teczapic/2019/01/parmentiera-aculeata-nutrimentos.html>  
<http://hdl.handle.net/20.500.11763/teczapic1901parmentiera-aculeata-nutrimentos>
- Niembro-Rocas, A. Vázquez-Torres, M. y Sánchez-Sánchez, O. (2010). Árboles de Veracruz, 100 especies para la reforestación estratégica. México.
- Ochoa, S.; Pérez, I.; Frías, J.A.; Jarquín, A. y Méndez, A. (2011). Estudio prospectivo de especies arbóreas promisorias para la fitorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos. Gobierno del Estado de Tabasco / SERNAPAM / ECOSUR / PEMEX. Tabasco, México. 145 pp.
- Ochoa-Gaona, S.; Hernández-Vázquez, F.; De Jong, B.H. y Gurri-García, F.D. (2007). Pérdida de diversidad florística ante un gradiente de intensificación del sistema agrícola de roza-tumba-quema: un estudio de caso en la selva Lacandona, Chiapas. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 81, 65-80.
- Pinto, R., Gómez, H., Hernández, A., Medina, F., Martínez, B., López, Y., Aguilar, R., Pezo, D., Hernández, D., Nahed, J., Carmona, J., Pérez, G. y Camona, I. (2006). Usos y características nutricionales de árboles forrajeros de tres regiones 95 Recursos arbóreos y arbustivos tropicales para una ganadería bovina sustentable ganaderas de Chiapas, México. UACH/CATIE/CP/ECOSUR/INIFAP. Tercera Reunión Nacional sobre

Sistemas Agro y Silvopastoriles en México. México, D.F. Universidad Autónoma Metropolitana. Pp. 7

Pronatura (s/f). Cuajilote (*Parmentiera aculeata*). Recuperado de [https://revivemx.org/Fototeca/Arboles/Parmentiera\\_aculeata/8\\_Fichas\\_de\\_venta/Cuajilote\\_v2.pdf](https://revivemx.org/Fototeca/Arboles/Parmentiera_aculeata/8_Fichas_de_venta/Cuajilote_v2.pdf)

Torres, R. J. A. (2018). *Parmentiera aculeata* (Kunth) Seem. En Palma, G. J. M. y González-Rebeles, C. I. (Comp.), *Recursos arbóreos y arbustivos tropicales para una ganadería bovina sustentable*. (pp. 87-93).

### 5.5.11 Cañamazo (*Lysiloma acapulcensis* (Kunth) Bent)

El árbol de cañamazo (*Lysiloma acapulcensis* (Kunth) Bent) (Figura 28) es una leguminosa fijadora de nitrógeno, además de ser nativa de México, ampliamente distribuida en el país, la cual forma parte de la selva baja caducifolia, este árbol puede alcanzar hasta 15 m de altura y 75 cm de diámetro (Vásquez *et al.*, 2015; CONAFOR, 2010).



Figura 28. *Lysiloma acapulcensis*

#### **Clasificación taxonómica**

La clasificación del cañamazo es la siguiente:

**Nombre común:** Cañamazo

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Magnoliopsida (Dicotiledoneas)

**Subclase:** Rosidae

**Orden:** Fabales

**Familia:** Fabaceae

**Género:** *Lysiloma*

**Especie:** *Lysiloma acapulcensis* (Kunth) Benth.

### **Nombres comunes**

En el territorio mexicano a también se le conoce por los siguientes nombres: Guaje de sabana (centro de Veracruz), huáyal (huasteco, en San LuisPotosí), tripal (Chiapas), machao (Sinaloa), guidicui (zoque, en Chiapas), ébano (Oaxaca) laa-guía, yaga-yaci, negrito (zapoteco, en Oaxaca) y tepehuaje, tepeguaje, laaguia (zapoteco, Oaxaca) (CONAFOR, 2010).

### **Descripción botánica**

El cañamazo es un árbol que generalmente mide 5 m de altura, pero puede alcanzar hasta 15 m, de tronco ligeramente torcido con diámetro de 75 cm, ramas horizontales y gruesas (CONAFOR, 2010).

