

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PINOTEPA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD PRODUCTIVA DE
CACAHUATE FORRAJERO (*Arachis pinto* CIAT
17434) Y PASTO BERMUDA (*Cynodon dactylon*
(L.) Pers.) SOLO Y ASOCIADO**

T E S I S

Que para obtener el título de:

MAESTRO EN PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA

PRESENTA: LAURO GASGA PÉREZ

DIRECTOR: Mtro. HERMINIO ANIANO AGUIRRE

CODIRECTOR: DR. ADELAIDO RAFAEL ROJAS GARCÍA

Diciembre, 2025





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Pinotepa
División de Estudios de Posgrado e Investigación

Santiago Pinotepa Nacional, Oax., 01/diciembre/2025

OFICIO No. DEPI- 013/2025

ASUNTO: Autorización de impresión de tesis

ING. LAURO GASGA PÉREZ
ESTUDIANTE DEL PROGRAMA DE
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA
PRESENTE

De acuerdo con las disposiciones para la Operación de Estudios de Posgrado e Investigación del Tecnológico Nacional de México, dependiente de la Secretaría de Educación Pública, y habiendo cumplido con todas las indicaciones que el Comité Tutorial le hizo respecto a su tesis para obtener el grado de Maestro en Producción Agroalimentaria, cuyo título es: Evaluación de la calidad productiva de cacahuete forrajero (*Arachis pintoi* CIAT 17434) y pasto bermuda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) solo y asociado. Los abajo firmantes del Comité Tutorial le concedemos la autorización para que proceda a la impresión de la misma.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®


MTRO. HERMINIO ANIANO AGUIRRE
DIRECTOR

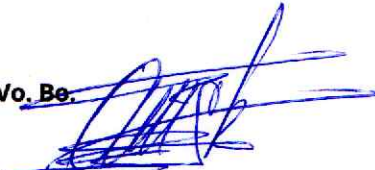

DR. ADELAIDO RAFAEL ROJAS GARCÍA
CODIRECTOR


DRA. MÓNICA LAURA PÉREZ NICOLÁS
ASESORA


MTRO. ARTURO DE LA ROSA GALINDO
ASESOR


MC. JESÚS HERNÁNDEZ SÁNCHEZ
ASESOR

Vo. Be.


MTRO. HERMINIO ANIANO AGUIRRE
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN

c.c.p. Expediente
HAA/MLPN



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Tecnológico, Sección Primera No. 1155, Col. La
soledad. Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca.
C.P.71602. Teléfonos: 95 45 43 53 05 y 95 45 43 52 87
E-mail: depi_pinotepa@tecnm.mx | www.tecnm.mx
| www.pinotepa.tecnm.mx



La presente tesis titulada: **Evaluación de la calidad productiva de cacahuate forrajero (*Arachis pintoi* CIAT 17434) y pasto bermuda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) solo y asociado**, realizada por el alumno: **Ing. Lauro Gasga Pérez**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito para obtener el grado de:

MAESTRO EN PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA

CONSEJO PARTICULAR

Director


Mtro. Herminio Aniano Aguirre

Codirector


Dr. Adelaido Rafael Rojas García

Asesor


Dra. Mónica Laura Pérez Nicolás

Asesor


Mtro. Arturo de la Rosa Galindo

Asesor


Mc. Jesús Hernández Sánchez

Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca, México, Diciembre de 2025

AGRADECIMIENTOS

Reconocimiento al cuerpo académico conformado por el Coodirector Dr. Adelaido Rafael Rojas García. Asesores: Dra. Mónica Laura Pérez Nicolás, MAE. Irma Antonio Méndez y Dr. Jesús Hernández Sánchez por su incondicional tiempo, paciencia y conducción de esta investigación. Así como a la Dra. María de los Ángeles Maldonado Peralta quien también realizó atinadas sugerencias en la escritura de esta tesis.

A mi alma mater, Instituto Tecnológico Agropecuario hoy Instituto Tecnológico de Pinotepa, y al director el maestro Arturo de la Rosa Galindo por su entusiasta y atinada relevancia en lograr la activación de este postgrado en la carrera de ingeniería en agronomía que puede hacer posible el sueño de aspirantes a seguir superándose en esta región costeña.

A los estudiantes de licenciatura en agronomía, generación 2022-2026 y 2023 - 2027 por su apoyo puntual en la recolección de datos, sin importar el tipo de clima, distancia al experimento y problemas presentados en la región, estuvieron incondicionalmente realizando dicha actividad.

Al Maestro Herminio Aniano Aguirre, por ser un ejemplo académico a seguir y por su humildad que lo caracteriza, un especial reconocimiento a su invaluable apoyo como Director de tesis en la licenciatura y hoy en posgrado, gracias por guiarme por el camino de la ciencia.

Gracias a todos por sus valiosas aportaciones

DEDICATORIA

Agradezco a Dios por poner en mi camino a personas que han estado en momentos felices y tropiezos en el transcurso de esta hermosa vida.

Especialmente a mi esposa Coral Guadalupe Peláez León. Por su apoyo, comprensión y tenacidad. A mis hijos Edgar Antonio, Lauro de Jesús y Abril Samaria, por su nobleza y buen corazón aportando apoyo moral y tiempo disponible para seguir preparándome, me siento orgulloso de su presencia en mi vida, base de inspiración y fortaleza, con amor para ustedes.

A mis hermanas que dentro de sus posibilidades apoyaron cubriendo las necesidades cuando más lo necesitaba y para ti hermano donde estés siento tu presencia, por siempre vivirás en mi corazón, hasta el cielo junto a mis padres, descansen en paz.

Los amo.

CONTENIDO

Contenido	Página
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN GENERAL.....	x
GENERAL ABSTRACT	xi
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL	1
1.1 OBJETIVOS	6
1.1.2 Objetivo general	6
1.1.3 Objetivos específicos	6
1.2 HIPÓTESIS	7
1.2.3 Hipótesis general	7
1.2.4 Hipótesis específicas.....	7
1.3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	8
CAPITULO II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	13
2.1 IMPORTANCIA DE LA ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN ANIMAL.....	13
2.2 LAS GRAMÍNEAS EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL	14
2.3 LAS LEGUMINOSAS EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL.....	16
2.4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
CAPITULO III. PRODUCCIÓN DEL PASTO BERMUDA CRUZA I (Cynodon dactylon (L.) Pers.) CON DIFERENTES ALTURAS Y EDAD DE CORTE EN ÉPOCA DE SECA Y LLUVIA	23
RESUMEN.....	23
ABSTRACT.....	24
3.1 INTRODUCCIÓN.....	25
3.2 MATERIALES Y MÉTODOS	27

3.2.1. Localización	27
3.2.3. Manejo de pradera y periodo de estudio	28
3.2.4. Tratamientos	28
3.2.5. Variables a evaluar	28
3.2.5.1. Rendimiento de materia seca y por componente	28
3.2.5.2. Relación hoja: tallo.....	29
3.2.5.3. Área foliar por tallo	29
3.2.5.4. Tasa de crecimiento.....	29
3.2.5.5. Composición morfológica	29
3.2.6. Análisis estadístico	29
3.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
3.3.1 Rendimiento total y por componente.....	30
3.3.2 Relación hoja:tallo.....	31
3.3.3 Área foliar por tallo.....	32
3.3.4 Tasa de crecimiento	32
3.3.5 Composición morfológica	33
3.4 CONCLUSIONES.....	35
3.5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35
CAPITULO IV..... PRODUCCIÓN DE PASTO BERMUDA CRUZA I (Cynodon	
dactylon (L.) Pers.) ASOCIADO CON CACAHUATE FORRAJERO (Arachis	
pintoí CIAT 17434.) COSECHADOS A DIFERENTES ALTURAS Y EDAD, EN	
ÉPOCA DE SECA Y LLUVIA	39
RESUMEN.....	39
ABSTRACT	40
4.1 INTRODUCCIÓN.....	42
4.2 MATERIALES Y MÉTODOS	44
4.2.1. Localización	44
4.2.2. Datos climáticos	44
4.2.3. Manejo de pradera y período de estudio	45
4.2.4. Tratamientos	46
4.2.5. Variables a evaluar	46

4.2.5.1. Rendimiento de materia seca y por componente	46
4.2.5.2. Relación hoja: tallo.....	46
4.2.5.3. Radiación interceptada	46
4.2.5.4. Composición morfológica	47
4.2.5.5. Área foliar por tallo.....	47
4.2.5.6. Tasa de crecimiento.....	47
4.2.6. Análisis estadístico	47
4.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4.3.1 Rendimiento total y por componente.....	48
4.3.2 Relación hoja:tallo.....	49
4.3.3 Radiación interceptada	50
4.3.4. Composición morfológica	53
4.3.5. Área foliar por tallo.....	57
4.3.6. Tasa de crecimiento	60
4.4 CONCLUSIONES.....	62
4.5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
CAPITULO V. PRODUCCIÓN DE CACAHUATE FORRAJERO (Arachis pintoi CIAT 17434.) CON DIFERENTES ALTURAS Y EDAD DE CORTE, EN ÉPOCA DE SECA Y LLUVIA.....	67
RESUMEN.....	67
ABSTRACT.....	68
5.1 INTRODUCCIÓN.....	69
5.2 MATERIALES Y MÉTODOS	71
5.2.1. Localización	71
5.2.2. Datos climáticos	71
5.2.3. Manejo de pradera y periodo de estudio	72
5.2.4. Tratamientos	72
5.2.5. Variables a evaluar	72
5.2.5.1. Rendimiento de materia seca y por componente	72
5.2.5.2. Relación hoja: tallo.....	72
5.2.5.3. Área foliar por tallo.....	73

5.2.5.4. Composición morfológica	73
5.2.5.5. Tasa de crecimiento.....	73
5.2.6. Análisis estadístico	73
5.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	73
5.3.1 Rendimiento total y por componente.....	73
5.3.2 Relación hoja:tallo.....	75
5.3.3 Índice de área foliar.....	75
5.3.4 Composición morfológica	79
5.3.5 Tasa de crecimiento	82
5.4 CONCLUSIONES.....	83
5.5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
	CAPITULO III. PRODUCCIÓN DEL PASTO BERMUDA CRUZA I (<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.) CON DIFERENTES ALTURAS Y EDAD DE CORTE EN ÉPOCA DE SECA Y LLUVIA.....	13
1	Tasas de crecimiento (kg MS ha ⁻¹ d ⁻¹) de pasto bermuda cruza 1 al variar la intensidad y días de corte en época seca y lluvia, en el trópico seco de Oaxaca, México.....	32
	CAPITULO IV. PRODUCCIÓN DE PASTO BERMUDA CRUZA I (<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.) ASOCIADO CON CACAHUATE FORRAJERO (<i>Arachis pintoï</i> CIAT 17434.) COSECHADOS A DIFERENTES ALTURAS Y EDAD, EN ÉPOCA DE SECA Y LLUVIA.....	39
2	Tasas de crecimiento (kg MS ha ⁻¹ d ⁻¹) del pasto bermuda cruza 1 asociado con Cacahuete forrajero al variar la intensidad y días de corte en época seca y lluvia, en el trópico seco de Oaxaca, México.....	61
	CAPITULO V. PRODUCCIÓN DE CACAHUATE FORRAJERO (<i>Arachis pintoï</i> CIAT 17434.) CON DIFERENTES ALTURAS Y EDAD DE CORTE, EN ÉPOCA DE SECA Y LLUVIA.....	67
3	Tasa de crecimiento (kg MS ha ⁻¹ d ⁻¹) del cacahuete forrajero variando la intensidad y días de corte en época seca y lluvia en	

el trópico seco de Oaxaca, 83
México.....

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
	CAPITULO III. PRODUCCIÓN DEL PASTO BERMUDA CRUZA I (<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.) CON DIFERENTES ALTURAS Y EDAD DE CORTE EN ÉPOCA DE SECA Y LLUVIA.....	
		23
1	Precipitación, temperatura máxima y mínima durante el periodo de estudio en el municipio de San Jose Estancia Grande, Oaxaca en el año 2024.....	27
2	Rendimiento de materia seca total, y por componente (kg MS ha ⁻¹), relación hoja:tallo y área foliar por tallo del pasto bermuda Cruza 1 variando intensidad y días de corte en época seca y lluvia en el trópico seco de Oaxaca, México.....	32
3	Composición morfológica (%) del pasto bermuda cruza 1 al variar la intensidad y días de corte en época seca y lluvia, en el trópico seco de Oaxaca, México.....	35
	CAPITULO IV. PRODUCCIÓN DE PASTO BERMUDA CRUZA I (<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.) ASOCIADO CON CACAHUATE FORRAJERO (<i>Arachis pintoi</i> CIAT 17434.) COSECHADOS A DIFERENTES ALTURAS Y EDAD, EN ÉPOCA DE SECA Y LLUVIA.....	
		39
4	Precipitación, temperatura máxima y mínima durante el periodo de estudio en el municipio de San Jose Estancia Grande,	

	Oaxaca en el año 2024.....	45
5	Rendimiento de materia seca total, y por componente (kg MS ha ⁻¹), relación hoja:tallo, radiación interceptada del pasto bermuda cruza 1 asociado con cacahuate forrajero al variar la intensidad y días de corte en época seca y lluvia, en el trópico seco de Oaxaca, México.....	51
6	Composición botánica (%) del pasto bermuda cruza 1 asociado con cacahuate forrajero al variar la intensidad y días de corte en época seca y lluvia, en el trópico seco de Oaxaca, México.....	55
7	Área foliar por tallo (cm ²) del pasto bermuda cruza 1 asociado con cacahuate forrajero al variar la intensidad y días de corte en época seca y lluvia, en el trópico seco de Oaxaca, México.....	58
	PRODUCCIÓN DE CACAHUATE FORRAJERO (<i>Arachis pintoi</i> CIAT 17434.) CON DIFERENTES ALTURAS Y EDAD DE CORTE, EN ÉPOCA DE SECA Y LLUVIA.....	67
8	Precipitación, temperatura máxima y mínima durante el periodo de estudio en el municipio de San Jose Estancia Grande, Oaxaca en el año 2024.....	71
9	Rendimiento de materia seca total, y por componente (kg MS ha ⁻¹), relación hoja:tallo, área foliar por tallo del cacahuate forrajero al variar la intensidad y días de corte en época seca y lluvia, en el trópico seco de Oaxaca, México.....	77
10	Composición morfológica (%) del cacahuate forrajero al variar la intensidad y días de corte en época seca y lluvia, en el trópico seco de Oaxaca, México.....	80

RESUMEN GENERAL

Las gramíneas solas y asociadas con leguminosas son de mayor importancia en la producción pecuaria ya que lo más importante es la calidad del forraje utilizado, donde, aparte de seleccionar una especie rica en calidad, también, se mejora con estrategias de manejo manipulando la mejor composición morfológica. El objetivo de la presente investigación fue evaluar la producción de pasto bermuda cruz 1 solo y asociado con cacahuate forrajero (*Arachis pinto* CIAT 17434), con diferentes alturas y edad de corte, en época seca y lluvia, en el trópico seco de México. Los tratamientos consistieron en diferentes días de corte: 14, 28, 42, 56, 70, 84 y 98 y a diferentes alturas de corte: 4, 7 y 10 cm realizando dos análisis de crecimiento una en época de seca y de lluvia. Las variables evaluadas fueron: rendimiento total y por componente, relación hoja:tallo, área foliar por tallo, radiación interceptada, composición morfológica y la tasa de crecimiento. En general, la tendencia fue similar en las tres investigaciones: pasto solo, leguminosa sola y ambas especies asociadas. En cacahuate forrajero el rendimiento total mayor se observa en la época de lluvia, donde el corte se realizó una altura de 4 cm, a los 70 días, con 1584 kg MS ha⁻¹ y; en época seca, el menor rendimiento total se encontró a una altura de corte de 10 cm, a los 14 días, con 339 kg MS ha⁻¹ ($p < 0.05$). En promedio, independientemente de los días de corte y alturas, la mayor relación hoja:tallo fueron a los 56 y 70 días de corte, en la época de lluvia, se obtuvo un promedio de 10 de relación hoja:tallo y menor en el día 98, con un promedio de 1.1 ($p < 0.05$) en cacahuate forrajero. En cacahuate forrajero, la mayor tasa de crecimiento se reportó a los 14 días de rebrote, en la época de lluvia, dejando una altura de corte de 4 a 7 cm, con un promedio de 29.5 kg MS ha⁻¹ d⁻¹; mientras que, la menor tasa de crecimiento se obtuvo en la época de lluvia a los 98 días de rebrote, con un promedio de 7 kg MS ha⁻¹ d⁻¹, independientemente de la altura de corte ($p < 0.05$). Se recomienda, en pasto bermuda cruz 1, solo o asociado con cacahuate forrajero realizar el corte de 4 a 7 cm de altura y de 56 a 70 días de rebrote, tanto en época seca y lluvia, respectivamente; ya que, ahí se observó mayor rendimiento y buen aporte de hoja, que es lo que se necesita para una mejor calidad de forraje.

Palabras clave: gramínea, leguminosa, asociados, rendimiento, crecimiento

GENERAL ABSTRACT

Grasses, both alone and in association with legumes, are of great importance in livestock production because the quality of the forage used is paramount. In addition to selecting a high-quality species, management strategies that optimize morphological composition are also crucial. The objective of this research was to evaluate the production of bermuda grass cross 1, both alone and in association with forage peanut (*Arachis pinto* CIAT 17434), at different cutting heights and ages, during the dry and rainy seasons in the dry tropics of Mexico. The treatments consisted of different cutting days: 14, 28, 42, 56, 70, 84, and 98, and different cutting heights: 4, 7, and 10 cm. Two growth analyses were performed, one during the dry season and one during the rainy season. The variables evaluated were: total yield and yield by component, leaf-to-stem ratio, leaf area per stem, intercepted radiation, morphological composition, and growth rate. In general, the trend was similar across the three studies: grass alone, legume alone, and both species in association. In forage peanut, the highest total yield was observed during the rainy season, when the cut was made at a height of 4 cm, at 70 days, yielding 1584 kg DM ha⁻¹; and during the dry season, the lowest total yield was found at a cut height of 10 cm, at 14 days, with 339 kg DM ha⁻¹ ($p < 0.05$). On average, regardless of the cutting days and heights, the highest leaf-to-stem ratio was observed at 56 and 70 days after cutting during the rainy season, with an average of 10, and the lowest at day 98, with an average of 1.1 ($p < 0.05$) in forage peanut. In forage peanut, the highest growth rate was reported 14 days after regrowth during the rainy season, with a cutting height of 4 to 7 cm, averaging 29.5 kg DM ha⁻¹ d⁻¹; while the lowest growth rate was obtained during the rainy season at 98 days after regrowth, averaging 7 kg DM ha⁻¹ d⁻¹, regardless of the cutting height ($p < 0.05$). It is recommended that, in Bermuda grass cross 1, alone or in association with forage peanut, the cutting height be 4 to 7 cm and 56 to 70 days after regrowth, both during the dry and rainy seasons, respectively; since this

resulted in higher yields and a good supply of leaves, which is necessary for better forage quality.

Key words: grass, legume, companion plants, yield, growth.

INTRODUCCIÓN GENERAL

Actualmente, la seguridad alimentaria de la sociedad depende de la producción de alimentos, pero la diversidad de los sistemas de producción es incontrolable (Urquía-Fernández, 2014); sin embargo, la contribución de la producción pecuaria es muy importante, ya que los alimentos de origen animal aportan proteína a la nutrición humana (Giraldo, 2008); esto, a la vez depende de los alimentos asignados a la nutrición animal. Aunado a lo anterior, en la producción animal, los insumos utilizados para la alimentación representan entre el 50 y el 80 % de los gastos, por ello es necesario identificar la materia prima disponible y económica (Anrique, 2014), que mejore la calidad del alimento asignado.

Los sistemas extensivos de producción ganadera se basan en el aprovechamiento de los recursos naturales, mediante el pastoreo y en el uso de subproductos de la agricultura (Bellido *et al.*, 2001). La dinámica de nutrientes balanceados mejora la sustentabilidad ambiental, lo que disminuye la contaminación (Spears *et al.*, 2003) y mejora la producción. La integración de leguminosas mejora la calidad del alimento y la fertilidad del suelo (Castro-Rincón *et al.*, 2018).

Las zonas tropicales presentan una época seca y otra de lluvia, en la época seca disminuye la producción de biomasa de forrajes y se utilizan los residuos de cosecha para la alimentación del ganado (tMannetje, 1997); por ello, en estas zonas para solventar las necesidades alimenticias se requiere de forrajes de corte o de producción anual (Tui *et al.*, 2015), otra alternativa es el establecimiento de parcelas con forrajes perennes solos o asociados con leguminosas. Estudios realizados en diferentes países indican que utilizan los residuos de cosecha de baja calidad para alimentar el ganado, en época de estiaje; por lo que el uso de leguminosas mezclado a estos residuos mejora la calidad nutrimental, siendo una excelente estrategia para disminuir la necesidad de alimento en esta época (Fujisaka *et al.*, 2005).