### **Descripción morfológica**

La descripción morfológica del cañamazo es la siguiente:

#### *Hojas*

Las hojas miden tienen una longitud de 8 a 20 cm, formando una copa plana, redondeada y densa (Mondragón *et al.*, 2010; Pennington y Sarukhán, 1968).

#### *Flores*

Las flores se pueden encontrar solitarias o agrupadas, estas tienen una longitud de 2 a 8 cm (Cervantes, 2002).

#### *Fruto*

Los frutos del cañamazo son vainas alargadas, alcanzan una longitud de 12 a 22 cm y con ancho de 2 a 6 cm, son de color negruzco, normalmente se encuentran en racimos de 4 o más vainas, estas abren aun estando en el árbol y cuando están maduras son grandes y leñosas (Cervantes, 2002; Mondragón *et al.*, 2010).

### *Semilla*

Las semillas son ovaladas de color ocre y aplanado (ITESO [Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente], s/f).

### *Tronco*

Es muy sinuoso, con ramas gruesas dispuestas de manera horizontal, corteza de color gris muy oscuro casi negro, con fisuras a lo largo, divididas en escamas cortas y gruesas en forma rectangular (ITESO, s/f)

### **Fenología**

*Lysiloma acapulcensis* presenta hojas durante todo el año, forma yemas florales en marzo y abril, que es el periodo más intenso de pérdida de hojas, en el mes de abril presenta rápida transición de yemas florales a flor, el fruto se presenta en el mes de noviembre y la semilla se dispersa en el mes de abril, la fructificación disminuye con la presencia de temperaturas bajas (Camacho *et al.*, 2017).

### **Distribución natural**

Los árboles de cañamazo en México se distribuyen en la selva baja caducifolia y selva mediana caducifolia zonas bajas de Sinaloa, Yucatán, Campeche, Querétaro, Hidalgo, Veracruz, San Luis Potosí, Chiapas, Oaxaca, Michoacán, Guerrero, Colima, Nayarit y Jalisco (CONAFOR, 2010).

### **Hábitat y especies asociadas**

El árbol de cañamazo se desarrolla en altitudes que van de los 0 a los 1700 msnm, en suelos con profundidad media, buen drenaje, se caracteriza por distribuirse en zonas con poca precipitación y en las regiones cálido-húmedas del país (Penington y Sarukhán, 1968). Es decir, selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia, considerado elemento de la vegetación secundaria, asociándose con múltiples especies como: *Cochlospermum vitifolium*, *Guazuma ulmifolia*, *Spondias purpurea*, *Cecropia obtusifolia*, *Sabal rosei*, entre otras, de

igual forma este arbórea forma parte de las zonas de transición con encinares (Arriaga *et al.*, 1994).

### **Uso e importancia**

El cañamazo es considerado un árbol de usos múltiples, entres sus usos se encuentran: madera de aserrío, leña, follaje y vainas como alimento para el ganado y fauna silvestre, para combatir amibas (durante 2 o 3 días, comer las semillas de 2 o 3 vainas), contienen taninos en la corteza y estos se utilizan en la curtiduría de pieles (CONAFOR, 2010). Este árbol es capaz de reciclar nutrientes, mediante la descomposición de la hojarasca que produce a lo largo del año, ayudando también a la generación de materia orgánica, constituyendo una buena alternativa para la rehabilitación de suelos por ser una especie fijadora de nitrógeno (Ferrari y Wall, 2004). De igual modo este árbol de usos múltiples es utilizado para carbón, como poste para cercos, en la construcción, en artesanías principalmente en juguetes (Cervantes y Sotelo, 2002).

### **Aspectos generales del cultivo de cuajilote**

De acuerdo con CONAFOR (2010) para el establecimiento del árbol de cañamazo se recomienda tomar en cuenta los siguientes aspectos:

#### **Propagación**

##### *Sexual*

Para la colecta de semillas, se deben seleccionar árboles que sean dominantes y con buenos crecimientos en cuánto a altura y diámetro, fuste recto sin deformaciones, sin plagas y de copa compacta. El periodo en que se recolectan los frutos es de noviembre a diciembre (cuando el fruto aún no abre), utilizando el equipo apropiado para obtenerlo.

Para el beneficio de la semilla se ponen las vainas a secar al sol, se retiran las impurezas y semillas vanas. Esta semilla permanece viable durante 9 meses, se pueden almacenar en bolsas bajo sombra permanente.

Para la siembra, se recomienda realizarla en primavera y la semilla pasarla por tratamiento pregerminativo el cual consiste, en inmersión de la semilla en agua corriente por 48 horas y cambiar el agua dos veces al día.

Método de siembra: La semilla se coloca con separación entre ellas de 5 cm y 7 cm entre hileras, se tapan con una capa delgada de tierra para cubrir las semillas, se deben tener a media sombra, para posteriormente ser trasplantadas del almácigo a la bolsa, esto sucede cuando la planta alcanza de 4 a 5 cm de altura.

### *Asexual*

Las plantas ya trasplantadas se deben poner a media sombra, se riegan las plantas cada tercer día, en época de lluvias no es necesario, se deben realizar deshierbes, sobre todo en época de lluvias. Las plantas están listas después de 4 o 5 meses, al alcanzar 30 a 40 cm.

Preparación del terreno: se realiza rastreo previo a la plantación, para garantizar sobrevivencia y desarrollo de las plantas, se recomienda utilizar diseño marco real o tresbolillo, con espaciamiento entre plantas de 2 X 3 m, las cepas se recomiendan de 40 X 40 X 40 cm.

### **Época de plantación**

La época de plantación se recomienda al inicio del periodo de lluvias.

### **Mantenimiento**

Se recomienda realizar deshierbes durante los primeros años, construir brechas cortafuegos y en medida de lo posible aislar la plantación.

### 5.5.12 Literatura citada

- Arriaga, V. V., Cervantes y Vargas-Mena A. A. (1994). Manual de reforestación con especies nativas: Colecta y Preservación de Semillas, Propagación y Manejo de Plantas. SEDESOL / INE – Facultad de Ciencias UNAM. México, D.F. 219 p.
- Camacho, M. E., López, O. S., Olgúin, P. C., Suárez, I. A., Valdez, H. J. I. y Pineda, H. E. (2017). Fenología y arquitectura arbórea de *Calyptranthes schiedeana* O.Berg, *Lysiloma acapulcense* (Kunth) Benth y *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson en agroecosistemas de Veracruz. *Revista mexicana de ciencias forestales*. 8(40), 19-36.
- Cervantes, S. M. A. (2002). Tecnologías: llaves en mano. INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 31ª publicación. Campo Experimental “Zacatepec.
- Cervantes S. M. y Sotelo, B. E. (2002). Guías técnicas para la propagación sexual de 10 especies latifoliadas de selva baja caducifolia en el estado de Morelos. SAGARPA, INIFAP, CIRCE. Zacatepec, Morelos, México. 30 p.
- CONAFOR. (2010). *Lysiloma acapulcensis* (Kunth) Benth. Recuperado de: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/942Lysiloma%20acapulcensis.pdf>
- Ferrari, A. E. y Wall, L. G. (2004). Utilización de árboles fijadores de nitrógeno para la revegetación de suelos degradados. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*. 105(2), 63-87.
- ITESO (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente). (s/f). Tepehuaje. Universidad Jesuita de Guadalajara. Recuperado de: [https://iteso.mx/web/general/detalle?group\\_id=13153424](https://iteso.mx/web/general/detalle?group_id=13153424)
- Mondragón, N. V. S., Herrera, F. M. A. y Rutiaga, Q. J. G. (2010). Descripción anatómica y propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Lysiloma acapulcensis* (Kunth) Benth. (Leguminosae). *Ciencia Nicolaita*. (52), 165:178.
- Pennington, T. D., y Sarukhán, J. (1968). Árboles tropicales de México. United Nations/FAO. 413p
- Vásquez, J. C., Coello, C. M. M., Pliego, M. L., Zárata A. G. y Córdova, G. G. (2015). Potencial germinativo de *lysiloma acapulcense* (kunth) bent, una especie de la selva baja caducifolia de la mixteca oaxaqueña. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*. 2(2), 49-61.