Una de las leguminosas con mayor utilización para la alimentación animal es la alfalfa (Rojas *et al.*, 2019), pero esta especie es de clima templado, por lo que para las regiones tropicales se han buscado alternativas, como guaje (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) y cacahuate forrajero, que contribuye a la alimentación directamente al incrementar la cantidad y calidad del forraje ingerido ya que las propiedades de rendimiento y nutricionales de las leguminosas tropicales no se conocen ampliamente (Rojas *et al.*, 2021).

Diversos estudios mencionan que la inclusión de leguminosas como: *Centrosema macrocarpum* Benth., *C. acutifolium* Benth., *C. brasilianum* (L.) Benth., *Desmodium ovalifolium* Guill. & Perr., *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. y *Medicago sativa* L. en la dieta de becerros y vacas lactantes, indicaron incrementos de 1 a 1.5 l de leche al día y de 200 a 300 g de ganancia de peso (Ullrich *et al.*, 1994; Vera *et al.*, 1996; Holmann y Lascano, 2004; Villanueva *et al.*, 2004); así como el uso de *Clitoria ternatea* mezclada con concentrado, comparado con concentrado solo, no mostró diferencias significativas en la producción de leche (Valerio *et al.*, 2006), pero sí en el análisis económico. Juma *et al.* (2006) evaluaron vacas Jersey lactantes alimentadas con rastrojo de maíz y suplementadas con forraje de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp., *Mucuna pruriens* (L.) DC. y *Clitoria ternatea* L., mencionan que la leguminosa aumentó entre el 15 y 20 % de producción de leche, comparadas con el testigo. Anzola (2005), menciona que el ensilado de maíz mezclado con heno de soya forrajera comparado con pasto king Grass (*Pennisetum purpureum* Schumach.), heno de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) Stapf y alimento balanceado comercial no presentaron diferencias significativas en los índices de productividad establecidos de 20 kg leche/día.

Sin dejar a un lado las gramíneas, que comprenden el 75 % de las especies forrajeras, de ellas se conocen aproximadamente 700 géneros, 40 son importantes, 25 para zona templada, 9 para tropicales y 6 de diferente origen (Ministerio De Agricultura Y Desarrollo Rural, 1992; Cardona *et al.*, 2012). Lo que

significa que existe una gran variedad de pastos que se han utilizado en la alimentación animal; considerando al pasto bermuda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) cruza 1 y bermuda tifton 85 en algunos países se introdujeron desde hace ya 40 años, considerados materiales de gran adaptación al trópico, con adecuados valores bromatológicos, potencial para la producción de leche y lo más importante con buen rendimiento (Anzola, 2005), además de tolerar suelos salinos (Ackerson y Youngner, 1975; Peñúñuri *et al.*, 1995). En el estado de Sonora el zacate bermuda ha sido evaluado para conocer el rendimiento y la calidad nutricional en distintas etapas de desarrollo (Lizarraga *et al.*, 1985); también existen estudios dónde se evaluó la ganancia de peso diaria en becerros de 230 y 250 kg de peso, indican que ésta puede variar desde 400 a 650 g, pero cuando se aplica algún suplemento puede aumentar hasta 750 g por animal (Lizarraga *et al.*, 1985; Lizarraga, 1989). Investigaciones realizadas por Utle *et al.* (1974) en zacate bermuda y pasto de la bahía (*Paspalum notatum* var. *saurae* Parodi) cosechados a 4 semanas después del corte de homogeneización, se encontró que presentan 35 y 22 % de materia seca, respectivamente; mientras que, a las 8 semanas presentaron 76 y 60 % de MS. En cuanto a la proteína cruda y digestibilidad de materia seca, en pasto bermuda cosechado a las 4, 8, 12, 16, 20 y 24 semanas, disminuyen considerablemente al aumentar la edad al corte (Jolliff *et al.*, 1974, Peñúñuri *et al.*, 1995). Moreno *et al.* (2020) evaluaron el rendimiento de materia seca en pasto bermuda, utilizando fertilización química contra estiércol porcino, mediante fertirriego, encontraron que la fertilización orgánica presentó un rendimiento de 2616.96 kg MS por ha por corte y en la fertilización química de 2044.73 kg, pero se mejoró la proteína cruda, fue mayor que en el forraje fertilizado con estiércol porcino.

Por otro lado, tenemos a las leguminosas, que en el mundo comprenden 11,000 especies, 600 son de origen tropical y las demás de lugares templados (Ministerio De Agricultura Y Desarrollo Rural, 1992; Cardona *et al.*, 2012). Todo germoplasma requiere de evaluaciones morfológicas y químicas con la finalidad de conocer su potencial productivo en cada región del mundo. El cacahuate forrajero (*Arachis*

pinto) presenta variabilidad en la adaptación, producción de materia seca, valor nutrimental, producción de semillas y resistencia a plagas y enfermedades (Carvalho y Quesenberry, 2012), de acuerdo al entorno donde se cultive; se desarrolla mejor en ambientes del trópico húmedo con precipitaciones de entre 2000 a 4000 mm (Pizarro y Rincón, 1994), ha sido evaluado en Brasil, Uruguay, Bolivia, Ecuador, Colombia, Perú y Venezuela (Andrade-Yucailla *et al.*, 2022; Aquino-Gómez, 2022). Estudios realizados en zonas con heladas determinaron que el cacahuate forrajero disminuye el desarrollo, pero no reduce drásticamente la población, recuperándose fácilmente; en cuanto al rendimiento de materia seca se encontró que, en época seca, a las 12 semanas de crecimiento produce hasta 2.7 Mg/ha y en lluvia hasta 2.8 Mg/ha. Argel y Valerio (1993), evaluaron las accesiones CIAT 17434, 18744 y 18748, a los 20 meses de crecimiento, encontraron 7, 12 y 7 Mg/ha de materia seca. Carvalho y Quesenberry (2012), mencionan que la proteína cruda en cacahuate forrajero es de 670 g/kg. Tiene excelente valor nutricional y palatabilidad (González-Reyes, 2022). Otros reportes indican que la proteína cruda oscila entre el 13 % y el 18 % en invierno y verano; los tallos tienen entre 9 y 10 % en ambas estaciones del año. La digestibilidad de las hojas presenta un promedio de 67 %. En cuanto al contenido de fósforo y calcio es de 0.18 y 1.77 %, respectivamente (Orozco-Ramírez, 2018). Miguez-Garófalo (2019), realizó estudios sobre el aporte nutricional del cacahuate forrajero en ovinos, reportando resultados de 92.42 % de materia seca (Uvidia-Cabadiana *et al.* 2024).

Zhang *et al.* (2021), señalan que, en los últimos años ha tenido gran importancia el cacahuate forrajero en sistemas frutícolas contribuye en la conservación de humedad, disminución en plagas (principalmente nemátodos), fijación de nitrógeno, incremento en biodiversidad edáfica, conservación y retención de suelo. Actualmente, el cacahuate forrajero es considerado uno de los principales cultivos con mayor fijación de nitrógeno y aporte de este elemento al suelo y su atributo es considerado de gran importancia para disminuir dosis de fertilización a cultivos

objetivo, contribuyendo a la sustentabilidad de sistemas agroproductivos y silvopastoriles (Carvalho *et al.*, 2019).

Por otra parte, debido a los costos elevados de alimentos concentrados, en la costa chica de Oaxaca y Guerrero es necesario promover la utilización de fuentes alimenticias que sean económicas y de elevado valor nutritivo, que ayuden a maximizar la producción animal (Rojas *et al.*, 2021) quienes evaluaron el comportamiento productivo del guaje (*Leucaena leucocephala*) a diferentes densidades de plantas y edades de rebrotes en el trópico seco; sin embargo, la información científica de leguminosas aún sigue siendo poca.

1.1 OBJETIVOS

1.1.2 Objetivo general

Evaluar la respuesta productiva y la composición morfológica del cacahuate forrajero (*Arachis pinto*i Krapov. & W. C. Greg.) y del pasto bermuda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) en praderas, solos y asociados, en un análisis de crecimiento de 98 días en época de seca y lluvia en el Instituto Tecnológico de Pinotepa, campus San José Estancia Grande, Oaxaca, México.

1.1.3 Objetivos específicos

- Evaluar la composición morfológica del cacahuate forrajero y pasto bermuda, sembrado en praderas.
- Determinar el rendimiento de materia seca total y por componente hoja, tallo y senescencia del forraje producido en praderas con cacahuate forrajero y pasto bermuda cruza 1, cultivados solos y asociados.

1.2 HIPÓTESIS

1.2.3 Hipótesis general

El uso del cacahuate forrajero tiene efecto positivo en el rendimiento del pasto bermuda; alcanzando una mejor respuesta tanto en la composición morfológica y con 4 cm de altura de corte a los 56 días de crecimiento.

1.2.4 Hipótesis específicas

La composición morfológica del cacahuate forrajero y del pasto bermuda, sembrado en praderas en el Instituto Tecnológico de Pinotepa, presenta mejor respuesta al cultivarse asociado.

El rendimiento de materia seca total y por componente en el forraje de cacahuate forrajero y pasto bermuda es mejor cuando se asocia 50 y 50 %.

El cacahuate forrajero presenta mejor composición morfológica que el pasto bermuda; sin embargo, al asociarse se mejora la calidad de la gramínea.

1.3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ackerson RC and VB Youngner (1975). Responses of Bermuda grass to salinity, Agr. Jour. 67: 678-681.
- Andrade-Yucailla V, N Acosta Lozano, J Vargas Burgos, R Lima Orozco, S Andrade Yucailla V and D Chávez García (2022). *Arachis pinto*i fodder, as feed for growing and fattening pigs (UPSE Publishing House). La Libertad. Retrieved from <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/10671>
- Anzola DJC (2005). Experiencias en el uso de forrajes de calidad en un sistema intensivo de producción lechera. XI Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de producción animal. pp. 1-5.
- Anrique GR (2014). Composición de alimentos para el ganado bovino. Cuarta edición. ISBN N° 978-956-8765-04-0. pp 1- 96. <https://www.consorciolechero.cl/wp-content/uploads/2021/04/composicion-de-alimentos-para-ganado-bovino.pdf>
- Peñúñuri MFJ, G Manzo Y y R Gómez A (1995) Evaluación nutricional de zacate bermuda (*Connotan doctylon*) "Tierra verde". Memoria técnica N. 9. Patronato del centro de investigaciones pecuarias del estado de Sonora. <https://www.patrocipes.org.mx/investigaciones/forrajes/f95003/>
- Aquino-Gomez FX (2022). Documentary analysis of the use and productive behavior of the forage peanut (*Arachis pinto*i). Freedom. Retrieved from <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/7541/1/UPSE-TIA-2022-0005.pdf>
- Argel PJ and A Valerio A (1993). Effect of crop age on seed yield of *Arachis pinto*i at two sites in Costa Rica, Central America. In: Proc. Int. Grassl. Congr., 17th. Palmerston North. New Zealand. 8-21 Feb. New Zealand Grassland Association. pp. 1696-1698.
- Bellido MM, SM Escribano, DFJ Mesías, de LA Rodríguez y GF Pulido (2001) Sistemas extensivos de producción animal. Archivos de Zootecnia 50(192), 465-489. <https://www.redalyc.org/pdf/495/49519203.pdf>

- Cardona ME, AL Rios y DJ Peña (2012). Disponibilidad de Variedades de Pastos y Forrajes como Potenciales Materiales Lignocelulósicos para la Producción de Bioetanol en Colombia. *Información Tecnológica*, 23(6), 87-96. <https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v23n6/art10.pdf>
- Carvalho LR, LET Pereira, M Hungría, PBD Camargo y SC Da Silva (2019). Nodulación y fijación biológica de nitrógeno (FBN) en maní forrajero (*Arachis pintoï*) cv. Belmonte sometido a regímenes de pastoreo. *Agricultura, ecosistemas y medio ambiente*, 278:96-106.
- Carvalho MA y KH Quesenberry (2012). Agronomic evaluation of *Arachis pintoï* (Krap. and Greg.) germplasm in Florida. *Archivos de Zootecnia* 61(233),19-29. <https://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922012000100003>
- Castro-Rincon E, JE Mojica-Rodríguez, JE Carulla-Fornaguera y CE Lascano-Aguilar (2018). Abonos verdes de leguminosas: integración en sistemas agrícolas y ganaderos del trópico. *Agronomía Mesoamericana*. 29(3), 711-728. <https://www.redalyc.org/journal/437/43756297016/43756297016.pdf>
- Fujisaka S, F Holmann, M Peters, A Schmidt, D White, C Burgos, M Mena, MI Posas, H Cruz, y C Davis (2005). Estrategias para minimizar la escasez de forrajes en zonas con sequías prolongadas en Honduras y Nicaragua. *Introducción. Pasturas Trop.* 27(2), 73-92.
- Giraldo OF (2008). Seguridad alimentaria y producción pecuaria campesina: el caso de la localidad rural de Sumapaz. *Revista Luna Azul*. 27: 49-59. <https://www.redalyc.org/pdf/3217/321727229004.pdf>
- González-Reyes M (2022). Evaluation of the attachment of *Arachis pintoï* with the use of different organic substrates in the manglaralto support center - UPSE. Universidad Peninsula de Santa Elena, La Libertad. Retrieved from <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8798/1/UPSE-TIA-2022-0078.pdf>
- Holmann F, and C Lascano (2004). The need for forage technologies in the Alto Mayo Region of the Peruvian Amazon. In: F Holmann and C Lascano, editores, feeding systems with forage legumes to intensify dairy production in Latin America and the Caribbean feeding systems with forage legumes to intensify dairy production in Latin America. ILRI, Nairobi, KEN. p. 108-113.

- Jolliff GD, A Garza and JN Hertel (1979). Seasonal forage nutritive value variation of coastal and coastal cross-I bermuda-grass. *Agric. Jour.* 71: 91-94.
- Juma HK, SA Abdulrazak, RW Muinga, and MK Ambula (2006). Evaluation of *Clitoria*, *Gliricidia* and *Mucuna* as nitrogen supplements to Napier grass basal diet in relation to the performance of lactating Jersey cows. *Livest. Sci.* 103:23-29. doi:10.1016/j.livsci.2005.12.006
- Lizárraga del CG (1989). Manejo integral de praderas irrigadas para producción de carne. *Meorias de los Festejos Conmemorativos del 20 Aniversario del CIPES.* p. 147-151.
- Lizárraga del CG, MFJ Peñúñuri, CR Cabanillas y PJ Navarro (1985). Evaluación del pastoreo en praderas continuas de ryegrass sembrado sobre diferentes forrajeras de verano. *Avances de Investigación Pecuaria en el Edo de Son.* 83-84 PATROCIPES-CIPES. Pp 61-65.
- Miguez-Garófalo J (2019). Apparent digestibility of forage peanut (*Arachis pintoï*), king green grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*), purple king grass (*Pennisetum purpureum*) and marandu (*Brachiaria brizantha*), in sheep (black belly) in the fattening stage. Universidad Estatal Amazónica, Puyo. Retrieved from <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/368/1/T.AGROP.B.UEA.1115.17>.
- Ministerio De Agricultura Y Desarrollo Rural, La Ganadería en Colombia Pastos y forrajes bovinos: (1992). <http://www.cyemh.org/ganaderiaencolombia.htm>.
- Moreno M, Y Peña, MY Mestre, R Álvarez y Araujo-Febres (2020). Rendimiento y calidad del pasto bermuda gigante (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) con aplicación de purines de porcinos por fertiirrigación. *Revista De La Facultad De Agronomía De La Universidad Del Zulia*, 37(1), 153-158. Retrieved from <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/33039>.
- Orozco-Ramírez C (2018). Growth and yield of forage peanut (*Arachis pintoï*) using organic fertilizers in the Ecuadorian amazon. Universidad Estatal Amazónica, Pastaza. Retrieved from <https://repositorio.uea.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/354/IMPR-IMIR20PROYECTO1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Pizarro E A and AC Rincón (1994). Regional experience with forage *Arachis* in South America. In: P.C. Kerridge and B. Hardy (ed.). Biology and agronomy of forage *Arachis*. CIAT. Cali. Colombia. pp. 144-157.
- Rojas-García AR, M de los Á Maldonado-Peralta, FJ Hernández-Guzmán, A Cruz-Hernández, AJ Chay-Canul y J Ventura-Ríos (2021). Potencial forrajero de guaje (*Leucaena leucocephala*) a diferentes densidades de plantas y edades de rebrote. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios, 8(II).
- Rojas-García AR, N Torres-Salado, S Joaquín-Cancino, A Hernández-Garay, MA Maldonado-Peralta y P Sánchez-Santillán (2019). Componentes del rendimiento en variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.). Agrociencia, 51 (7), 697-708.
- Spears RA, RA Kohn and AJ Young (2003). Whole-farm Nitrogen Balance on Western Dairy Farms. *J. Dairy Sci.* 86(12), 4178-4186. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=1883552&pid=S1667-782X200800030000300074&lng=es
- tMannetje L (1997). Harry Stobbs memorial lecture, 1994 - Potential and prospects of legume-based pastures in the tropics. *Trop. Grassl.* 31:81-94.
- Tui SH, D Valbuena, P Masikati, K Descheemaeker, J Nyamangara, L Claessens, O Erenstein, A van-Rooyen and D Nkomboni (2015). Economic trade-offs of biomass use in crop-livestock systems: Exploring more sustainable options in semi-arid Zimbabwe. *Agric. Syst.* 134:48-60. doi:10.1016/j.agsy.2014.06.009
- Ullrich C, R Vera y J Weniger (1994). Producción de leche con vacas de doble propósito en pasturas solas y asociadas con leguminosas. *Pasturas Trop.* 16(3), 27-30.
- Urquía-Fernández N (2014). LA seguridad alimentaria en México. *Salud Pública de México* 56 (1) 592-598. <https://www.scielo.org.mx/pdf/spm/v56s1/v56s1a14.pdf>
- Utle PR, D Hollis, WG Monson, WH Marchant and WC McCormick (1974). Coastcross-I bermuda grass, coastal-bermuda grass and pensacola bahiagrass as summer pasture for steers. *Jour. Of An. Scie.* 38(3), 490-495.

- Uvidia-Cabadiana HA, A Tasambay-Salazar, J Uvidia-Armijo y K Carrera-Sánchez K (2024). Analysis of the nutritional contribution of *Arachis pinto* (Forage Paenuts) under the conditions of the Ecuadorian Amazon. REDVET-Revista electronica de Veterinaria. 25(1), 2061-2068. <https://veterinaria.org/index.php/REDVET/article/view/893/738>
- Valerio D, Y Soto, F Matos y J Falcón (2006). Estudio técnico-económico de dos leguminosas forrajeras tropicales en la alimentación del vacuno lechero en la región no de la República Dominicana. Arch Zootec. 55:263-272. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2279786.pdf> (consultado 4 may. 2024).
- Vera R, O García y RB Botero (1996). Producción de leche y reproducción en sistemas de doble propósito: algunas implicaciones para el enfoque experimental. Pasturas Trop. 18(3), 25-32.
- Villanueva JF, JA Bonilla, JV Rubio, JdJ Bustamante (2004). Agrotecnia y utilización de *Clitoria ternatea* en sistemas de producción de carne y leche. Téc. Pecu. Méx. 42:79-96.
- Zhang XL, LL Zhu, DL Song and FZ Li (2021). Characterization of the complete chloroplast genome of *Arachis pinto* Krapov. & W.C. Greg., a perennial leguminous forage. Mitochondrial DNA. Part B, Resources, 6(12), 3452–3453. <https://doi.org/10.1080/23802359.2021.1981786>

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 IMPORTANCIA DE LA ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN ANIMAL

Las condiciones de la producción pecuaria han evolucionado con el tiempo, la nutrición animal se enfoca en la alimentación y nutrición, en el bienestar animal y en la calidad y características de los productos, busca satisfacer las necesidades alimenticias de los animales, beneficiar la salud humana y la conservación del ambiente (Palencia, 2002; García *et al.*, 2011; Castillo, 2016). Los alimentos para animales provienen principalmente de las plantas, existen forrajes verdes, deshidratados, ensilados o concentrados de follaje y granos de maíz, sorgo, soya y otras especies anuales, arbustivas y arbóreas con calidad proteíca que complementan los nutrimentos necesarios para las dietas (Depetris, 2014).

Con el tiempo, las condiciones de la producción pecuaria han evolucionado; la nutrición animal hoy en día se está enfocando en ir más allá de satisfacer las necesidades alimenticias de los animales (Castillo, 2016; Palencia, 2002); sin embargo, la alimentación y nutrición tiene efecto en la producción, el bienestar animal y en la calidad y características de los productos, lo que beneficia a la salud humana y en la conservación del medio ambiente (García *et al.*, 2011). Los alimentos para animales provienen primordialmente de las plantas; existen forrajes verdes, deshidratados, ensilados o concentrados a base de follaje y granos de maíz, sorgo, soya y otras especies anuales, arbustivas y arbóreas con calidad proteíca, que pueden complementar a los nutrimentos necesarios para las dietas (Depetris, 2014).