### 5.5.13 Pasto guinea (*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs)

La especie *Megathyrsus maximus* (Figura 29) se caracteriza por tener gran potencial en la producción de biomasa, amplia adaptación, fácil establecimiento y rápida emergencia, además de ser tolerante a la sombra lo cual permite la asociación con árboles, arbustos y arvenses de hoja ancha, es tolerante a la sequía, aunque no por periodos largos (Álvarez *et al.*, 2016; Atencio-Solano *et al.*, 2018; UGRJ [Unión Ganadera Regional de Jalisco], 2022).



Figura 29. Pasto guinea (*Megathyrsus maximus*)

#### **Clasificación taxonómica**

La clasificación del zacate guinea es la siguiente:

**Nombre común:** Zacate guinea

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Liliopsida (Monocotiledoneas)

**Subclase:** Commelinidae

**Orden:** Poales

**Familia:** Poaceae

**Género:** Megathyrsus

**Especie:** *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs

### **Nombres comunes**

En el territorio mexicano a *Megathyrsus maximus* también se le conoce por los siguientes nombres: panizo de guinea, hoja fina, zacatón, pasto guineo, guineo, privilegio, colonial, pasto guinea y rabo de mula (Martínez, 1979).

### **Descripción botánica**

*Megathyrsus maximus* es una especie perenne, que forma matas densas reproduciéndose por medio de rizomas envolventes y cortos, y/o raíces cortas, de hojas alargadas y anchas, con tallos que presentan panículas abiertas y que alcanzan hasta 2.5 m de altura (Atencio-Solano *et al.*, 2018).

### **Descripción morfológica**

La descripción morfológica de *Megathyrsus maximus* es la siguiente (Belalcázar *et al.*, 1995):

Plantas cespitosas perennes que alcanzan hasta 3 m de altura y de diámetro del macollo hasta 1 m (Fig. 30).



Figura 30. Pasto guinea

### *Hojas*

Las hojas de *Megathyrsus maximus*, son anchas y largas, alcanzan una longitud de 25 a 80 cm, con ancho aproximando de 0.5 a 3.5 cm, no poseen aurículas, con lígula membranosa pilosa, son planas y erectas (Fig. 31).



Figura 31. Hojas del pasto guinea

### *Inflorescencia*

La inflorescencia es una panoja abierta de 12 a 40 cm de longitud (Fig. 32), con espigas bifloras (estéril y hermafrodita).



Figura 32. Inflorescencia y semilla

### *Semillas*

Las semillas de esta gramínea son sus espiguillas las cuales contienen la cariósida envuelta por la lema, las glumas (glabras de color púrpura) y la palea.

### *Raíces*

Las raíces de *Megathyrsus maximus* son largas, fibrosas y nudosas

### **Etapas fenológicas de la especie**

Las plantas de *Megathyrsus maximus* producen semillas todo el año, haciéndolo de forma abundante en zonas con clima cálido durante el periodo de estiaje, lo que dificulta la cosecha de semilla por presentar panículas con diferentes grados de desarrollo (Belalcázar *et al.*, 1995).

## **Distribución natural**

El pasto guinea (*Megathyrsus maximus*), es originario de África tropical y subtropical, ampliamente distribuido en Sudamérica y Centroamérica, distribuyéndose en casi todo el trópico (UGRJ, 2022; Castrejón *et al.*, 2017).