En la producción de rumiantes, ganado para leche y carne, la principal fuente de alimentación son los forrajes, pero estos presentan variaciones en la producción, en cantidad y calidad, según el manejo agronómico y las condiciones ambientales en las que desarrolla (Rivera y Alba, 2017). En las regiones tropicales de México la explotación ganadera depende principalmente del pastoreo extensivo, lo que

exige establecer praderas con forrajes de gramíneas y leguminosas que permitan alimentar y nutrir adecuadamente al ganado (Aguirre *et al.*, 2025); sin embargo, las condiciones edafoclimáticas de la zona y el manejo agronómico que reciben los potreros inciden en la longevidad de las especies cultivadas; de tal manera que, lo anterior incide en la calidad y rendimiento de la materia seca (Rojas-García *et al.*, 2018).

Por otro lado, realizar análisis de la composición nutricional de los forrajes usados en la dietas de bovinos es necesario en los diferentes sistemas ganaderos para la toma de decisiones (Landau *et al.*, 2006); ya que, en los forrajes tropicales existe deficiencia de carbohidratos, disminuyendo aún más durante el período de estiaje, nutriente importante para el desarrollo (Govea-Luciano *et al.*, 2021), otro nutrimento de suma importancia es la proteína, siendo un problema que limita la productividad ganadera (Torres *et al.*, 2020) y pudiéndose satisfacer con el implemento de leguminosas.

2.2 LAS GRAMÍNEAS EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

En cada zona existen forrajes nativos que son utilizados como fuente principal de alimentación de los rumiantes, éstos forrajes tienen la característica de estar adaptados a las condiciones climáticas (Piñeiro-Vázquez *et al.*, 2017). Los forrajes nativos en muchos casos son de baja calidad, por esta razón se han introducido especies de gramíneas para obtener mayor eficiencia productiva, rendimiento de biomasa, mejor calidad de elementos minerales y proteína (Solorio *et al.*, 2017); sin embargo, el uso de forrajes nativos o introducidos buscan responder a la demanda de la ganadería de cada región (Amendola *et al.*, 2005).

El INIFAP ha buscado especies de gramíneas forrajeras con calidad nutritiva, que se adapten a las diversas condiciones ambientales de acuerdo a las estaciones del año, para ello evaluó especies de *Panicum*, actualmente *Megathyrsus* y *Brachiaria*, actualmente *Urochloa*; se liberaron variedades como: *Megathyrsus*

maximus var. mombasa, *Megathyrsus maximus* var. tanzania; *Urochloa brizantha* var. insurgente, *Urochloa decumbens* var. señal o Chontalpo, *Urochloa humidicola* var. chetumal, o híbridos como: *Urochloa brizantha* x *U. ruziziensis* híbrido mulato, que sobresalieron y se adaptaron a diferentes condiciones ambientales (Martínez-Hernández *et al.*, 2019).

Cabe mencionar que, la producción de biomasa depende del tiempo de evaluación y de descanso de las praderas; así como de las condiciones edafoclimáticas de cada zona; en general, la producción de materia seca de las gramíneas presenta un comportamiento de crecimiento ascendente al avanzar los días después del corte (Vega, 2014). Estudios realizados en pasto diamante se encontró que a los 56 días después del corte presentó un rendimiento de 7027.7 kg (Núñez-Arroyo *et al.*, 2022); mientras que, Jumbo y Rodríguez (2020), evaluaron el rendimiento a los 20 y 30 días de rebrote y obtuvieron 1830 y 3410 kg de MS/ha⁻¹. Diferentes especies del género *Urochloa* presentan en promedio 1545 kg MS/ha⁻¹ por corte y cuando es sometido a diferentes frecuencias e intensidades de defoliación y cosechado a los 42 días, presenta 2,60 kg MS/ha⁻¹, en promedio, respectivamente (Rincón *et al.*, 2008).

Rojas-García *et al.* (2024), evaluaron pasto mulato II, resultaron mayores tasas de crecimiento durante la época de lluvia, con 36.73 kg MS/ha⁻¹ día⁻¹, a los 49 días de rebrote. Estudios en pasto bermuda gigante (*Cynodon dactylon*) producido con fertilizante químico y orgánico, mostraron un rendimiento promedio de 2044.73 y 2616.96 kg MS/ha⁻¹ por corte (Moreno *et al.*, 2020). El pasto bermuda es resistente a la salinidad, con rendimientos de MS de 2059 g m² día⁻¹ (Alonso y Kaffka, 2026).

La calidad química de los forrajes depende de las características del mismo, en relación con el contenido de proteína cruda se indica que disminuye conforme aumenta la edad del rebrote (Avellaneda *et al.*, 2008; Valenciaga *et al.*, 2009). Investigaciones en pasto mombaza mencionan que durante el período seco

presentó 9.5 % de PC, el pasto toledo con 6.6 %; mientras que, diamante y ratana presentaron 5.8 y 7.5 % de PC y 55.5 y 9 % de CE (Canchila *et al.*, 2009). En el género *Urochloa* se menciona que presentaron a los 20 y 40 días de rebrote 8.6 y 10 % de CE (Martínez, 2018). El pasto bermuda gigante (*Cynodon dactylon*) evaluado presentó 14.38 % de PC, 34.90 % de Fad, 64.43 % de Fnd. 28.19 % de Cel, 29.53 % de Hcel, 6.71 % de Lig y 8.84 % de Cen (Moreno *et al.*, 2020). Alonso y Kaffka (2016) encontraron 140.4 g kg⁻¹ de PC en hojas y 99.4 g kg⁻¹ en tallos; y de 65.6 g kg⁻¹ en la combinación de hojas y tallos de pasto bermuda.

2.3 LAS LEGUMINOSAS EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

En la nutrición de rumiantes, la proteína permite el desarrollo de los animales, es un componente en la elaboración de alimentos balanceados, por ello se buscan ingredientes con alta proporción de proteína y con el menor costo posible (Chowdhury *et al.*, 2023). Los requerimientos de proteína varían según la especie, la genética, la sanidad y el manejo desde el inicio hasta la finalización del ganado, pues actualmente la población exige más carne y menos grasa. Para solventar dicha situación se han investigado dietas con harina de pescado (Llanes *et al.*, 2017), harina de granos con alto contenido de aceites como soya o girasol (Fernandez-Turren *et al.*, 2018) y alfalfa (Chowdhury *et al.*, 2023).

La adquisición de alimentos balanceados para la nutrición animal eleva los costos de producción; sin embargo, en los sistemas de producción extensivos del trópico es necesario la incorporación de suplementos que complementen la nutrición (Martínez-Hernández *et al.*, 2019). Por lo anterior, una alternativa es la incorporación de leguminosas en las praderas, que mejoren la calidad del forraje que se ofrece a los animales (Mayren-Mendoza *et al.*, 2018; Rojas-García *et al.*, 2021).

Las leguminosas presentan elevado contenido de nitrógeno, existen especies anuales, arbustivas o arbóreas; qué, en la nutrición de rumiantes los compuestos nitrogenados que contienen se solubilizan y fermentan en el rumen (Hopkins *et al.*, 2019). Las plantas leguminosas pueden incorporar nitrógeno al suelo o adicionarse como abonos verdes, lo que disminuye el uso de fertilizantes nitrogenados, en los sistemas ganaderos las leguminosas se establecen en praderas asociadas con gramíneas, como bancos de proteína, como cercos vivos o sombra y se emplean en pastoreo directo, corte y acarreo de ramas o en pacas, en la mayoría de los casos son utilizadas como suplemento alimenticio (Juarez *et al.*, 2005).

La leguminosa con mayor utilización en el mundo para la alimentación animal es la alfalfa (*Medicago sativa* L.); pero esta no desarrolla bien en condiciones de trópico, por lo que es necesario el cultivo de especies nativas o introducidas que se adapten a cada región, como es el caso del guaje (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) (Rojas-García *et al.*, 2021), el chipile (*Crotalaria longirostrata* Hook. & Arn) (Maldonado-Peralta *et al.*, 2023), campanita azul (*Clitoria ternatea* L.) (López *et al.*, 2024), soya forrajera (*Glycine max* (L.) Merr.) (Garay-Martínez *et al.*, 2021), entre otras. Las leguminosas son una opción atractiva de bajo costo, que aportan proteína de alto valor biológico, otra de ellas es el cacahuate forrajero (*Arachis pinto*), el cual ha sido utilizado en algunas dietas siendo, una alternativa viable en los sistemas ganaderos de zonas tropicales, presenta entre 16 y 20 % de proteína, lo que mejora la calidad de la dieta proporcionada a los animales; además, estimula el consumo de pasto y mejora la respuesta productiva del ganado (Rovira, 2022).

2.4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre HA, MA Maldonado-Peralta, AR Rojas-García, ET Lozano-Aguirre, JA Hernández-Marín, LJ Castañeda (2025). Pastoreo de becerros en pradera de estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) suplementados con alimento comercial. Ecosist. Recur. Agropec. 12(1), e4042. DOI: 10.19136/era.a12n1.4042.
- Alonso MF y SR Kaffka (2016). Bermudagrass (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) yield and quality under different levels of salinity, nitrogen and trace minerals: A containers trial evaluation. Agro Sur 44(2), 35-44. <http://revistas.uach.cl/pdf/agrosur/v44n2/art05.pdf>
- Améndola MR, ECastillo G y A Martínez P (2005). Perfiles por País del Recurso Pastura/ Forraje. México. FAO. <http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/counprof/PDF%20files/Mexico-Spanish.pdf> [consulta: 28 oct 2023].
- Avellaneda J, F Cabezas, G Quintana, R Luna, O Montañez, I Espinoza, S Zambrano, D Romero, J Venegas y E Pinargote (2008). Comportamiento agronómico y composición química de tres variedades de *Brachiaria* en diferentes edades de cosecha. Revista Ciencia y Tecnología, 1: 87-94. doi: 10.18779/cyt.v1i2.107.
- Canchila E, M Soca, F Ojeda y R Machado (2009). Evaluación de la composición bromatológica de 24 accesiones de *Brachiaria* spp. Pastos y Forrajes, 32 (4), 1-9. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v32n4/pyf02409.pdf> (consultado 25 nov. 2020).
- Castillo BLV (2016). Probióticos y prebióticos como alimentos funcionales en nutrición animal. Zoociencia, 3(2), 15-21. <https://revistas.udca.edu.co/index.php/zoociencia/article/view/514/437>
- Chowdhury MR, RG Wilkinson y LA Sinclair (2023). Feeding lower-protein diets based on red clover and grass or alfalfa and corn silage does not affect milk production but improves nitrogen use efficiency in dairy cows. 106: 1773-1789. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22607>
- Depetris G (2014). Nutrición animal aplicada. Uso del ensilaje de planta entera en la alimentación de vacunos para carne en pastoreo y feedlot. Unidad

Integrada Balcarce. Area de Investigación en Producción Animal. pp.64-79.

Fernandez-Tirren G, C Cajarvice, A Pérez-Ruchel, D Hirigoyen, M Constantín, V González, J Madera, F Eiraldi, G V Kolzloski y JL Repetto (2018). Evaluación nutritiva de harinas y expeller de soja presentes en Uruguay en la alimentción de vacas lecheras. Veterinaria (Montevideo), 209(5), 31-38. <https://doi.org/10.29155/vet.54.209.5>

Garay-Martínez J, N Maldonado-Moreno, G Ascencio-Luciano, S Joaquín C, Y Bautista-Martínez y LD Granados-Rivera (2021). Potencial forrajero de líneas experimentales de soja (*Glycine max*). Ecosisemas y Recursos Agropecuarios, NE e2932, 1-10. <https://doi.org/10.19136/era.a8nII.2932>

García Y, Y García y Bocourt R (2011). Los probióticos como alimento funcional. Instituto de Ciencia Animal de la Habana (Cuba). Extraído el 24 de Noviembre, 2011 de la World Wide Web: <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia.asp?ref=10233&cadena=probioticos&como=1>

Govea-Luciano A, Gómez-Vázquez A, Pinos-Rodríguez JM, Lorenzo-Rodríguez JM, Martínez-Martínez R, Rojas-García AR (2021). Efecto de la concentración de proteína y nitrógeno ureico sobre el rendimiento de proteína de la leche. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios, Núm. Esp. II: e2888. <https://doi.org/10.19136/era.a8nII.2888>

Hopkins K, Bowen M, Dixon R, Reid D. 2019. Evaluating crude protein concentration of Leucaena forage and the dietary legume content selected by cattle grazing Leucaena and C4 grasses in northern Australia. Tropical Grasslands, 7 (2), 189 – 192. [En línea] disponible: https://www.researchgate.net/publication/333604260_Evaluating_crude_protein_concentration_of_leucaena_forage_and_the_dietary_legume_content_selected_by_cattle_grazing_leucaena_and_C4_grasses_in_northern_Australia (6 de octubre)

Juárez FI, Montero M, Serna C, Canudas EG. 2005. Evaluación nutricional de gramíneas forrajeras tropicales para bovinos en el centro del Estado de Veracruz. Avances en la Investigación Agrícola, Pecuaria, Forestal y Acuícola en el Trópico Mexicano. Libro Científico No. 2. Veracruz, México: SAGARPA-INIFAP.

- Jumbo, M. y A. Rodríguez. 2020. Comportamiento agronómico del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú en el Carmen provincia de Manabí, Ecuador. TLA TEMOANI. No. 33. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7451962> (consultado 30 oct. 2020).
- Landau S, T Glasser and L Dvash (2006). Monitoring nutrition in small ruminants with the aid of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) technology: A review. *Small Ruminant Research*, 61(1), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2004.12.012>
- Llanes I JE, A Portales G y J Toledo P (2017). Evaluación de dietas con harina de pescado alternativas de alimento SKRETTING en *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*. 34(2), 53-59.
- López C KM, YG Pupo B, Q Arias C JA Torres-Rodríguez (2024). Usos de *clitoria ternatea* L. por comunidades del Cantón la Maná, Ecuador. *Universidad y Sociedad*, 16(3), 49-54. <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v16n3/2218-3620-rus-16-03-49.pdf>
- Maldonado-Peralta MA, AR Rojas-García y O Cristobal-Santiago (2023). Yield and chemical quality of chepil (*Crotalaria longirostrata* Hook. & Arn) forage at different sowing densities and cutting frequency. *Agrociencia*, 57(8), 1-12. DOI: <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v57i8.2695>
- Martínez, A. 2018. Tabla de composición bromatológica de forrajes utilizados para la alimentación de animales en Costa Rica. Centro de Investigaciones en Nutrición Animal, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 78 p.
- Martínez-Hernández PA, Cortez-Díaz E, Purroy-Vázquez R, Palma-García JM, Del Pozo-Rodríguez PP, Vite- Cristóbal C (2019) *Leucaena leucocephala* (Lam.) de wit especie clave para una producción bovina sostenible en el trópico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 22: 331-357. <http://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/2707/1256>
- Mayren-Mendoza FJ, Rojas-García AR, Maldonado-Peralta MA, Ramírez-Reynoso O, Herrera-Pérez J, Torres- Salado N, Sánchez Santillán P, Bottini-Luzardo MB, Hernández-Garay A (2018) Comportamiento productivo de ovinos pelibuey en pastoreo suplementados con follaje de *Guazuma ulmifolia* Lam. *Agroproductividad* 11: 29-33.

- Moreno M, Y Peña, Y Mestre M, R Álvarez y O Araujo-Febres (2020). Rendimiento y calidad del pasto bermuda gigante (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) con aplicación de purines de porcinos por fertiirrigación. Rev. Fac. Agron (LUZ). 1: 153-158. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/33039/34645>
- Núñez-Arroyo JM, JP Jiménez-Castro, CM Tobía-Rivero, LM Arias-Gamboa, E Jiménez-Alfaro y JE Padilla-Fallas (2022). Efecto de la edad de rebrote y época del año sobre la biomasa y calidad bromatológica en gramíneas utilizadas en tres zonas agroclimáticas de Costa Rica (I PARTE). Nutrición Animal Tropical, 16(1), 31-52. DOI: 10.15517/nat.v16i1.50370
- Palencia Y (2002). Que son los alimentos funcionales. Universidad de Zulia. Venezuela. Extraído el 24 de noviembre, 2024 de la World Wide Web: http://www.unizar.es/med_naturista/Alimentos%20funcionales.pdf
- Piñeiro-Vázquez AT, J Canul-Solis, R Casanova-Lugo, F Chay-Canul, AJ Ayala-Burgos, AJ Solorio-Sánchez, FJ Aguilar-Pérez, CF y JC Ku-Vera (2017). Emisión de metano en ovinos alimentados con *Pennisetum purpureum* y árboles que contienen taninos condensados. Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias, 8(2), 111–119. <https://doi.org/10.22319/4401>
- Rincón A, G Ligarreto y E Garay (2008). Producción de forraje en los pastos *Brachiaria decumbens* cv. Amarga y *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, sometidos a tres frecuencias y a dos intensidades de defoliación en condiciones de Piemonte llanero colombiano. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 61 (1):4336-4346.
- Rivera RA y JM Alba M (2006). Revisión: NIRS en el análisis de alimentos para la nutrición animal. Revista Ingenio UFPSO. 13, 165-177. <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/ingenio/article/view/2149/2242>
- Rojas-García AR., MA Maldonado-Peralta, SA Ortega-Acosta,., F Palemón-Alberto, H Pérez-Hernández y J Ventura-Ríos (2024). Dinámica de formación de tallos, rendimiento y análisis bromatológico del pasto mulato II (*Urochloa híbrido*) en el trópico seco de México. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, 12(1), 1–10. [https://doi.org/10.17138/TGFT\(12\)1-10](https://doi.org/10.17138/TGFT(12)1-10)

- Rojas-García AR, MA Maldonado-Peralta FJ Hernández-Guzmán, A Cruz-Hernández, AJ Chay-Canul y J Ventura-Ríos (2021). Potencial forrajeros de guaje (*Leucaena leucocephala*) a diferentes densidades de plantas y edades de rebrote. Ecosist, Recur. Agropec. NE II e2919. <https://doi.org/10.19136/era.a8nII.2919>
- Rojas-García AR, Torres SN, Maldonado PMA, Sánchez SP, García BA, Mendoza PSI, Álvarez VP, Herrera PJ, Hernández GA (2018). Curva de crecimiento y calidad del pasto cobra (*Brachiaria* híbrido BR02/1794) a dos intensidades de corte. Agroproductividad 11(5), 34-38.
- Rovira O RZ (2022). Uso del maní forrajero (*Arachis pinto*) en la alimentación de bovinos de leche. Tesis para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. pp: 1-34.
- Solorio SFJ, Wright J, Franco MJA, Basu SK, Sarabia SL, Ramírez L, Ayala BA, Aguilar PC y Ku VJC. 2017. Silvopastoral Systems: Best Agroecological Practice for Resilient Production Systems Under Dryland and Drought Conditions. In: Ahmed M., Stockle C. (eds) Quantification of Climate Variability, Adaptation and Mitigation for Agricultural Sustainability. Springer, Cham. [En línea] disponible: https://doi.org/10.1007/978-3-319-32059-5_11 (6 de octubre 2019).
- Torres SN, M Moctezuma V, AR Rojas G, MA Maldonado P, A Gómez V y P Sánchez S (2020). Comportamiento productivo y calidad de pastos híbridos de *Urochloa* y estrella pastoreados con bovinos. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas pub. esp. Num. 24: 35-46. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i24.2356>
- Valenciaga D, B Chongo, R Herrera, V Torres, A Oramas, J Cairo y M Herrera (2009). Efecto de la edad de rebrote en la composición química de Pennisetum purpureum cv. CUBA CT-115. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 43 (1), 73-79. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193015398013> (consultado 30 oct. 2020).
- Vega, A. 2014. Caracterización Territorio Sarapiquí. Inder, Oficina Subregional La Virgen. San José, Costa Rica. 184 p.

III. PRODUCCIÓN DEL PASTO BERMUDA CRUZA I (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) CON DIFERENTES ALTURAS Y EDAD DE CORTE EN ÉPOCA DE SECA Y LLUVIA

PRODUCTION OF BERMUDA GRASS CROSS I (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) WITH DIFFERENT HEIGHTS AND CUTTING AGE IN DRY AND RAINY SEASON

RESUMEN

La producción de ganado vacuno utiliza gran parte del uso de la tierra en el trópico de México, actividad que acelera la degradación de los suelos por el mal manejo del uso de las praderas. El objetivo de esta investigación fue evaluar la producción de pasto bermuda cruzado I (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) cosechado a diferentes alturas y edad de corte, en época de lluvia y seca en el trópico seco de México. Los tratamientos consistieron en evaluar diferentes días de corte: 14, 28, 42, 56, 70, 84 y 98 y a diferentes alturas de corte: 4, 7 y 10 cm realizando dos análisis de crecimiento, uno en época de seca y de lluvia. Las variables evaluadas fueron: rendimiento total y por componente, relación hoja:tallo, radiación interceptada, composición morfológica, área foliar por tallo y tasa de crecimiento. El rendimiento total mayor se encontró en la época de seca realizando una altura de corte de 4 cm y a los 84 días de corte con 6269 kg MS ha⁻¹ y el menor rendimiento total cuando se da una altura de corte de 10 cm tanto en época de seca y lluvia a los 14 días de corte con 298 kg MS ha⁻¹ ($p < 0.05$). El mayor índice por tallo se observó en la época de seca a los 70 días de rebrote y a 4 cm de altura de corte con 68 cm² de área foliar por tallo y el menor resultado fue a los 14 días de corte y con una altura de 7 cm con 9 cm² de área foliar por tallo ($p < 0.05$). El componente hoja fue mayor en la época de seca a los 14 y 28 días de rebrote, cuando se deja 7 cm de altura de corte con un promedio de 65 % y menor en la época de lluvia a los 98 días de corte, independientemente de la altura de corte con un promedio de 15 % ($p < 0.05$). Tanto en época de seca como en lluvia se recomienda realizar el corte a los 56 días después del corte de uniformidad, a una altura de 4 cm ya que es

donde se encontró la mejor característica estructural y por tanto la calidad de la pradera, dando como consecuencia mayor producción animal.

Palabras clave: pasto tropical, días de corte, alturas de corte, rendimiento.

ABSTRACT

Cattle production occupies a large portion of the land in tropical Mexico, an activity that accelerates soil degradation due to poor pasture management. The objective of this research was to evaluate the production of crossbred Bermuda grass (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) harvested at different heights and cutting ages, during the rainy and dry seasons in the dry tropics of Mexico. The treatments consisted of evaluating different cutting days: 14, 28, 42, 56, 70, 84, and 98, and different cutting heights: 4, 7, and 10 cm. Two growth analyses were performed, one during the dry season and one during the rainy season. The variables evaluated were: total yield and yield by component, leaf-to-stem ratio, intercepted radiation, morphological composition, leaf area per stem, and growth rate. The highest total yield was found during the dry season with a cutting height of 4 cm and at 84 days after cutting, reaching 6269 kg DM ha⁻¹. The lowest total yield was found with a cutting height of 10 cm, both during the dry and rainy seasons, at 14 days after cutting, reaching 298 kg DM ha⁻¹ ($p < 0.05$). The highest leaf area index per stem was observed during the dry season at 70 days after regrowth and at a cutting height of 4 cm, with 68 cm² of leaf area per stem. The lowest index was found at 14 days after cutting and at a cutting height of 7 cm, with 9 cm² of leaf area per stem ($p < 0.05$). The leaf component was higher during the dry season at 14 and 28 days after regrowth, when a 7 cm cutting height was maintained, with an average of 65 %, and lower during the rainy season at 98 days after cutting, regardless of the cutting height, with an average of 15 % ($p < 0.05$). In both the dry and rainy seasons, it is recommended to cut 56 days after the uniformity cut, at a height of 4 cm, as this is where the best structural characteristics and therefore the best pasture quality were found, resulting in higher animal production.

Key words: tropical grass, cutting days, cutting heights, yield.

3.1 INTRODUCCIÓN

La demanda de alimentos de origen animal, en México y el mundo se enfrenta a las presiones de la globalización (FAO, 2023). La producción de ganado vacuno utiliza gran parte del uso de la tierra, actividad que acelera la degradación de los suelos y la deforestación; aunado a ello, el uso de alimentos concentrados acelera el desarrollo, pero se considera no rentable y aumenta la concentración de contaminantes de efecto invernadero; por lo anterior, la única alternativa viable que incrementa la producción de alimentos para rumiantes, es aumentar la producción de pastos y forrajes, así como la calidad de los mismos (Hallegatte *et al.*, 2016; Ramírez *et al.*, 2017).

Por otro lado, el desarrollo de las especies vegetales, entre ellas el de los forrajes depende principalmente de las condiciones ambientales, especie utilizada y manejo agronómico, lo anterior determina la productividad y el rendimiento estructural (Muñoz-González *et al.*, 2016; Nurjaya y Tow, 2001). La producción de biomasa depende de los rangos óptimos de temperatura; mientras que, la tasa de crecimiento es sensible a la temperatura del ambiente (McKenzie *et al.*, 1999), lo anterior está determinado por la época del año de cada zona (Jarillo-Rodríguez *et al.*, 2011). En las regiones tropicales la fuente principal de alimentación animal son las gramíneas; sin embargo, su producción es variable (Hernández *et al.*, 2002; Torres *et al.*, 2020) y se requiere mayor investigación para determinar momentos óptimos de corte o pastoreo de cada forraje establecido.

El género *Cynodon* cuenta con ocho especies, entre ellas se encuentra *C. dactylon* al que pertenece el pasto bermuda, se considera originario de África de donde se ha distribuido a todo el mundo (Harlan *et al.*, 1969; Hill *et al.*, 2001; Terrazas y Báez, 2004). El pasto Bermuda se reproduce principalmente por estolones, presenta rendimientos desde 20 hasta 25 ton/ha de MS, por ciclo de

pastoreo (Burton y Hanna, 1995); además, es tolerante a la sequía pero reduce su crecimiento cuando las temperaturas son bajas. Híbridos del bermuda como tifton-85 presenta rendimientos entre 16 y 26 t MS ha⁻¹, el ganado pastoreado en éste híbrido alcanza hasta 670 g/día (Hill *et al.*, 1993; Marsalis *et al.*, 2007; Woodard *et al.*, 2007).

Hernández (2012) evaluó tres variedades de zacate bermuda: gigante, tifton-68 y tifton-85, en primavera, verano y otoño, y encontró que en primavera el rendimiento de tifton-68 y tifton-85 fue de 213.2 y 210.7 Kg MS ha⁻¹ d⁻¹, tifton-85 presentó 76.8 % de hoja y una relación H:T de 5.8; mientras que, en verano el mayor rendimiento lo alcanzó tifton-85 con 426.2 Kg MS ha⁻¹ d⁻¹, la variedad gigante presentó mayor contenido de hoja, con 73.9 %, con relación H:T de 8.3, durante la estación de otoño, Gigante superó el rendimiento, con 291.3 Kg MS ha⁻¹ d⁻¹, Tifton-68 obtuvo 53.8 % de material muerto, 58.7 % de hoja y relación H:T de 6.9.

En las diferentes regiones de México la alimentación del ganado es por pastoreo extensivo, durante la pre-engorda de novillos y la finalización se han optado por el pastoreo en praderas establecidas con diferentes pastos, entre ellos se ha optado por utilizar diferentes variedades de Bermuda (*Cynodon dactylon*), por lo que se considera una alternativa para los potreros de la región de la costa chica de Oaxaca; sin embargo, en estas zonas no existe información de estudios realizados con este zacate. Por lo anterior el objetivo de esta investigación fue evaluar la producción de pasto Bermuda cruzado (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) cosechado a diferentes alturas y edad, en época de lluvia y seca, en el municipio de la Estancia Grande, de la costa chica de Oaxaca.

3.2 MATERIALES Y MÉTODOS

3.2.1. Localización

El estudio se realizó en una parcela del Instituto Tecnológico de Pinotepa, ubicada en la localidad de San José Estancia Grande, Oaxaca, a 16° 22' latitud norte y 98° 13' longitud oeste, a una altura de 60 msnm (INEGI, 2022). El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano (García, 2004). La investigación se llevo a cabo en el año 2024, durante la época de secas (enero-junio), se registró una precipitación acumulada de 14 mm y en la época de lluvias (junio-diciembre) fue de 1,029 mm; en agosto y septiembre se presentan los valores más altos de precipitación. La temperatura máxima fue en el mes de junio con 38 °C y la temperatura mínima fue de 16°C (Figura 1).

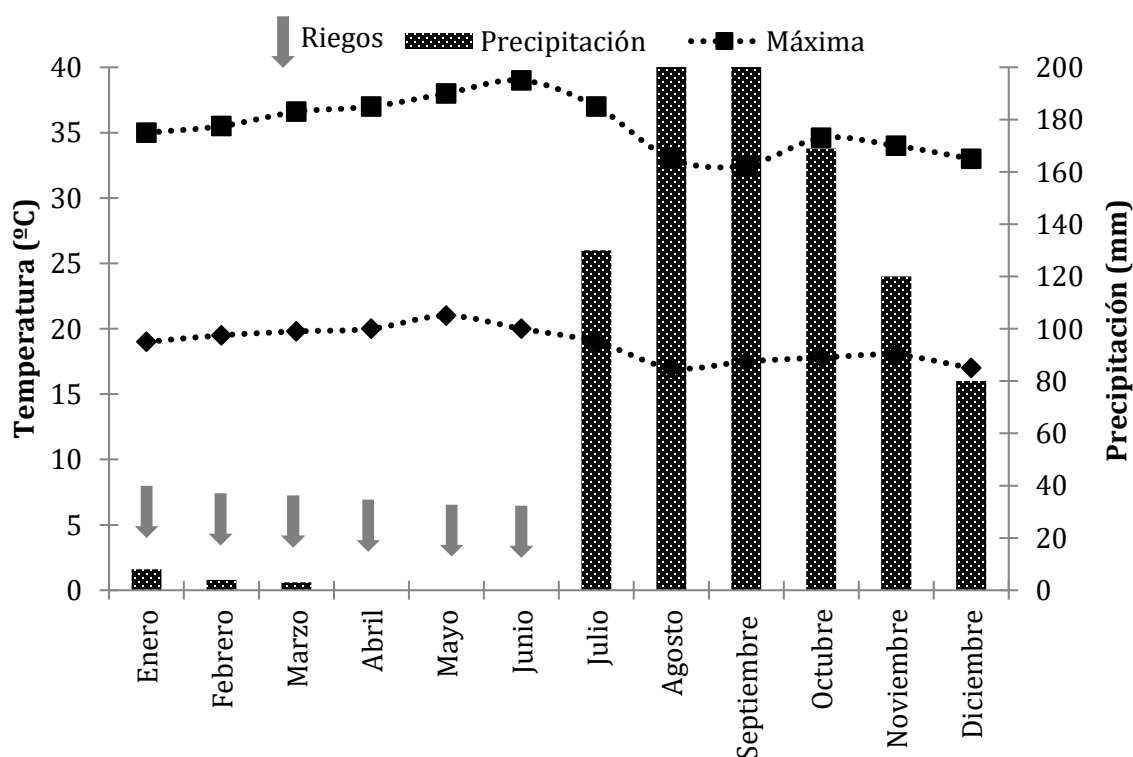


Figura 1. Precipitación, temperatura máxima y mínima durante el período de estudio en el municipio de San José Estancia Grande, Oaxaca en el año 2024, (CONAGUA, 2025).

3.2.3. Manejo de pradera y periodo de estudio

El pasto bermuda cruza 1 se estableció el 15 de septiembre de 2023 en forma vegetativa en surcos cada 50 cm en cada parcela experimental con una medición de 5 x 5 m con tres repeticiones. Los tallos de pasto bermuda se cortaron de praderas establecidas de 2 años de la misma institución llevando inmediatamente a sembrar en la parcela experimental previamente surcada y depositando el materia vegetal en 5 tallos dejando una separación de 5 cm y con una profundidad de 10 cm. El suelo de la parcela mostro 0.5 % de materia orgánica y con textura arcillo limoso.

3.2.4. Tratamientos

Los tratamientos consistieron en diferentes días de corte: 14, 28, 42, 56, 70, 84 y 98 y a diferentes alturas de corte: 4, 7 y 10 cm realizando dos análisis de crecimiento una en época de seca y lluvia.

3.2.5. Variables a evaluar

3.2.5.1. Rendimiento de materia seca y por componente

En cada parcela experimental se evaluó el rendimiento de materia seca total y por componente. se realizaron muestreos de forma aleatoria en cada parcela útil, con un cuadro de 100 x 20 cm. y posteriormente el forraje cosechado se separó en sus componente: hoja, tallo, flor y material muerto depositando en bolsas de papel etiquetados y depositados en una estufa de aire forzado a 55 °C hasta peso constante para estimar la materia seca por hectárea.

3.2.5.2. Relación hoja: tallo

La relación hoja: tallo se obtuvo a partir de la composición morfológica, al dividir el componente seco de hoja entre tallo.

3.2.5.3. Área foliar por tallo

Para determinar el área foliar por tallo, un día de cada corte y en las diferentes alturas se separaron las hojas de 5 tallos por repetición y se colocaron en un integrador de área foliar marca CID, Inc, modelo CI-202 de escáner, de donde se obtuvieron las lecturas en cm^2 por tallo.

3.2.5.4. Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento promedio por época del año, se calculó con los datos de rendimiento total obtenidos en cada corte y en cada una de las alturas, con la siguiente fórmula:

$$TC = R / T$$

Dónde: TC= tasa de crecimiento promedio estacional ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$); R= rendimiento total (kg MS ha^{-1}) y T= días transcurridos en cada corte.

3.2.5.5. Composición morfológica

Con el rendimiento de materia seca por componente se obtuvo la composición morfológica por cada día y altura de corte.

3.2.6. Análisis estadístico

Los resultados se analizaron con el procedimiento de Modelos Mixtos (SAS, 2009), con diseño de bloques al azar y tres repeticiones. Las medias se compararon con la prueba ajustada de Tukey ($p=0.05$).

3.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.3.1 Rendimiento total y por componente

En la Figura 2 se observa el rendimiento total y por componente del pasto bermuda cruza 1 en época de seca y lluvia en un análisis de crecimiento de 98 días al variar las alturas de corte. El rendimiento total mayor se observa en la época de seca realizando una altura de corte de 4 cm y a los 84 días de corte con 6269 kg MS ha⁻¹ y el menor rendimiento total cuando se da una altura de corte de 10 cm tanto en época de seca y lluvia a los 14 días de corte con 298 kg MS ha⁻¹ ($p < 0.05$). En cuanto al componente hoja se observa en el día 84 en la época de seca el mayor rendimiento realizando el corte a 4 cm de altura con 2287 kg MS ha⁻¹ y el menor cuando se realiza el corte a 10 cm de altura en la época de lluvia a los 14 días de corte con 151 kg MS ha⁻¹ ($p < 0.05$). Lo que respecta al componente tallo en promedio el rendimiento mayor se obtiene cuando se realiza una altura de corte de 4 cm en la época de seca con 1535 kg MS ha⁻¹ y menor en la época de lluvia realizando el corte a 10 cm de altura con un promedio de 623 kg MS ha⁻¹ ($p < 0.05$). La senescencia en la época de seca inició en el día 42 con un promedio de 776 kg MS ha⁻¹ el cual fue el menor aumentando conforme transcurrieran los días de crecimiento hasta el día 98 con 2206 kg MS ha⁻¹ ($p < 0.05$) y en la época de lluvia en promedio el menor y mayor rendimiento de senescencia fue a los 14 y 98 días de rebrote con 14 y 604 kg MS ha⁻¹ ($p < 0.05$). En una investigación realizada por Hernández (2012), donde evaluó el pasto bermuda en ocho semanas de corte durante tres estaciones del año obtuvo el mayor rendimiento la semana ocho con 5852 kg MS ha⁻¹ y menor en la primera semana con 1568 kg MS ha⁻¹ ($p < 0.05$) teniendo un comportamiento similar a la de esta investigación. Este mismo autor obtuvo un rendimiento de hoja, tallo y senescencia en promedio con 2578, 1872 y 1200 kg MS ha⁻¹, respectivamente ($p < 0.05$). Por lo tanto Rojas *et al.* (2024) reporta el rendimiento de materia seca del pasto mulato II fue mayor en cortes durante la época de lluvias y cuando la altura remanente después de la cosecha

fue de 15 cm ($P < 0.05$). Los rendimientos más altos se consiguieron a los 49 días de rebrote en la época de lluvias con $1800 \text{ kg MS ha}^{-1}$ y a los 63 días en la época seca con $1560 \text{ kg MS ha}^{-1}$. Ventura-Ríos *et al.* (2024) al evaluar el pasto cayman, toledo y humidicola reportan una producción de biomasa mayor conforme la planta avanzó en su edad fenológica, el mayor rendimiento de biomasa la produjo el pasto humidicola en la edad de rebrote a 120 días con $19500 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, la cual fue diferente estadísticamente ($p \leq 0.05$) y superior en 55, 32 y 5% a las edades de 30, 60 y 90 días, respectivamente. En otra investigación en pastos del género *urochloa* Maldonado *et al.* (2024) obtienen un comportamiento similar a la de este ensayo en general el rendimiento fue lento del corte de 7 a 21 días y después acelerado de 28 a 49 días para posteriormente disminuir en el corte a 56 días. El mayor rendimiento de materia seca total se obtuvo a los 49 días después del corte en los pastos mulato II y convert 330 con 5450 y 3900 kg ha^{-1} de MS, respectivamente y en el pasto convert 431 fue en el día 56 con 3000 kg ha^{-1} ($p < 0.05$). El mayor rendimiento de hoja se observó a los 49 días en los tres pastos con un promedio de $3000 \text{ kg MS ha}^{-1}$. El componente tallo apareció a los 14 días y aumentó conforme transcurrió el período de evaluación hasta llegar a los 56 días, la senescencia inició a partir de los 35 días teniendo el mayor rendimiento el pasto mulato II, a los 56 días con $400 \text{ kg MS ha}^{-1}$ ($p \leq 0.05$).

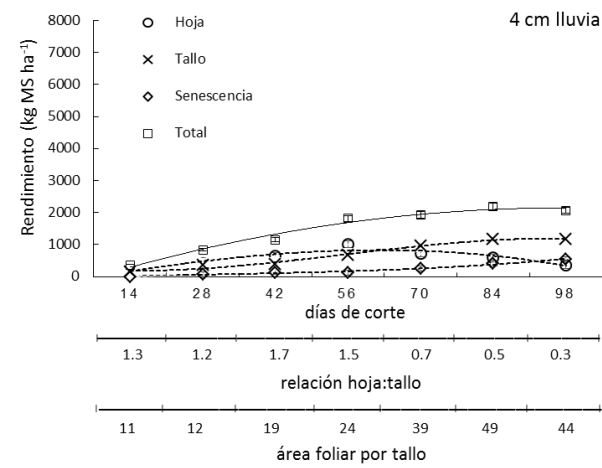
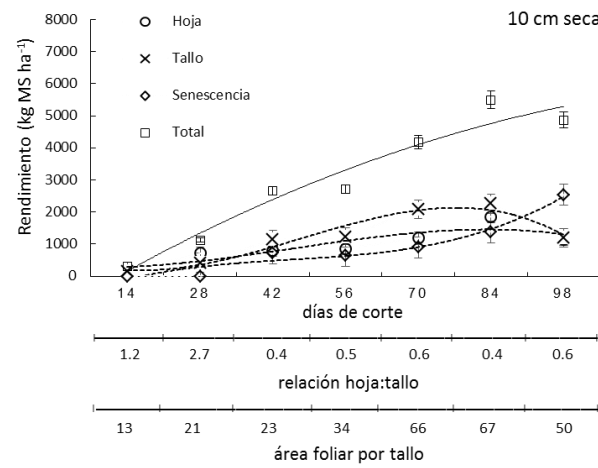
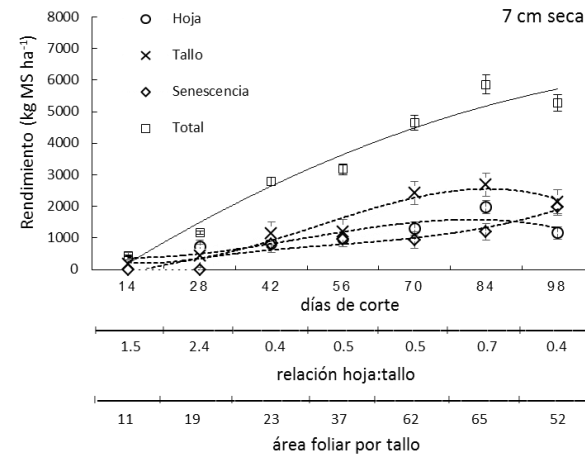
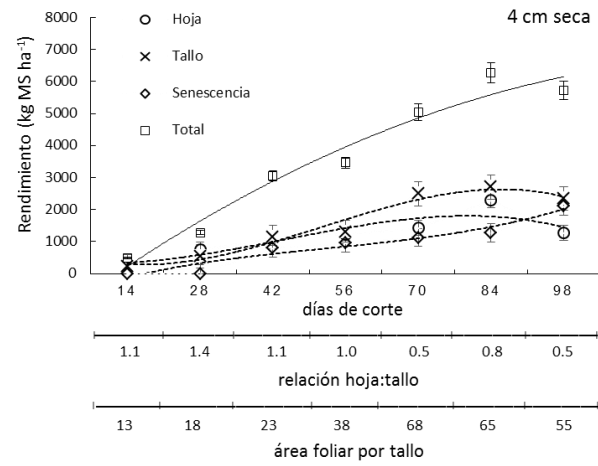
3.3.2 Relación hoja:tallo

En la Figura 2 se observa la relación hoja:tallo del pasto bermuda cruz 1 en época de seca y lluvia en un análisis de crecimiento de 98 días al variar las alturas de corte. Independientemente de los días de corte y alturas la mayor relación hoja:tallo fueron en los primeros días de corte de 14 a 28 días en la época de seca con un promedio de 1.8 de hoja:tallo mientras que en lluvia fueron del día 14 al 56 con un promedio de 1.4 de relación hoja:tallo y el menor a los 98 días de corte en la época de lluvias con 0.3 de relación hoja: tallo ($p < 0.05$). En una investigación realizada por Hernández (2012) donde evaluó el pasto bermuda en ocho semanas de corte obtuvo la mayor relación hoja tallo en la tercera semana de evaluación con 6.9 y menor en la primera semana con 1.2 ($p < 0.05$) semejante a lo reportado

en esta investigación. Por otra parte, Rojas *et al.* (2024) en una investigación en pasto mulato II reportan relación hoja:tallo mayor para las edades de rebrote entre 7 y 21 días, con un promedio de 6.1 ($p < 0.05$); luego, esta tendió a disminuir conforme avanzó la edad de rebrote ($p < 0.05$), alcanzando el valor más bajo en el último muestreo (63 días). Este comportamiento se observó para todas las combinaciones de altura de corte y época de muestreo.