## **Hábitat y especies asociadas**

El pasto guinea se caracteriza por ser una forrajera de amplia adaptación desarrollándose en altitudes de hasta 1600 msnm, es tolerante a la sequía, requiere precipitaciones por arriba de los 1000 mm anuales, esta especie presenta abundante floración y formación de semilla, lo que facilita la cosecha de semilla (Atencio-Solano *et al.*, 2018).

Las especies arbóreas con las que se asocia *Megathyrsus maximus* son *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth, *L. leucocephala*, *Albizia lebbbeck* (L.) Benth, con las cuales pueden ser perfectamente utilizadas en sistemas silvopastoriles, la asociación de arbóreas permite que el animal en pastoreo tenga una ingesta de proteína bruta entre 20 y 35% (Milera *et al.*, 2014).

De acuerdo con Álvarez *et al.* (2016) el rendimiento de *Megathyrsus maximus* se ve beneficiado al asociarlo con herbáceas leguminosas tales como: *Centrosema pubescens* Benth. y *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth.

## **Aspectos generales del cultivo de zacate guinea**

### *Recomendaciones de manejo*

De acuerdo con Atencio-Solano *et al.* (2018) para el establecimiento del zacate guinea recomienda tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Preparación del suelo

La preparación del suelo al momento del establecimiento es uno de los pasos más importantes, ya que, de ello depende el éxito, mantenimiento y duración de la pastura, para ello se recomienda la utilización de labranza vertical con arado de cincel, la utilización de este depende del tipo de drenaje del potrero, si este presenta drenaje deficiente el arado se debe orientar hacia los canales de

drenaje, además de complementar con uno o dos pases de rastra liviana, el suelo debe estar a capacidad de campo, es decir, ni muy húmedo ni seco.

De igual modo se puede utilizar labranza cero, para ello el suelo no debe presentar problemas de compactación por acción del ganado, este tipo de labranza consiste en aplicar herbicida, en la dosis recomendada y posteriormente se realiza la siembra. Si lo que se busca es no utilizar químicos, la labranza se realiza con herramientas como la guadaña o se utilizan animales adultos para que consuman el material y posteriormente se establece la pastura.

### *Reproducción*

- Por semillas

Antes de proceder a la siembra de la semilla, se deben realizar pruebas de germinación, tomando de tres a cinco muestras por costal y se ponen a germinar, si la semilla presenta mínimo de 60 a 70 % de germinación se puede utilizar.

- Por material vegetativo

Este tipo de propagación se realiza por medio de macollos, los cuales deben proceder de plantas en buen estado de desarrollo y de lotes sanos y vigorosos, una vez obtenidos los macollos se deben individualizar y dejarle raíz a cada uno, cortarlos dejando la planta con 20 cm de altura y se debe proceder a la siembra en el menor tiempo posible.

### *Siembra*

- Por semilla (sexual)

Si la siembra se realiza con maquinaria se recomienda que la semilla se coloque en el suelo una vez terminadas las labores de labranza y si se realiza con labranza cero y sin químicos, la semilla debe colocarse hasta que el terreno este limpio, para ambos tipos de siembra, se debe tener especial cuidado en

que la semilla quede cubierta por una capa fina de suelo. Se deben utilizar de 5 a 6 kg de semilla por ha.

- Por material vegetativo (asexual)

Siembra se puede realizar de manera manual, cuidar que el suelo tenga buena humedad, se colocan los macollos a 0.5 m de distancia entre ellos.

#### *Época de siembra*

Se recomienda realizar la siembra durante el verano en los meses de junio y julio, una vez que el periodo de lluvias se ha establecido, para aprovechar el temporal, bajo condiciones de riego se puede realizar durante todo el año (UGRJ, 2022).

#### **Manejo, utilización e importancia**

El cultivar de *Megathyrsus maximus* puede ser utilizado a los 3 o 4 meses después de la siembra, ya sea de manera directa teniendo cuidado con las cargas y tiempos de pastoreo, de igual modo puede ser utilizado para suministro en fresco en el sistema corte y acarreo, o en la producción de forrajes conservados como ensilajes o henificados.