3.3.3 Área foliar por tallo

El área foliar por tallo del pasto bermuda cruza 1 al variar la intensidad y días de corte en la época seca y lluvia, en el trópico seco de Oaxaca se observa en la Figura 2. En general la tendencia fue aumentando conforme pasó el tiempo de corte independientemente de la altura de corte; sin embargo, en promedio en la época de seca fue mayor área foliar por tallo y menor en lluvia ($p < 0.05$). El mayor índice por tallo se observa en la época de seca a los 70 días de rebrote y a 4 cm de altura de corte con 68 cm^{-2} de área foliar por tallo y el menor resultado fue a los 14 días de corte y con una altura de 7 cm con 9 cm^{-2} de área foliar por tallo ($p < 0.05$). Castro *et al.* (2013) en pasto ovilla y ballico asociados con trebol blanco observó un área foliar por tallo variable de las gramíneas, dependiendo la estación de año y asociación reforzando una mayor área foliar cuando se tiene mayor temperatura.



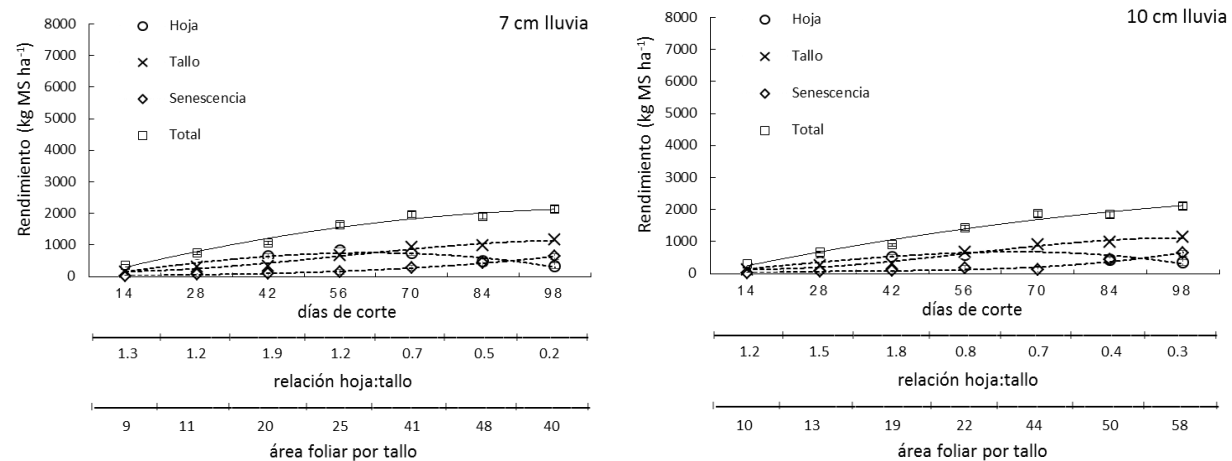


Figura 2. Rendimiento de materia seca total y por componente (kg MS ha^{-1}), relación hoja:tallo y área foliar por tallo del pasto bermuda cruz 1 variando intensidad y días de corte en época seca y lluviosa en el trópico seco de Oaxaca, México.

3.3.4 Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento de pasto bermuda cruza 1 al variar la intensidad y días de corte en la época de seca y lluvia en el trópico seco de Oaxaca se observa en el Cuadro 1. Se reporta la mayor tasa de crecimiento a los 42 días de rebrote en la época de seca con 73 kg MS ha⁻¹ d⁻¹; mientras que, la menor tasa de crecimiento se obtiene en la época de lluvia a los 14 y 42 días de rebrote con un promedio de 21 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ (p< 0.05). La estación de seca obtuvo mayor tasa de crecimiento con un promedio de 55 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ y menor en la estación de lluvia con 25 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ (p< 0.05). En una investigación realizada por Hernández (2012) donde evaluó el pasto bermuda en ocho semanas de corte obtuvo la mayor tasa de crecimiento en la primer semana con un promedio de 199 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ y menor a la tercer semana de corte con 15 kg MS ha⁻¹ d⁻¹(p< 0.05) este autor consigna que la tasa de crecimiento fue muy variable.

Cuadro 1. Tasas de crecimiento (kg MS ha⁻¹ d⁻¹) de pasto bermuda cruza 1 al variar la intensidad y días de corte en época seca y lluvia, en el trópico seco de Oaxaca, México.

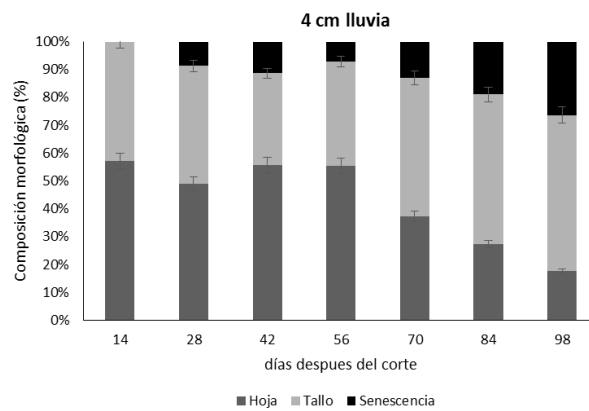
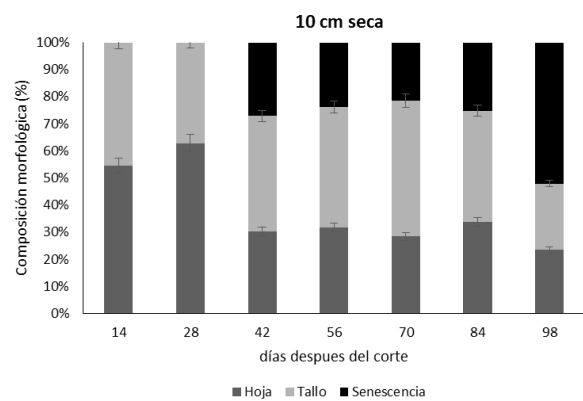
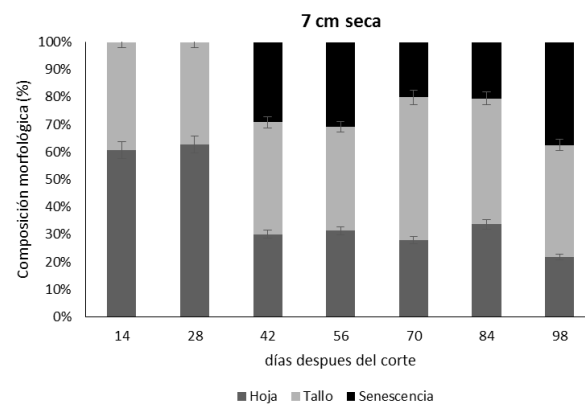
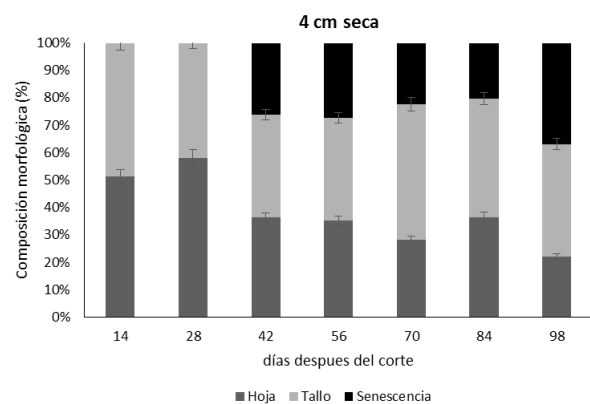
Caxahuatl, México					
Cortes días	Intensidad Época de seca				CV
	4 cm	7 cm	10 cm	Promedio	
14	34 ^{Da}	31 ^{Db}	22 ^{Dc}	29^D	1.9
28	46 ^{Ca}	42 ^{Cb}	40 ^{Cc}	43^C	1.8
42	73 ^{Aa}	66 ^{ABb}	63 ^{Ac}	67^A	1.3
56	62 ^{Ba}	57 ^{Bb}	49 ^{Bc}	56^B	0.5
70	72 ^{Aba}	66 ^{ABb}	60 ^{Ac}	66^A	1.0
84	75 ^{Aa}	70 ^{Ab}	65 ^{Ac}	70^A	0.6
98	58 ^{Ca}	54 ^{Bb}	50 ^{Bc}	54^B	1.9
Promedio	60^a	55^b	50^c		
Época de lluvia					
14	25 ^{Ea}	25 ^{Ea}	21 ^{Db}	24^E	1.5
28	30 ^{Da}	26 ^{Eb}	24 ^{Db}	27^D	1.3
42	27 ^{Ea}	26 ^{Ea}	21 ^{Db}	25^E	1.3
56	32 ^{Da}	29 ^{Dbc}	26 ^{CDc}	29^D	0.7
70	28 ^{Da}	28 ^{Da}	27 ^{CDa}	27^D	1.6
84	26 ^{Ea}	23 ^{Eb}	22 ^{Db}	24^E	0.6
98	21 ^{Fa}	22 ^{Ea}	22 ^{Da}	21^F	1.6
Promedio	27^a	26^a	23^b		
CV	1.9	1.0	1.2		

abcd= Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera, no son

diferentes ($P>0.05$); ABCD= Medias con la misma literal mayúscula en una misma columna, no son diferentes ($P>0.05$); CV= Coeficiente de variación.

3.3.5 Composición morfológica

La composición morfológica (%) del pasto bermuda cruza 1 al variar la intensidad y días de corte en época seca y lluvia, en el trópico seco de Oaxaca, México se observa en la Figura 3. El componente hoja fue mayor en la época de seca a los 14 y 28 días de rebrote cuando se deja 7 cm de altura de corte con un promedio de 65 % y menor en la época de lluvia a los 98 días de corte independientemente de la altura de corte con un promedio de 15 % ($p< 0.05$). El componente tallo fue variable pero dependió de la fecha y laltura de corte, sin embargo, donde se observa mayor porcentaje en promedio cuando se deja 4 cm de altura de corte en la época de lluvia con un porcentaje de 56 % y menor cuando se deja 10 cm de altura de corte a los 98 días de corte en la época de seca con 25 % ($p< 0.05$). En la época de seca el componente senescencia inicio a los 42 días después del corte independientemente de las diferentes alturas de corte con 27 % aumentando hasta el día 98 después del corte con 45 % ($p< 0.05$). Mientras que en lluvia inició entre los 14 y 28 días después del corte independientemente de las alturas de corte con un promedio de 8 % y amentó conforme pasó el tiempo de evaluación hasta los 98 días después del corte con un promedio de 24 % ($p< 0.05$). En una investigación realizada por Hernández (2012) donde evaluó el pasto bermuda en ocho semanas de corte obtuvo en la composición morfológica el mayor aporte por el componente hoja seguido por el tallo y finalmente la senescencia con 49, 27 y 24 %, respectivamente ($p< 0.05$) este autor determinó que la composición morfológica fue variable. Mismo comportamiento de crecimiento lo obtuvieron Rojas *et al.* (2024) en pasto mulato II quienes encontraron mayor porcentaje de hoja y menor tallo, mostrándose la senescencia a los 40 días de rebrote independientemente de la altura de corte y época del año.



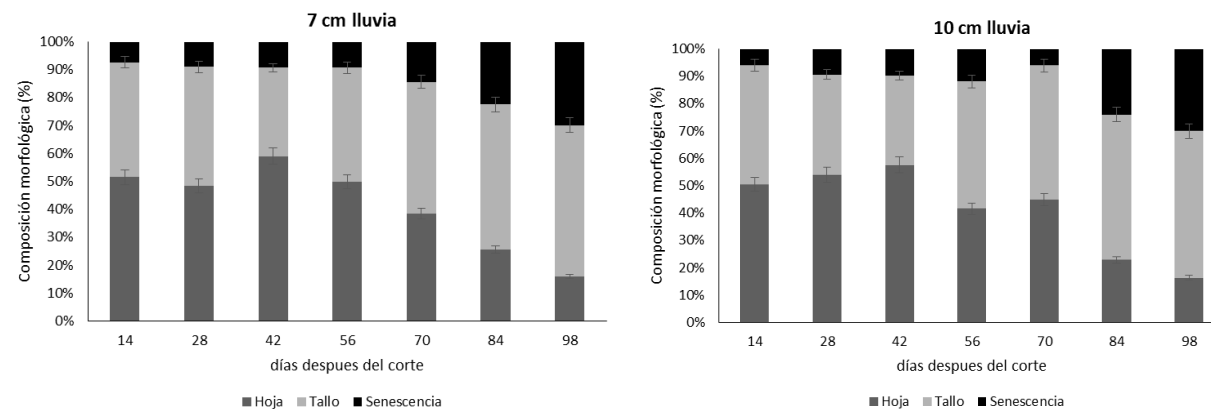


Figura 3. Composición morfológica (%) del pasto bermuda cruz 1 al variar la intensidad y días de corte en época seca y lluvia, en el trópico seco de Oaxaca, México.

3.4 CONCLUSIONES

Tanto en época de seca como en lluvia se debe realizar el corte a los 56 días después del corte de uniformidad a una altura de 4 cm ya que es donde se encontraron las mejores características estructurales y por tanto la calidad de la pradera, dando como consecuencia mayor producción animal.

3.5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Burton G W and WW Hanna (1995). Bermudagrass. pp. 421-429. In R. F. Barnes, D. A. Miller, and C. J. Nelson (ed.) Forages – The Science of Grassland Agriculture. Fifth Edition, Iowa State Univ. Press, Ames, IA.
- Castro RR, Hernández GA, Ramírez RO, Aguilar BG, Enríquez QFJ, Mendoza PSI. (2013). Crecimiento en longitud foliar y dinámica de población de tallos de cinco asociaciones de gramíneas y leguminosa bajo pastoreo. Rev Mex Cienc Pec. 4(2): 201-215.
- Conagua (Comisión Nacional del Agua). 2025. Estación 12208. bit.ly/3TWt7XG
- FAO (2023). El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación. Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria. Disponible en: www.fao.org/publications/sofa/2016/es/[Consultado: 10 de junio de 2025].
- García E (2004) Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koeppen. 4 edición. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 217p.
- Hallegatte S, Bangalore M, Bonzanigo L, Fay M, Kane T, Narloch U, Rozenberg J, Treguer D, Vogt-Schilb A (2016). Shock Waves: Managing the Impacts of Climate Change on Poverty. Climate Change and Development Series. Washington, DC, Banco Mundial.
- Harlan J R y J M J de Wet (1969). Some variation in *Cynodon dactylon* (L) Pers. Crop Sci. 9:774-78.

- Hernández HM, (2012). Rendimiento, tasas de crecimiento y componentes morfológicos de tres variedades de zacate bermuda [*Cynodon dactylon* (L.) Pers] en el valle de Mexicali, B.C.". Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Baja California. 96 p.
- Hernández G A, PA Martínez H, M Mena U M, J Pérez P y JF Enríquez Q (2002). Dinámica del rebrote en pasto insurgente (*Brachiaria brizantha* Hochst. stapf.) pastoreado a diferente asignación en la estación de lluvia. Téc. Pec. Méx. 40(2),193-205.
- Hill GM RN Gates y GW Burton (1993). Forage Quality and Grazing Steer Performance from Tifton 85 and Tifton 78 Bermudagrass Pastures. J. Anim. Sci. 71:3219-3225.
- Hill G M RN Gates y JW West (2001). Advances in Bermudagrass research involving new cultivars for beef and dairy production. J. Anim. Sci. 79:48-58.
- INEGI (2022) Censo Agropecuario 2022. www.inegi.org.mx/programas/ca/2022/. Fecha de consulta: 25 de abril de 2025.
- Jarillo-Rodríguez J, E Castillo-Gallegos, A Flores-Garrido, B Vallesde la Mora, L Ramírez, L Avilés, L, R Escobar-Hernández and E Ocaña-Zavaleta (2011). Forage yield, quality and utilization efficiency on native pastures under different stocking rates and seasons of the year in the Mexican humid tropic. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 13:417-427.
- Maldonado-Peralta MA, Aguirre HA, Rojas-García AR, García-Montalvo IA, Ortega-Acosta SÁ, Martínez-Vázquez J. (2024). Características y calidad de pastos *Urochloa* híbrido en el trópico seco de México. Ecosist. Recur. Agropec. Núm. Esp. IV: e4032. <https://doi.org/10.19136/era.a11nIV.4032>
- Marsalis MA, VG Allen, CP Brown and CJ Green (2007). Yield and nutritive value of forage Bermudagrasses Grown Using Subsurface Drip Irrigation in the Southern High Plains. Crop Sci. 47:1246-1254.
- McKenzie BA, D Kemp P, J Moot D, C Matthew and L Lucas, R (1999). Environmental effects on plant growth and development. In: New Zealand Pastures and Crop Science. Oxford University Press. 323 p.

- Muñoz-González JC, M Huerta-Bravo, A Lara B, R Rangel S y JL de la Rosa A (2016). Producción de materia seca de forrajes en condiciones de Trópico Húmedo en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(16), 3329-3341.
- Nurjaya IGMO and Tow PG (2001). Genotype and environmental adaptation as regulators of competitiveness. In: Phillip, G. and Alec Lazenby (eds.). *Competition and succession in pastures*. CABI Publishing. Wallingford UK. pp: 43-62.
- Ramírez de la R JL, DA Zambrano B, J Campuzano, V Acosta D, E Chacón M, Y Arceo B, J Labrada C y U Cabadiana H (2017). El clima y su influencia en la producción de los pastos, REDVET. *Revista Electronica de Veterinaria*. 18(6), 1-3.
- Rojas GAR, Maldonado PMA, Ortega ASA, Palemón AF, Pérez HH, Ventura RJ. (2024). Dinámica de formación de tallos, rendimiento y análisis bromatológico del pasto Mulato II (*Urochloa híbrido*) en el Trópico Seco de México. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*. 12(1): 1–10. doi: 10.17138/TGFT(12)1-10
- SAS. 2011. The SAS 9.2 for Windows. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina. USA.
- Terrazas PG, IF Báez (2004). Rendimiento de forraje de pastos del género *Cynodon* spp con riego y pastoreo en el desierto Chihuahuense. *Téc. Pec. Mex.* pp.16-27.
- Torres SN, M Moctezuma V, AR Rojas G, MA Maldonado P, A Gómez V y P Sánchez S (2020). Comportamiento productivo y calidad de pastos híbridos de *Urochloa* y estrella pastoreados con becerros. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, NE 24, 35-46.
- Ventura-Ríos J, Maldonado-Peralta M de los A, Santiago-Ortega MA, García-Salas A, Rojas-García AR (2024) Biomasa aérea y composición química de pastos *Urochloa* a diferente edad de crecimiento en trópico húmedo. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* Núm. Esp. IV: e4073. DOI: 10.19136/era.a11nIV.4073.

Woodard KR, LE Sollenberger, LA Sweat, DA Graetz, SJ Rymph and Y Joo (2007). Five year-round forage systems in a dairy effluent sprayfield: Phosphorus removal. J. Environ. Qual. 36:175-183.

IV. PRODUCCIÓN DE PASTO BERMUDA CRUZA I (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) ASOCIADO CON CACAHUATE FORRAJERO (*Arachis pintoi* CIAT 17434.) COSECHADOS A DIFERENTES ALTURAS Y EDAD, EN ÉPOCA DE SECA Y LLUVIA

PRODUCTION OF CROSS BERMUDA GRASS I (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) ASSOCIATED WITH FORAGE PEANUT (*Arachis pintoi* CIAT 17434.) HARVESTED AT DIFFERENT HEIGHTS AND AGES, IN DRY AND RAINY SEASON

RESUMEN

En México, las praderas para pastoreo en el trópico, necesitan estrategias de manejo, alturas de corte y fecha de cosecha mejorando la composición morfológica de las especies vegetales utilizadas para aumentar la calidad. El objetivo de la presente investigación fue determinar la producción de pasto bermuda cruz 1 (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) asociado con cacahuate forrajero (*Arachis pintoi* CIAT 17434.), cosechados a diferentes alturas y edad, en época de seca y lluvia en el trópico seco de México. Los tratamientos consistieron en diferentes días de corte: 14, 28, 42, 56, 70, 84 y 98 y a diferentes alturas de corte: 4, 7 y 10 cm, se realizaron dos análisis de crecimiento, en época de seca y de lluvia. Las variables evaluadas fueron: rendimiento total y por componente, relación hoja:tallo, radiación interceptada, composición morfológica, área foliar por tallo y tasa de crecimiento. El rendimiento total mayor se observó en la época de seca a una altura de corte de 4 cm y a los 84 días de corte, con 6332 kg MS ha⁻¹, y el menor rendimiento total cuando se da una altura de corte de 10 cm tanto en época de seca y lluvia a los 14 días de corte con 290 kg MS ha⁻¹ ($p < 0.05$). En general la tendencia en área foliar por tallo fue aumentando conforme pasó el tiempo de corte independientemente de la altura de corte y época del año en el pasto bermuda Cruz 1 hasta el día 70, sin embargo, en el cacahuate forrajero fue

en el día 85 y posteriormente disminuir hasta el día 98 ($p < 0.05$). Se obtuvo la mayor tasa de crecimiento a los 84 días de rebrote en la época de seca con $75 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ mientras que la menor tasa de crecimiento se obtiene en la época de lluvia a los 56 días de rebrote con un promedio de $8 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($p < 0.05$). Cosechar el forraje de pasto bermuda cruza 1 asociado con cacahuate forrajero tanto en la época de seca y lluvia dejando de 4 a 7 cm de altura de corte a los 70 días, ya que se encuentra buena proporción de hoja en ambas especies y posteriormente disminuye por consiguiente también la calidad de la pradera.

Palabras clave: seca, lluvia, leguminosa, gramínea, días de corte, alturas de corte

ABSTRACT

In Mexico, tropical pastures require management strategies, cutting heights, and harvest dates to improve the morphological composition of the plant species used and enhance quality. The objective of this research was to determine the yield of Bermuda grass cross I (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) intercropped with forage peanut (*Arachis pintoi* CIAT 17434), harvested at different heights and ages during the dry and rainy seasons in the dry tropics of Mexico. Treatments consisted of different cutting days: 14, 28, 42, 56, 70, 84, and 98, and different cutting heights: 4, 7, and 10 cm. Two growth analyses were performed, one during the dry season and one during the rainy season. The variables evaluated were: total yield and yield by component, leaf-to-stem ratio, intercepted radiation, morphological composition, leaf area per stem, and growth rate. The highest total yield was observed during the dry season at a cutting height of 4 cm and 84 days after cutting, with $6332 \text{ kg DM ha}^{-1}$, and the lowest total yield was observed at a cutting height of 10 cm in both the dry and rainy seasons at 14 days after cutting, with $290 \text{ kg DM ha}^{-1}$ ($p < 0.05$). In general, the trend in leaf area per stem increased with cutting time, regardless of cutting height and time of year, in Bermuda grass Cross

1 until day 70; however, in forage peanut, it increased at day 85 and subsequently decreased until day 98 ($p < 0.05$). The highest growth rate was obtained at 84 days of regrowth during the dry season, with 75 kg DM ha⁻¹ d⁻¹, while the lowest growth rate was obtained during the rainy season at 56 days of regrowth, with an average of 8 kg DM ha⁻¹ d⁻¹ ($p < 0.05$). Harvest the Bermuda grass cross 1 forage associated with forage peanut during both the dry and rainy seasons, leaving a cutting height of 4 to 7 cm at 70 days, as a good proportion of leaves is present in both species, and subsequently, the quality of the pasture also decreases.

Key words: dry, rain, legume, grass, cutting days, cutting heights.

4.1 INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción extensivos engloban: el diseño de las praderas para pastoreo, estrategias de suplementación y selección de las dietas que mejoren la calidad de los alimentos incorporados la calidad de la dieta varía de acuerdo a la composición botánica de las especies vegetales utilizadas (Pepeta *et al.*, 2022) y la calidad nutrimental cambia entre estaciones del año, el rendimiento está relacionado directamente con la precipitación (Ferreira *et al.*, 2013), las variaciones en la producción de forraje siempre mostrarán consecuencias en la producción animal (Hatfield y Walthall, 2014). Actualmente, deben buscarse alternativas de evaluación de la composición botánica, consumo de materia seca y la digestibilidad, para optimizar el momento en que hay mejor calidad (Mellado *et al.*, 2017), ya que siempre existen variaciones en la producción.

Existe una creciente demanda de realizar agricultura sostenible, las leguminosas y las gramíneas combinadas en entornos deteriorados en nutrientes, utilizan los recursos de manera eficiente, en conjunto producen más biomasa que cuando se establecen en monocultivo (Cardinale *et al.*, 2007). La asociación gramínea-leguminosa por la competencia mejoran la fijación de nitrógeno atmosférico (Nyfeler *et al.*, 2011) y disminuye la dependencia de nitrógeno sintético (Temperton *et al.*, 2007); y, proporciona mejoría económica al sistema de producción, así como disminuye el uso de insumos, principalmente de fertilizantes (Gomes *et al.*, 2020; Moura *et al.*, 2022).

Estudios realizados mencionan que las asociaciones son más productivas que los monocultivos, alcanzando 1.7 veces más cantidad de biomasa que en cultivos solos (Hooper y Dukes; 2004; Cardinale *et al.*, 2007). La leguminosa tiene mejor valor nutritivo que la gramínea, cultivadas en asociación, la gramínea aumenta el tiempo en llegar a la senescencia, la digestibilidad mejora (Dewhurst *et al.*, 2009; Zemenchik *et al.*, 2002) y, por consiguiente el rendimiento animal. El clima y la sequía afectan el desarrollo morfológico del forraje, cuando aumenta la radiación

disminuye la proteína cruda, pero mejora la digestibilidad y, el aumento de temperatura disminuye tanto la digestibilidad como el nitrógeno, respectivamente (Hatfield y Walthall, 2014; Sturludóttir, 2011).

Moura *et al.* (2022), evaluaron *Andropogon gayanus* asociado con *Stylosanthes* sp. y *Calopogonium mucunoides*, mencionan que la materia seca total es mayor en asociaciones, así como la relación hoja:tallo; se mejoró el valor nutrimental y aumentó el consumo de forraje, obteniendo ganancias de 143 g/día, en ovinos en crecimiento. Carvalho *et al.* (2017) y Lista *et al.* (2019) mencionan que *A. gayanus* puede mezclarse con leguminosas herbáceas para aumentar la calidad de los forrajes. Valoraciones nutrimentales de gramíneas asociadas con leguminosas, cosechadas a una edad de entre 35 y 45 días, obtuvieron 31.3 % de proteína cruda, 30.8 % de FDN y 15.9 % de FDA en trébol blanco (Vargas *et al.*, 2014). El cacahuate forrajero asociado con *Urochloa brizantha*, proporcionó fertilización nitrogenada a la gramínea y redujo las emisiones de metano entérico en novillas lecheras (Berça *et al.*, 2019; Longhini *et al.*, 2021).

El cacahuate forrajero ecotipo CIAT 18744, presenta entre 24 y 26 t MS ha⁻¹ año⁻¹ y en ensilado (Argel y Villarreal, 1998), el contenido de proteína cruda fue de 18.76 % (WingChing-Jones y Rojas-Bourrillón, 2006). El pasto bermuda alcanza rendimientos desde 20 hasta 25 ton/ha de MS, por ciclo de pastoreo (Burton y Hanna, 1995).

El pasto bermuda es una gramínea tropical persistente; pero éste, en la época de estiaje presenta bajo valor nutrimental, por lo que puede asociarse con leguminosas forrajeras que desarrollen en la región; entre ellas, podría asociarse con el cacahuate forrajero (*A. pintoi*) es una leguminosa tropical que mejora y aumenta la conservación de los suelos, fijando nitrógeno atmosférico y la calidad de la dieta de los animales (Enríquez y Quero, 2001), tolera el pisoteo durante el pastoreo y la sombra cuando se establece bajo plantas de mayor tamaño. Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue determinar la producción de

pasto bermuda cruzal (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) asociado con cacahuate forrajero (*Arachis pintoi* CIAT 17434.), cosechados a diferentes alturas y edad, en época de lluvia y seca, en el municipio de la Estancia Grande, Oaxaca, México.

4.2 MATERIALES Y MÉTODOS

4.2.1. Localización

El estudio se realizó durante la época de secas y lluvias que osciló de enero a diciembre de 2024, en una parcela del Instituto Tecnológico de Pinotepa, en la localidad de San José Estancia Grande Oaxaca. Ubicado en 16° 22' de L.N y 98° 13' de L.O., a una altura de 60 m.s.n.m. (García, 2004).

4.2.2. Datos climáticos

Presenta el tipo de clima subhúmedo-cálido Aw (w) ig, (García, 2004). La temporada de seca es de enero a junio con una precipitación acumulada de 14 mm y donde se aplicaron riegos de auxilio a capacidad de campo cada tercer día y la época de lluvias es de junio a diciembre; se tiene una precipitación acumulada de 1029 mm; agosto y septiembre es el mes más lluvioso. Por otra parte, la temperatura máxima fue en el mes de junio con 38 °C mientras que la temperatura menor fue en el mes de diciembre con 16 °C (Figura 4).

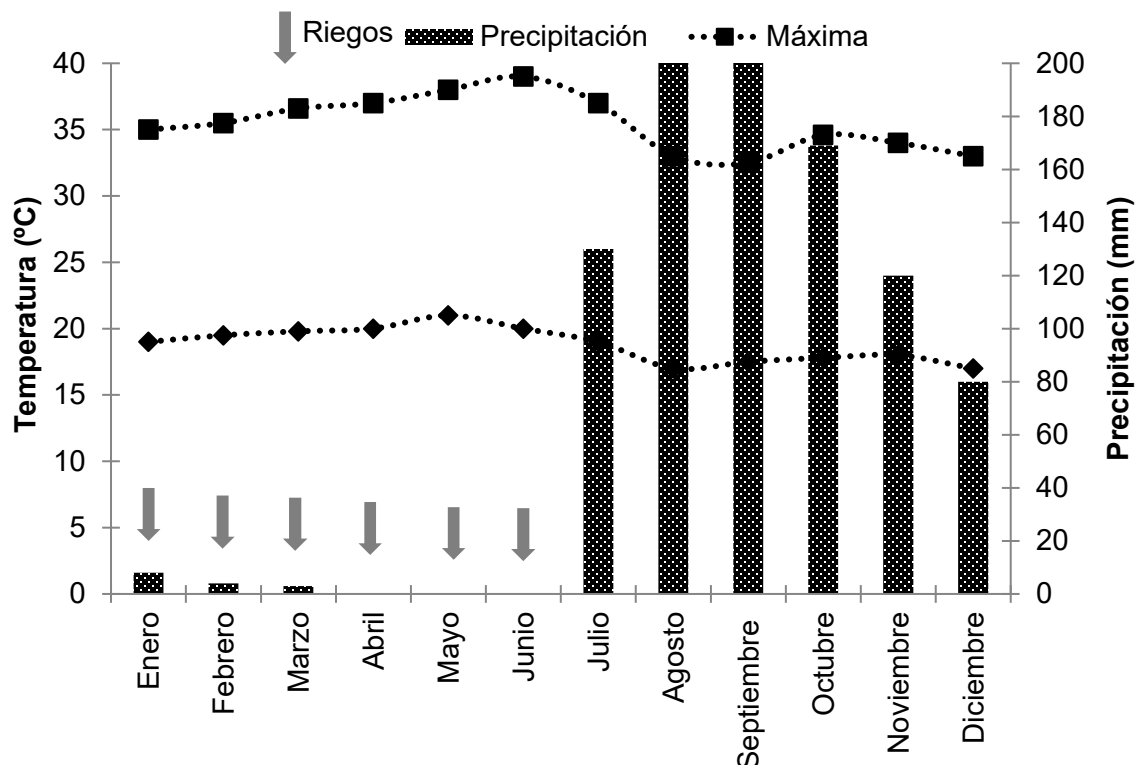


Figura 4. Precipitación, temperatura máxima y mínima durante el período de estudio en el municipio de San Jose Estancia Grande, Oaxaca en el año 2024. (CONAGUA, 2025)

4.2.3. Manejo de pradera y período de estudio

La asociación del cacahuate forrajero (*Arachis pintoï*) y el pasto bermuda cruza 1 se establecieron el 15 de septiembre del año 2023. La siembra se realizó en parcelas a una separación entre surcos de 50 cm sembrando intercalado un surco de la leguminosa *Arachis pintoï* y otro de la gramínea en ambas con una separación entre semilla de 5 cm siendo el de la leguminosa *Arachis pintoï* semilla pura viable y la gramínea material vegetativo tallos de pasto bermuda cortados de praderas establecidas de 2 años en la misma institución llevando inmediatamente a sembrar en la parcela experimental previamente surcada y depositando el materia vegetal de 5 tallos por piquete y con una profundidad de 10 cm. El suelo de la parcela mostró 0.5 % de materia orgánica y con textura arcillo limoso.

4.2.4. Tratamientos

Los tratamientos consistieron en diferentes días de corte: 14, 28, 42, 56, 70, 84 y 98 y a diferentes alturas de corte: 4, 7 y 10 cm realizando dos análisis de crecimiento una en época de seca y lluvia.

4.2.5. Variables a evaluar

4.2.5.1. Rendimiento de materia seca y por componente

En cada parcela experimental se evaluó el rendimiento de materia seca total y por componente del *Arachis pintoi* y pasto Bermuda Cruza 1, se realizaron muestreos de forma aleatoria en cada parcela útil, con un cuadro de 100 x 20 cm. y posteriormente el forraje cosechado se separó en sus componente: hoja, tallo y senescencia depositándolo en bolsas de papel etiquetados y en una estufa de aire forzado a 55 °C hasta peso constante para estimar la materia seca por hectárea.

4.2.5.2. Relación hoja: tallo

La relación hoja: tallo se obtuvo a partir de la composición morfológica, al dividir el componente seco de hoja entre tallo.

4.2.5.3. Radiación interceptada

Un día previo a cada corte, se tomaron al azar cinco lecturas de radiación por repetición, con el método del metro de madera en cada unidad experimental. Las lecturas se realizaron aproximadamente a las 13:00 h (hora para medir la cobertura en el dosel, porque el ángulo solar es alto y la intercepción de la luz cambia al mínimo). Para lo cual se colocó la regla en la superficie del suelo (debajo del dosel), con orientación sur-norte, e inmediatamente después, se contaron los centímetros sombreados, los cuales representan el porcentaje de radiación interceptada por el dosel vegetal.

4.2.5.4. Composición morfológica

Con el rendimiento de materia seca por componente se utilizó para obtener la composición morfológica en cada día y altura de corte.

4.2.5.5. Área foliar por tallo

Para determinar el área foliar por tallo, un día de cada corte y en las diferentes alturas se separaron las hojas de 5 tallos por repetición y se colocaron en un integrador de área foliar marca CID, Inc, modelo CI-202 de escáner, de donde se obtuvieron las lecturas en cm² por tallo.

4.2.5.6. Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento promedio por época del año, se calculó con los datos de rendimiento total obtenidos en cada corte y en cada una de las alturas, con la siguiente fórmula:

$$TC = R / T$$

Dónde: TC= tasa de crecimiento promedio estacional (kg MS ha⁻¹ d⁻¹); R= rendimiento total (kg MS ha⁻¹) y T= días transcurridos en cada corte.

4.2.6. Análisis estadístico

Los resultados se analizaron con el procedimiento de Modelos Mixtos (SAS, 2009), con diseño de bloques al azar y tres repeticiones. Las medias se compararon con la prueba ajustada de Tukey (p=0.05).

4.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.3.1 Rendimiento total y por componente

En la Figura 5 se observa el rendimiento total y por componente del cacahuate forrajero y pasto bermuda cruza 1 en época de seca y lluvia en un análisis de crecimiento de 98 días al variar las alturas de corte. El rendimiento total mayor se observa en la época de seca realizado una altura de corte de 4 cm y a los 84 días de corte con 6332 kg MS ha⁻¹ y el menor rendimiento total cuando se da una altura de corte de 10 cm tanto en época de seca y lluvia a los 14 días de corte con 290 kg MS ha⁻¹ ($p < 0.05$). En cuanto al componente hoja de pasto bermuda cruza 1 se observa en el día 84 en la época de seca el mayor rendimiento se obtuvo en el corte a 7 cm de altura con 2817 kg MS ha⁻¹ y el menor cuando se realizó el corte a 10 cm de altura en la época de lluvia a los 14 días de corte con 162 kg MS ha⁻¹ ($p < 0.05$). Lo que respecta al componente hoja del cacahuate forrajero en promedio el rendimiento mayor se obtiene cuando se realiza una altura de corte de 4 cm en la época de lluvia con 192 kg MS ha⁻¹ y menor en la época de lluvia en el corte de 10 cm de altura con un promedio de 72 kg MS ha⁻¹ ($p < 0.05$). En el componente de tallo de pasto Bermuda Cruza 1 donde se reporta mayor cantidad es en la estación de seca y cuando se realiza una altura de corte de 4 cm con un promedio de 1218 kg MS ha⁻¹ y menor cuando se realiza una altura de corte de 10 cm en la época de lluvia con un promedio de 314 kg MS ha⁻¹ ($p < 0.05$). En cuanto a los tallos del cacahuate forrajero fué nula la aportación en la época de lluvia independientemente de la altura de corte y mayor en la época de seca obteniendo en los ultimos días de corte de los 84 a los 98 con un promedio de 170 kg MS ha⁻¹ ($p < 0.05$). En la senescencia en la época de seca inició en el día 70 con un promedio de 742 kg MS ha⁻¹ el cual fue el menor aumentando conforme transcurrian los días de crecimiento hasta el día 98 con 599 kg MS ha⁻¹ ($p < 0.05$) y en la época de lluvia en promedio el menor y mayor rendimiento de senescencia fue a los 56 y 98 días de rebrote con 50 y 264 kg MS ha⁻¹, respectivamente ($p < 0.05$). En una investigación realizada por Hernández (2012) donde evaluó el pasto bermuda en ocho semanas de corte durante tres estaciones del año obtuvo el

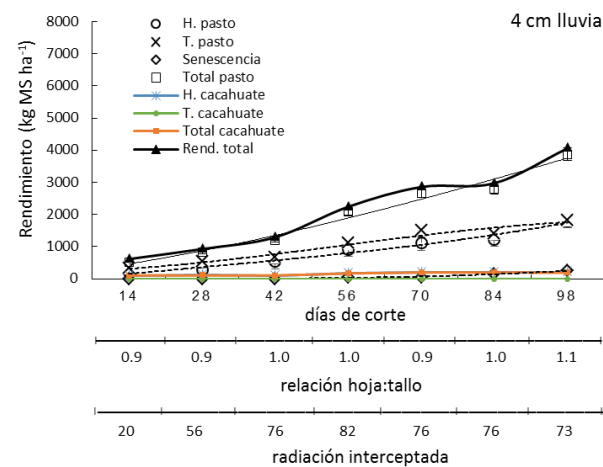
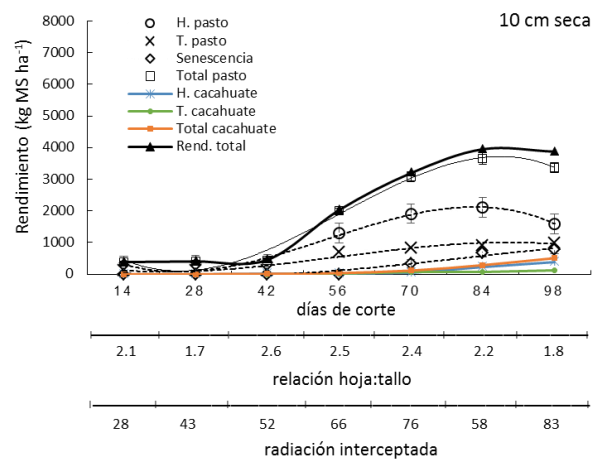
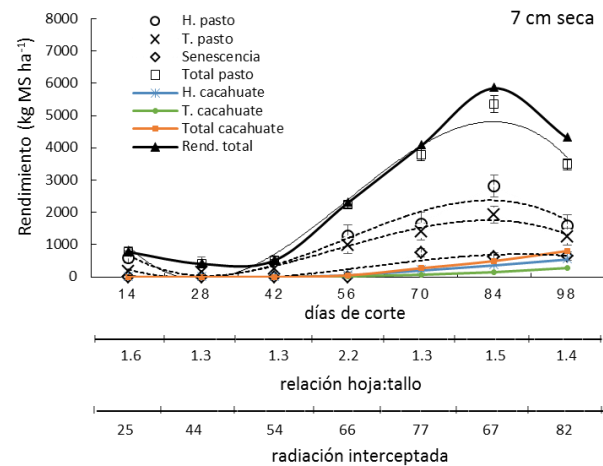
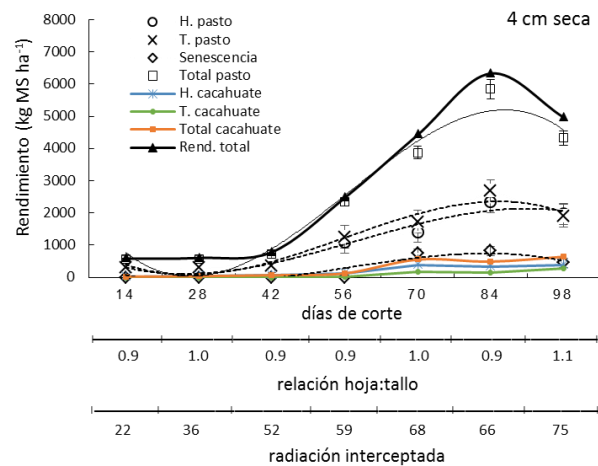
mayor rendimiento la semana ocho con 5852 kg MS ha⁻¹ y menor en la primera semana con 1568 kg MS ha⁻¹ ($p < 0.05$) teniendo un comportamiento similar a la de esta investigación. Este mismo autor obtuvo un rendimiento de hoja, tallo y senescencia en promedio con 2578, 1872 y 1200 kg MS ha⁻¹, respectivamente ($p < 0.05$) en promedio durante las estaciones del año.