En el pastoreo directo se recomienda implementar rotación para que los periodos de ocupación no excedan los tres días, teniendo cuidado que la altura del material residual sea de 10 a 15 cm, lo cual permite que la recuperación de la pastura sea más rápida, y que, además esto permita dar descansos de 21 a 24 días, cuidando que el siguiente pastoreo sea antes del inicio de la floración. Se recomienda realizar un corte a la pastura para uniformizar su altura a 10 o 15 cm, esto antes de que inicie el periodo de lluvias, para permitir que los rebrotes emerjan parejos.

Para tener un sistema de producción sostenible, se recomienda no utilizar agroquímicos (insecticidas, herbicidas o fertilizantes), esto para permitir la regeneración de las especies vegetales nativas, así como como la proliferación de la biota del suelo.

## Valor alimenticio

De acuerdo con Castrejón *et al.* (2017) los indicadores bromatológicos en el periodo de secas para son los siguientes: materia seca (MS) 40.67 %, proteína bruta (PB) 7.45 %, Extracto etéreo (EE) 7.49 %, cenizas 9.94 % y digestibilidad in Vitro de la materia seca (DIVMS) 60 %.

De acuerdo con UGRJ (2022) se recomienda que el ganado consuma el pasto durante los primeros 25 días de crecimiento, que es cuando el contenido de proteína alcanza hasta el 14%, esto ocurre cuando la proporción de hojas es mayor que la de tallos, pasando este tiempo la planta tiende a lignificarse y su calidad nutrimental baja en hasta un 40% y el contenido de fibra aumenta teniendo hasta el 38% de fibra cruda en su composición.

### 5.5.14 Literatura citada

- Álvarez, G.R., Vivas, R.L, Suárez, G.R., Cabezas, R.R., Jacho, T.E., Llerena, T.J., Valverde, H.E., Moreira, Y.E., García, A.R., Chacón, E. y Verdecia, D.M. (2016). Componentes del rendimiento y composición química de *Megathyrsus maximus* en asociación con leguminosas. *REDVET (Rev. Electrón. Vet.)*. 17(12), 1-12.
- Atencio-Solano, L., Tapia-Coronado, J. J., Barragán-Hernández, W., Mojica-Rodríguez, J. E., Suárez, E. y Martínez, A. (2018). Cultivar de pasto guinea (*Megathyrsus maximus*): gramínea forrajera de alta producción de forraje, excelente calidad nutricional y abundante producción de semilla. Colombia: AGROSAVIA. Recuperado de: [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/34646/Ver\\_documento\\_34646.pdf?sequence=6&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/34646/Ver_documento_34646.pdf?sequence=6&isAllowed=y)
- Belalcázar, D. J., Durán, C. V. y Lemus, L. H. (1995). Especies forrajeras tropicales de interés para pasturas en suelos ácidos de Colombia. Manual de Capacitación en Tecnología de Producción de pastos 2. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Castrejón, P. F. A., Corona, G. L., Rosiles, M. R., Martínez, P. P., Lorenzana, M. A. V., Arzate, V. L. G., Olivos, A. P., Guzmán, S. S., García, P. A., Áviles, N. J. N., Valles de la M. B., Castillo, G. E., Jarillo, R. J., Durán, M. E., Flores, C. G., Paredes, R. S., Santiago, A. R., Martínez, R. R. D., Hernández, H. H., López, G. I., Ramírez, G. J, de J., Valle, C. J. L., Soto, C. R. y Carrillo, P. S. (2017). Características nutrimentales de gramíneas, leguminosas y algunas arbóreas forrajeras del trópico

mexicano: fracciones de proteína (A, B1, B2, B3 Y C), carbohidratos y digestibilidad in vitro. (1ra ed). UNAM.

Martínez, M. (1979). Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.

Milera, M.C., López, O. y Alonso, O. (2014). Principios generados a partir de la evolución del manejo en pastoreo para la producción de leche bovina en Cuba. Pastos y Forrajes 37(4): 382-391.