4.3.2 Relación hoja:tallo

En la Figura 5 se observa la relación hoja:tallo de la asociación cacahuate forrajero con pasto bermuda cruz 1 en época de seca y lluvia en un análisis de crecimiento de 98 días al variar las alturas de corte. La relación hoja:tallo es el promedio de la leguminosa asociado con la gramínea dando como resultado en los días de corte y alturas de mayor relación hoja:tallo en las alturas de corte de 10 cm tanto en la época de seca como en la lluvia con un promedio de relación hoja:tallo de 2.2 y menor cuando se deja una altura de corte de 4 cm tanto en época de seca como en lluvia con 0.9 ($p < 0.05$). En cuanto a los resultados obtenidos entre días de corte fueron variables dependiendo la altura de corte y la época del año. En una investigación realizada por Hernández (2012) donde evaluó el pasto bermuda en ocho semanas de corte en tres estaciones del año obtuvo en promedio la mayor relación hoja:tallo en la tercera semana de evaluación con 6.9 y menor en la primera semana con 1.2 ($p < 0.05$) semejante a lo reportado en esta investigación. Por otra parte, Maldonado *et al.* (2024) reportan una relación hoja:tallo en pastos del género *Urochloa* en las primeras frecuencias de corte se obtuvo la relación hoja:tallo mayor, independientemente del pasto y disminuyó conforme transcurrió el tiempo de evaluación; el pasto que obtuvo la mayor relación hoja:tallo fue mulato II con 6 a los 7 días después del corte, Convert 330 y Convert 431 presentaron los valores menores, 0.9 en promedio ($p < 0.05$). En una investigación realizada por Pedroza *et al.* (2024) en *Lotus corniculatus* evaluaron la relación hoja:tallo y mostró los valores más altos con un promedio de 2.5 independientemente de las variedades y estaciones del año.

4.3.3 Radiación interceptada

En la Figura 5 se observa la radiación interceptada (%) de la asociación cacahuate forrajero asociado con pasto bermuda cruza 1 en época de seca y lluvia en un análisis de crecimiento de 98 días al variar las alturas de corte. La radiación interceptada en la pradera es el promedio de la leguminosa asociado con la gramínea dando como resultado la mayor radiación interceptada en la época de lluvia dejando una altura de corte de 10 cm con 70 % mientras que la menor fue en la época de seca con 4 cm de altura de corte con 54 % ($p < 0.05$). A los 14 días de corte en ambas épocas del año se observa la menor radiación interceptada con un promedio de 24.5 % y mayor en el día de corte 84 con 83 % de radiación ($p < 0.05$). Maldonado *et al.* (2024) en pastos del género *Urochloa* reportan que conforme aumentó la frecuencia de corte incrementó la radiación interceptada en los tres pastos hasta alcanzar un punto máximo a los 56 días de corte ($p < 0.05$) ellos obtienen mayor radiación interceptada con el 98 % en la frecuencia de corte de 56 días en los pastos mulato II y convert 330 mientras que en Convert 431 se reportó a los 56 días con el 95% de radiación interceptada ($p < 0.05$).



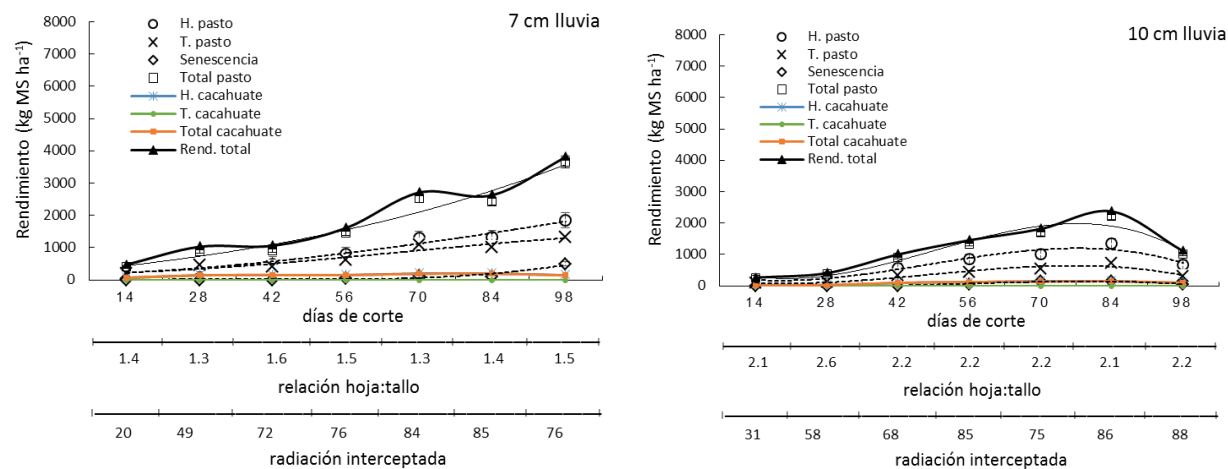
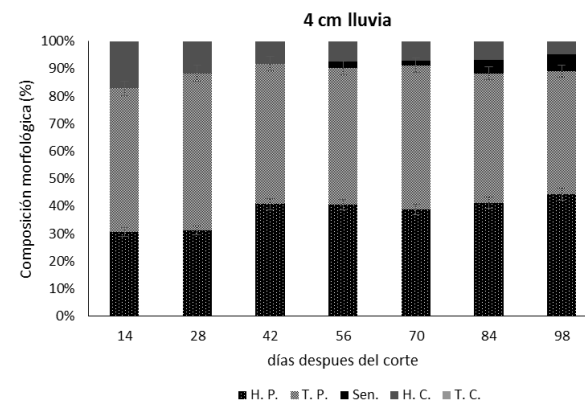
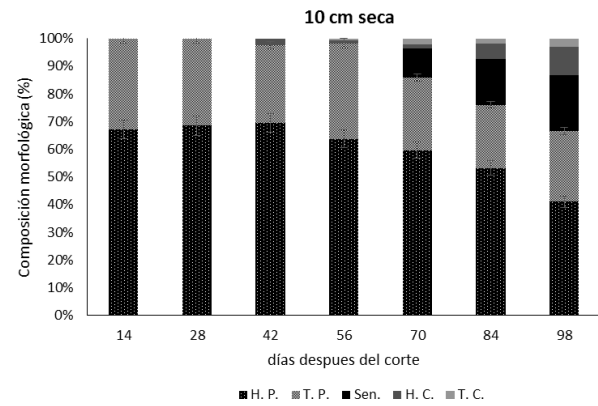
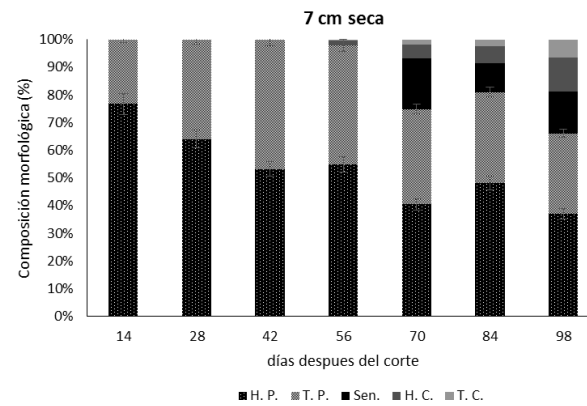
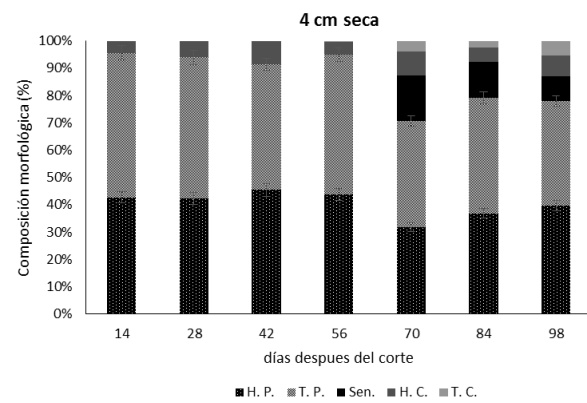


Figura 5. Rendimiento de materia seca total y por componente (kg MS ha^{-1}), relación hoja:tallo, radiación interceptada del pasto bermuda cruz 1 asociado con cacahuete forrajero al variar la intensidad y días de corte en época seca y lluvia, en el trópico seco de Oaxaca, México. (H. pasto= hoja del pasto bermuda, T. pasto= tallo del pasto bermuda, H. cacahuete= hoja del cacahuete forrajero, T. cacahuete= tallo del cacahuete forrajero, Rend. total= Rendimiento total de la asociación).

4.3.4. Composición morfológica

La composición morfológica (%) del cacahuate forrajero asociada con pasto bermuda Cruza 1 al variar la intensidad y días de corte en época seca y lluvia, en el trópico seco de Oaxaca, México se observa en la Figura 6. El componente hoja de pasto bermuda cruza 1 fue el que obtuvo mayor porcentaje con un promedio de 45 % se tuvo en la época de seca con el corte a 10 cm el mayor porcentaje con 63 % ($p < 0.05$). En cuanto a la cantidad de hoja en cacahuate forrajero el mayor porcentaje se observa en la época de seca del día 70 al 98 con un promedio de 14 % mientras que en lluvia fue menor el aporte con un 5 % de hoja ($p < 0.05$). El componente tallo en pasto bermuda cruza 1 fue variable dependiendo la fecha de corte y la altura de corte, sin embargo, donde se observa mayor porcentaje en promedio cuando se deja 4 cm de altura de corte en la época de lluvia con un porcentaje de 54 % y menor cuando se deja 10 cm de altura de corte a los 98 días de corte en la época de seca con 22 % ($p < 0.05$). En tanto el porcentaje de tallo de cacahuate forrajero solo se reportó en la época de seca con un promedio de 8 % iniciando a partir del día 70 después del corte de uniformización independientemente de las alturas de corte ($p < 0.05$). En la época de seca el componente senescencia inició a los 70 días después del corte independientemente de las diferentes alturas de corte con un promedio de 17 % ($p < 0.05$). Mientras que en lluvia inició en el día 56 después del corte independientemente de las alturas de corte con un promedio de 4 % y aumentó conforme pasó el tiempo de evaluación hasta los 98 días después del corte con un promedio de 14 % ($p < 0.05$). En una investigación realizada por Hernández (2012) donde evaluó del pasto bermuda en ocho semanas de corte obtuvo en la composición morfológica el mayor aporte por el componente hoja seguido por el tallo y finalmente la senescencia con 49, 27 y 24 %, respectivamente ($p < 0.05$) este autor consigna que la composición morfológica fue variable. En una investigación con pastos del género *Urochloa* Maldonado *et al.* (2024) reportan en la composición morfológica independientemente del pasto en el corte al día 7 se observó mayor porcentaje de hoja con un promedio de 100 %; sin embargo, a partir del día 14 al 56 después del corte de homogenización tendió a aumentar el

tallos entre 20 a 30 % y disminución de la hoja entre 80 y 70%, respectivamente ($p < 0.05$), por otra parte, el pasto Convert 330 obtuvo la mayor senescencia en el día 56 después del corte con 13 % y los valores menores se presentaron en los pastos mulato II y convert 431, teniendo el aporte a partir de la frecuencia de corte de 35 a 56 días con un promedio de 3% de senescencia ($p = 0.05$).



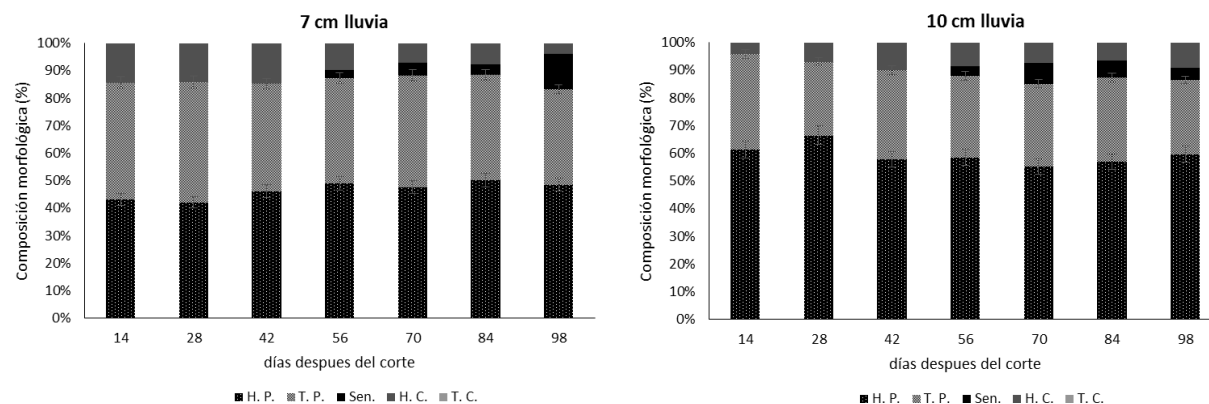
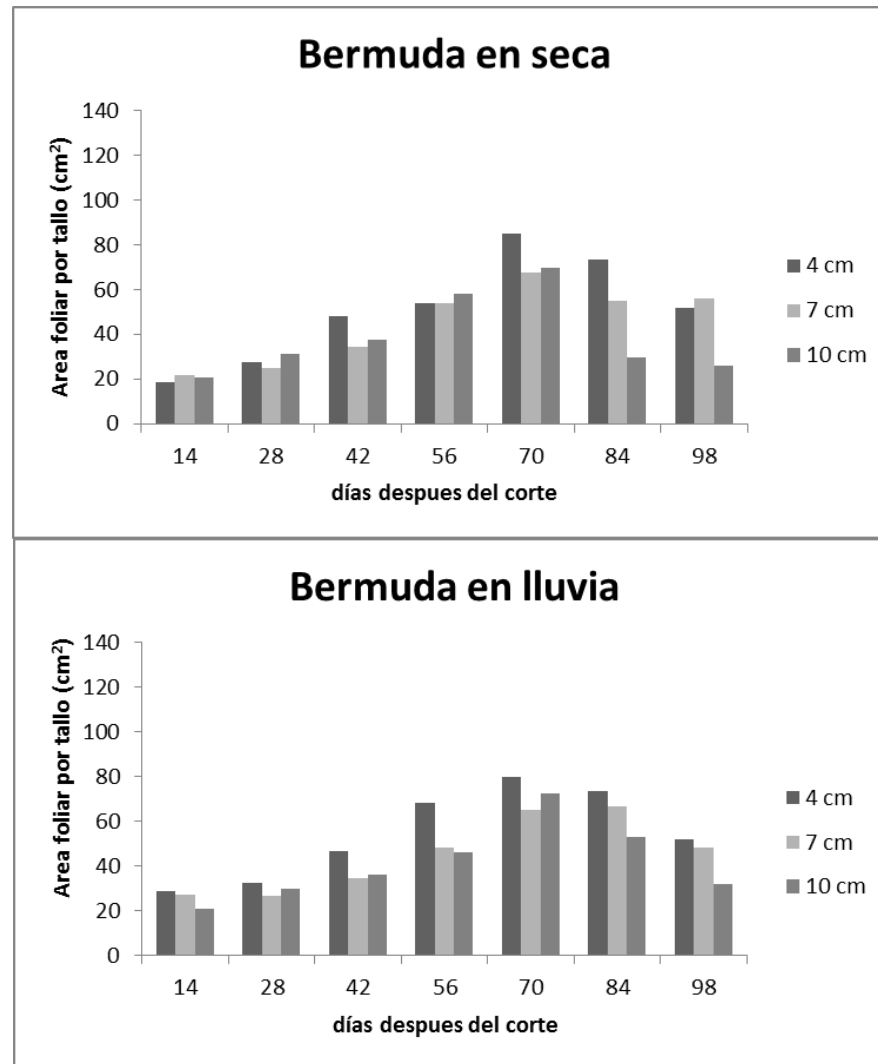


Figura 6. Composición botánica (%)del pasto bermuda cruza 1 asociado con cacahuate forrajero al variar la intensidad y días de corte en época seca y lluvia, en el trópico seco de Oaxaca, México. (H. P.= hoja del pasto bermuda, T. P.= tallo del pasto bermuda, Sen.= Senescencia, H. C.= hoja del cacahuate forrajero, T. C.= tallo del cacahuate forrajero).

4.3.5. Área foliar por tallo

El área foliar por tallo del pasto bermuda cruza 1 asociado con cacahuate forrajero al variar la intensidad y días de corte en la época seca y lluvia, en el trópico seco de Oaxaca se observa en la Figura 7. En general la tendencia en área foliar por tallo fue aumentando conforme pasó el tiempo de corte independientemente de la altura de corte y época del año en el pasto bermuda cruza 1 hasta el día 70, sin embargo, en el cacahuate forrajero fue en el día 85 y posteriormente disminuir hasta el día 98 ($p < 0.05$). La altura de corte de 4 cm en el pasto bermuda cruza 1 fue mayor el área foliar por tallo en época de seca con un promedio de 85 cm^2 a los 70 días mientras que el menor igualmente fue en la época de seca pero a los 14 días independientemente de la altura de corte con un promedio de 20 cm^2 de área foliar por tallo ($p < 0.05$). El mayor índice por tallo en cacahuate forrajero se observa el mayor valor en la época de seca a los 84 días de rebrote y a 10 cm de altura de corte con 126 cm^2 de área foliar por tallo y el menor resultado fue a los 14 días de corte en la época de seca y con una altura de 7 y 10 cm con 19 cm^2 de área foliar por tallo ($p < 0.05$). En una investigación realizada por Pedroza *et al.* (2024) en *Lotus corniculatus* evaluaron el índice de área foliar y mostró los valores más altos en el período de primavera, verano los cuales corresponden a las estaciones con mayor temperatura. Otros investigadores (Ramirez-Villalobos *et al.*, 2023) consignan que el índice de área foliar por tallo depende de las condiciones climáticas y especie evaluada reportando el mayor cuando se registra los días más soleados en *Clitoria ternatea* L. Castro *et al.* (2013) en pasto ovillo, ballico asociados con trebol blanco observó un área foliar por tallo variable de la leguminosa dependiendo la estación de año y asociación reforzando una mayor área foliar cuando se tiene mayor temperatura. En una investigación por Davila *et al.* (2011) en Cacahuate forrajero observan que a medida que se incrementa la altura de corte aumenta el área foliar, con valores promedio en los dos años de estudio de 7,7, 10 y $10,9 \text{ cm}^2$ para 0, 5 y 10 cm, respectivamente y la reducción del tamaño de las hojas cuando la planta se cosecha a ras de suelo.