UGRJ (Unión Ganadera Regional de Jalisco). (2022). EL zacate Guinea. Recuperado de: [http://www.ugrj.org.mx/index2.php?option=com\\_content&do\\_pdf=1&id=199](http://www.ugrj.org.mx/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=199)

## 5.6 Discusión

La información recopilada en las monografías de las 6 especies arbóreas que se seleccionaron en el sistema silvopastoril de arboles dispersos en potreros con el objetivo de identificar si la sombra emitida por las copas influyen en el rendimiento y calidad nutrimental de la especie herbácea de mayor influencia en la unidad ganadera, se basó en datos como: descripción de las características botánicas y morfológicas, fenología, distribución, hábitat, valor ecológico, asociación con otras especies, potencial forrajero, potencial para sistemas agroforestales, entre otros.

Las especies arbóreas investigadas fueron: el guasimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.), el amarillo (*Diphysa americana* (Mill.) M.Sousa), el roble (*Tabebuia rosea* (Bertol) Bertero Ex A. DC), el cañamazo (*Lysiloma acapulcensis* (Kunth) Benth.), el cocouite (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.) y el cuajilote (*Parmentiera aculeata* (H. B. & K.) Seemann.).

Respecto a la especie herbácea que se investigó fue el pasto guinea (*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs).

De acuerdo con la información recabada se demuestra que las especies mencionadas anteriormente, presentan de una u otra forma beneficios a la unidad de producción ganadera, por ejemplo, las especies arbóreas *Diphysa americana* (Mill.), *Lysiloma acapulcensis* (Kunth) Benth., y la *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.) son especies leguminosas forrajeras, las cuales, de

acuerdo con Olivares-Pérez (2011), este tipo de especies contribuyen a la fijación biológica del nitrógeno atmosférico en el suelo, la descomposición de su material vegetal es rápida y además aportan proteínas a la dieta animal.

Respecto a la especie *Guazuma ulmifolia* Lam., Botero *et al.* (1995) menciona que se tiene evidencia que en pasturas asociadas con *P. maximum*, en diferentes densidades de árboles y área de cobertura de la sombra que proyecta la copa de los árboles, condicionando el área de sombra proyectada sobre la pastura, muestran aportes importantes de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio (Botero *et al.*, 1995).

Respecto a la especie *Tabebuia rosea* (Bertol) Bertero Ex A. DC, se observo en campo que los rumiantes únicamente consumen el follaje. Y sobre la especie *Parmentiera aculeata* (H. B. & K.) Seemann., en campo se pudo observar que bajo la copa de esta especie el pasto no suele desarrollarse, sin embargo, el ganado mostro preferencia sobre esta especie para consumir el fruto y para echarse.

## **5.7 Conclusiones**

Se puede concluir al termino de la recopilación de información que las especies arbóreas seleccionadas dentro de la unidad de producción ganadera cuentan con características que benefician al ganado y al productor, independientemente de si contribuyen o no en el rendimiento y calidad del pasto *M. maximum*.

## **5.8 Agradecimientos**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el financiamiento para el desarrollo del presente trabajo; a la Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible y a la familia Lara Bueno, por las facilidades otorgadas para la realización de la investigación.

## **5.5 Literatura citada**

Botero, J.; David, P. ; Y Saldarriaga, J. (1995). Efecto de Tres Densidades de Arboles en el Potencial Forrajero de Un Sistema Silvopastoril Situado en

Bosque seco Tropical. Tesis Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 105 p.

Olivares-Pérez, J., Avilés-Nova, F., Albarrán-Portillo, B., Rojas-Hernández, S., & Castelán-Ortega, O. A. (2011). Identificación, usos y medición de leguminosas arbóreas forrajeras en ranchos ganaderos del sur del Estado de México. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 14(2), 739-748. Recuperado en 30 de mayo de 2022, de <http://www.scielo.org.mx/scielo.php>