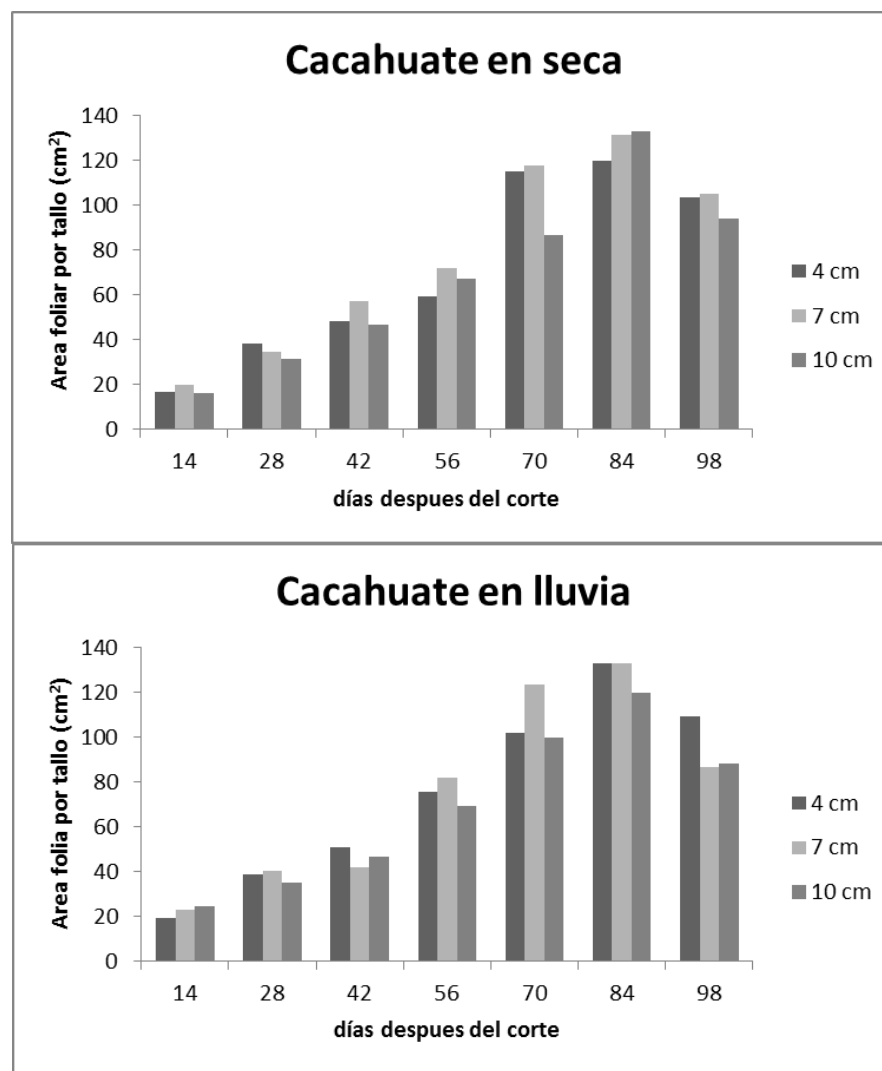


Figura 7. Área foliar por tallo (cm^2) del pasto bermuda cruz 1 asociado con cacahuete forrajero al variar la intensidad y días de corte en época seca y lluvia, en el trópico seco de Oaxaca, México.

4.3.6. Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento de pasto bermuda cruza 1 asociado con cacahuate forrajero al variar la intensidad y días de corte en la época de seca y lluvia en el trópico seco de Oaxaca se observa en el Cuadro 2. Se obtuvo la mayor tasa de crecimiento a los 84 días de rebrote en la época de seca con $75 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ mientras que la menor tasa de crecimiento se obtiene en la época de lluvia a los 56 días de rebrote con un promedio de $8 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($p < 0.05$). La estación de seca obtuvo mayor tasa de crecimiento con un promedio de $33 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ y menor en la estación de lluvia con $30 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($p < 0.05$). En una investigación realizada por Hernández (2012) donde evaluó el pasto bermuda en ocho semanas de corte en las estaciones del año obtuvo la mayor tasa de crecimiento en la primer semana con un promedio de $199 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ y menor a la tercer semana de corte con $15 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($p < 0.05$) este autor consigna que la tasa de crecimiento fue muy variable. En otra investigación (Maldonado *et al.*, 2024) en pastos *Urochloa* mencionan que existió un crecimiento conforme aumentó la edad de rebrote hasta alcanzar un punto máximo en todos los pastos y la mayor tasa de crecimiento se obtuvo a los 49 días en los tres pastos con 110, 83 y $60 \text{ kg ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$ de MS para mulato II, Convert 330 y Convert 431, respectivamente ($p < 0.05$). Mientras que convert 431 presentó la menor tasa de crecimiento, $20 \text{ kg ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$ de MS a los 14 días después del corte ($p < 0.05$) comportamiento similar a la de la presente investigación.

Cuadro 2. Tasas de crecimiento (kg MS ha⁻¹ d⁻¹) del pasto bermuda cruza 1 asociado con cacahuete forrajero al variar la intensidad y días de corte en época seca y lluvia, en el trópico seco de Oaxaca, México.

Intensidad					
Cortes	Época de seca				
días	4 cm	7 cm	10 cm	Promedio	CV
14	41Ba	34Cb	28Cc	34CD	4.6
28	21Da	17EFb	14Ec	17F	4.4
42	14DEa	11Fb	10Fc	11G	3.9
56	11Ea	10Fab	8Fb	10G	3.4
70	63Aa	58Bb	54Ac	58B	1.6
84	75Aa	70Aa	41ABb	62A	1.1
98	43Ba	39Cb	38Bb	40C	1.6
Promedio	38a	34b	28c		
	Época de lluvia				
14	46B	31D	21DE	32D	4.1
28	36C	35C	14E	28EF	3.4
42	31C	25E	20DE	25EF	2.7
56	40B	28E	18E	29EF	1.6
70	41B	39C	20DE	33D	1.7
84	35C	30D	28C	31E	2.9
98	41B	39C	10F	30E	1.9
Promedio	38a	32b	19c		

abcd= Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera, no son diferentes (P>0.05); ABCD= Medias con la misma literal mayúscula en una misma columna, no son diferentes (P>0.05); CV= Coeficiente de variación.

4.4 CONCLUSIONES

Es necesario cosechar el forraje de pasto bermuda cruza 1 asociado con cacahuate forrajero tanto en la época de seca y lluvia dejando de 4 a 7 cm de altura de corte a los 70 días, ya que se encuentra buena proporción de hoja en ambas especies y posteriormente disminuye por siguiente también la calidad de la pradera.

4.5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Argel P y M Villareal (1998). Nuevo maní forrajero perenne (*Arachis pintoii* Krapovickos y Gregory). Leguminosa herbácea para alimentación animal, el mejoramiento y conservación del suelo y el embellecimiento del paisaje. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG), Centro Internacional de Agricultura Tropical. Boletín Técnico: 32 p.
- Berça AS, ADS Cardoso, VZ Longhini, LO Tedeschi, RM Boddey, A Berndt, RA Reis and AC Ruggieri (2019). Methane production and nitrogen balance of dairy heifers grazingpalisade grass cv. Marandu alone or with forage peanut. Journal of Animal Science, 97(11), 4625–4634. <https://doi.org/10.1093/jas/skz310B>
- Burton GW and WW Hanna (1995). Bermudagrass. pp. 421-429. In R. F. Barnes, D. A. Miller, and C. J. Nelson (ed.) Forages – The Science of Grassland Agriculture. Fifth Edition, Iowa State Univ. Press, Ames, IA.
- Cardinale BJ, JP Wright, MW Cadotte, IT Carroll, A Hector and DS Srivastava (2007). Impacts of plant diversity on biomass production increase through time because of species complementarity. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 104(46), 18123-18128.
- Carvalho WF, ME Oliveira, AA Alves, RL Moura and AS Moura RM (2017). Energy supplementation in goats under a silvopastoral system of tropical grasses and leucaena. Rev. Ciênc. Agron. 48, 199-207. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170023>.
- Castro RR, Hernández GA, Ramírez RO, Aguilar BG, Enríquez QFJ, Mendoza PSI. (2013). Crecimiento en longitud foliar y dinámica de población de

tallos de cinco asociaciones de gramíneas y leguminosa bajo pastoreo. Rev Mex Cienc Pec. 4(2): 201-215.

Conagua (Comisión Nacional del Agua). 2025. Estación 12208. bit.ly/3TWt7XG

Dávila C, Urbano D, Castro F. (2011). Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre tres variedades de maní forrajero (*Arachis pintoï*) en el estado Mérida II. Características morfológicas y producción de semilla. Zootecnia Trop. 29(1), 1-6.

Dewhurst RJ, L Delaby, A Moloney, T Boland and E Lewis (2009). Nutritive value of forage legumes used for grazing and silage. Irish Journal of Agricultural and Food research, 167-187.

Enríquez QJF y AR Quero C (2001). Producción de semilla de cacahuete forrajero con siete dosis de cal y tres fechas de cosecha. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, pp: 31-38.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61339103>

Ferreira LMM, R Celaya R Benavides BM Jáuregui U García, AS Santos, RR García, MAM Rodrigues and K Osoro (2013). Foraging behaviour of domestic herbivore species grazing on heathlands associated with improved pasture areas. Livest. Sci., 155, 373–383.

García E (2004) Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. 4 edición. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 217p.

Gomes FJ, C Bosi, BC Pedreira, PM Santos and GS Pedreira C (2020). Parameterization of the APSIM model for simulating palisade grass growth under continuous stocking in monoculture and in a silvopastoral system. Agricultural Systems 184. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102876>.

Hatfield JL and CL Walthall (2014). Climate Change: Cropping System Changes and Adaptations. In: Van Alfen NK (ed) Encyclopedia of Agriculture and Food Systems. Academic Press, Oxford. pp: 256-265.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52512-3.00003-6>

Hernández HM, (2012). Rendimiento, tasas de crecimiento y componentes morfológicos de tres variedades de zacate bermuda [*Cynodon dactylon* (L.) Pers] en el valle de Mexicali, B.C.". Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Baja California. 96 p.

- Hooper DU and JS Dukes (2004). Overyielding among plant functional groups in a long-term experiment. *Ecology Letters*, 7(2), 95-105.
- Lista FN, BB Deminiciis, CC Almeida J, AC Araujo S and PG Zanella (2019). Forage production and quality of tropical forage legumes submitted to shading. *Cienc. Rural* 49, 1–13. <https://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20170726>.
- Longhini VZ, AS Cardoso, AS Berça, RM Boddey, RA Reis, JCB Dubeux Jr. and AC Ruggieri (2021). Could forage peanut in low proportion replace N fertilizer in livestock systems? *PLoS One*, 16(3), e0247931. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247931>
- Maldonado-Peralta MA, Aguirre HA, Rojas-García AR, García-Montalvo IA, Ortega-Acosta SÁ, Martínez-Vázquez J. (2024). Características y calidad de pastos *Urochloa* híbrido en el trópico seco de México. *Ecosist. Recur. Agropec. Núm. Esp. IV*: e4032. <https://doi.org/10.19136/era.a11nIV.4032>
- Maldonado-Peralta MA, AR Rojas-García y O Cristobal-Santiago (2023). Yield and chemical quality of chepil (*Crotalaria longirostrata* Hook. & Arn) forage at different sowing densities and cutting frequency. *Agrociencia*, 57(8), 1-12. DOI: <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v57i8.2695>
- Mellado M, JA Villarreal-Quintanilla, MA Medina-Morales, J Arevalo, J García and C Meza-Herrera (2017). Seasonal diet composition and forage selectivity of Boer goats in a semi-arid gypsophilous grassland. *Afr. J. Range Forage Sci.*, 34, 191–199.
- Moura RL, ME Oliveira, WF Carvalho, MM Rodrigues, MS Santos, RL Edvan, AL Abdalla, MZ Moreira y EM Silva (2022). Evaluation of grass and legume tropical mixtures and performance of grazed sheep. *South African Journal of Animal Science*, 52 (1), 23-33. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20220279830>
- Nyfeler D, O Huguenin-Elie, S Matthias, E Frossard and A Lüscher (2011). Grasslegume mixtures can yield more nitrogen than legume pure stands due to mutual stimulation of nitrogen uptake from symbiotic and non-symbiotic sources. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 140(1-2), 155-163.

- Ramírez-Villalobos MC, Urdaneta-Fernández AS, Suárez H, Mercado W, Iglesias-Gómez JM. (2023). Distribución de materia seca, área foliar y calidad nutricional en dos genotipos de *Clitoria ternatea* L. Pastos y Forrajes, 46, 1-9.
- Rojas GAR, Maldonado PMA, Ortega ASA, Palemón AF, Pérez HH, Ventura RJ. (2024). Dinámica de formación de tallos, rendimiento y análisis bromatológico del pasto Mulato II (*Urochloa híbrido*) en el Trópico Seco de México. Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales. 12(1): 1–10. doi: 10.17138/TGFT(12)1-10
- SAS. 2011. The SAS 9.2 for Windows. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina. USA.
- Pedroza SA, Xolocotzi AS, Trejo CR, García de los SG, Álvarez VP, Arreola ÁJG. (2022). Índice de área foliar e indicadores de productividad forrajera de *Lotus corniculatus* L. en diferentes contenidos de humedad del suelo y estaciones del año. Rev Mex Cienc Pecu 15(1):17-31. <https://doi.org/10.3390/agronomy12102456>.
- Sturludóttir E (2011). Forage Quality and Yield in Grass-Legume Mixtures in Northern Europe and Canada, Master's thesis, Faculty of Physical Sciences, University of Iceland, pp. 62.
- Temperton VM, PN Mwangi, M Scherer-Lorenzen, B Schmid and N Buchmann (2007). Positive interactions between nitrogen-fixing legumes and four different neighbouring species in a biodiversity experiment. Oecologia, 151(2), 190-205.
- Vargas J, M Pabón y J Carulla (2014). Producción de metano in vitro en mezcla de gramíneas-leguminosas del trópico alto colombiano. Arch. Zootec. 63 (243):397-407. DOI: <http://doi.org/10.4321/S0004-05922014000300001>.
- Ventura-Ríos J, Maldonado-Peralta M de los A, Santiago-Ortega MA, García-Salas A, Rojas-García AR (2024) Biomasa aérea y composición química de pastos *Urochloa* a diferente edad de crecimiento en trópico húmedo. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios Núm. Esp. IV: e4073. DOI: 10.19136/era.a11nIV.4073.

WingChing-Jones R y A Rojas-Bourrillón (2006). Composición nutricional y características fermentativas del ensilaje de maní forrajero *Agronomía Costarricense*, 30(1), pp. 87-100.

Zemenchik RA, KA Albrecht and RD Shaver (2002). Improved nutritive value of kura clover and birds foot trefoil-grass mixtures compared with grass monocultures. *Agronomy Journal*, 94(5), 1131-1138.

V. PRODUCCIÓN DE CACAHUATE FORRAJERO (*Arachis pinto* CIAT 17434.) CON DIFERENTES ALTURAS Y EDAD DE CORTE, EN ÉPOCA DE SECA Y LLUVIA

PRODUCTION OF FORAGE PEANUT (*Arachis pinto* CIAT 17434.) WITH DIFFERENT HEIGHTS AND CUTTING AGE, IN DRY RAINY SEASON

RESUMEN

Las leguminosas son de importancia en la producción pecuaria, ya que éstas mejoran la calidad del forraje utilizado, aparte de seleccionar una especie rica en calidad, también, se mejora con estrategias de manejo manipulando la composición morfológica. El objetivo de la presente investigación fue evaluar la producción de cacahuate forrajero (*Arachis pinto* CIAT 17434.), con diferentes alturas y edad de corte, en época seca y lluvia, en el trópico seco de México. Los tratamientos consistieron en diferentes días de corte: 14, 28, 42, 56, 70, 84 y 98 y a diferentes alturas de corte: 4, 7 y 10 cm realizando dos análisis de crecimiento una en época de seca y lluvia. Las variables evaluadas fueron: rendimiento total y por componente, relación hoja:tallo, área foliar por tallo, composición morfológica y la tasa de crecimiento. El rendimiento total mayor se observa en la época de lluvia realizando una altura de corte de 4 cm y a los 70 días de corte con 1584 kg MS ha⁻¹ y el menor rendimiento total cuando se da una altura de corte de 10 cm en época de seca a los 14 días de corte con 339 kg MS ha⁻¹ ($p < 0.05$). Independientemente de los días de corte y alturas la mayor relación hoja:tallo fueron en los días de corte de 56 y 70 días en la época de lluvia con un promedio de 10 de relación hoja:tallo y menor en el día 98 con un promedio de 1.1 ($p < 0.05$). Se reporta la mayor tasa de crecimiento a los 14 días de rebrote en la época de lluvia dejando una altura de corte de 4 a 7 cm con un promedio de 29.5 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ mientras que la menor tasa de crecimiento se obtiene en la época de lluvia a los 98 días de rebrote con un promedio de 7 kg MS ha⁻¹ d⁻¹, independientemente de la altura de corte ($p < 0.05$). Se recomienda realizar el corte de cacahuate forrajero de 4 a 7

cm de altura y de 56 a 70 días de rebrote de seca y lluvia, respectivamente ya que ahí se observa mayor rendimiento y buen aporte de hoja que es lo que se necesita para una mejor calidad de forraje.

Palabras clave: leguminosa, altura de corte, días de corte, tasa de crecimiento.

ABSTRACT

Legumes are important in livestock production because they improve the quality of the forage used. Besides selecting a high-quality species, improvements can also be made through management strategies that manipulate morphological composition. The objective of this research was to evaluate the production of forage peanut (*Arachis pintoi* CIAT 17434) at different cutting heights and ages during the dry and rainy seasons in the dry tropics of Mexico. The treatments consisted of different cutting times (14, 28, 42, 56, 70, 84, and 98 days) and different cutting heights (4, 7, and 10 cm). Two growth analyses were performed, one during the dry season and one during the rainy season. The variables evaluated were: total yield and yield by component, leaf-to-stem ratio, leaf area per stem, morphological composition, and growth rate. The highest total yield was observed during the rainy season with a cutting height of 4 cm and at 70 days after cutting, with 1584 kg DM ha⁻¹, and the lowest total yield was observed with a cutting height of 10 cm during the dry season at 14 days after cutting, with 339 kg DM ha⁻¹ ($p < 0.05$). Regardless of the cutting days and heights, the highest leaf-to-stem ratio was observed at cutting days 56 and 70 during the rainy season, with an average of 10, and the lowest at day 98 with an average of 1.1 ($p < 0.05$). The highest growth rate was reported 14 days after regrowth during the rainy season, with a cutting height of 4 to 7 cm and an average yield of 29.5 kg DM ha⁻¹ d⁻¹. The lowest growth rate was observed during the rainy season at 98 days after regrowth, with an average yield of 7 kg DM ha⁻¹ d⁻¹, regardless of the cutting height ($p < 0.05$). It is recommended to cut forage peanut at a height of 4 to 7 cm and between 56 and 70 days after regrowth during the dry and rainy seasons,

respectively, as this results in higher yields and a good supply of leaves, which is essential for improved forage quality.

Key words: legume, cutting height, cutting days, growth rate.

5.1 INTRODUCCIÓN

En la producción de alimentos para el ganado lo más importante es la calidad del forraje utilizado, donde se consideran como factores determinantes la etapa fenológica y la composición botánica del mismo; debido a qué, cuando es mayor la digestibilidad del forraje, la producción de contaminantes disminuye, entre ellos el metano (Pereira *et al.*, 2015); en cuanto al uso de leguminosas para la alimentación de rumiantes, estas aumentan considerablemente la calidad de la alimentación, por la proteína incorporada a la dieta; y, por sus componentes, principalmente taninos, lo que disminuye las emisiones de metano (Eugène *et al.*, 2021; Sousa *et al.*, 2024).

En las regiones tropicales y subtropicales, donde se manejan sistemas extensivos de producción animal, durante la temporada de estiaje la producción de forraje y su calidad disminuyen (Gutiérrez, 1996; WingChing-Jones y Rojas-Bourrillón, 2006), consecuentemente el rendimiento de leche y carne, viéndose afectada la producción de los hatos ganaderos, ya que estos sistemas dependen la mayor parte del forraje para la alimentación; por consiguiente, es necesaria la búsqueda de alternativas de producción de forraje, principalmente para la época seca del año. El uso de alimentos con calidad proteíca, de bajo costo, como leguminosas (Luscher *et al.*, 2014), ya sea soya forrajera (Ríos-Hilario *et al.*, 2023), guaje (Rojas-García *et al.*, 2021), chepil (Maldonado-Peralta *et al.*, 2023) o cacahuate forrajero (Song *et al.*, 2023), en diferentes presentaciones, generados por los mismos productores, trae beneficios significativos en el rancho ganadero.

El cacahuate forrajero (*A. pintoï*) puede emplearse en bancos de proteína, sembrarse solo o asociado con gramíneas para pastoreo directo (Gondim Filho *et*

al., 2020; WingChing-Jones y Rojas-Bourrillón, 2006) o como cobertura vegetal en sistemas productores de árboles frutales o forestales, aumenta la productividad del ganado (Sousa *et al.*, 2023), ya que presenta características similares a las de la alfalfa (Song *et al.*, 2023). La incorporación de esta leguminosa a la dieta animal, con alto contenido de proteína y digestibilidad (Gomes *et al.*, 2018; Longhini *et al.*, 2020); ya sea en fresco, deshidratado, en harina o en ensilado, es una alternativa que disminuye el ingreso de alimentos balanceados, y su establecimiento en los potreros reduce la incorporación de fertilizantes nitrogenados, por su capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico, entre 88 y 244 kg N ha⁻¹ año⁻¹ (Carvalho *et al.*, 2019; Longhini *et al.*, 2020), mejorando significativamente el entorno natural, económico y hasta social.

El cacahuate forrajero cuando se emplea en pastoreo intensivo, aumenta la producción de hojas y por ende el área foliar y la biomasa total del forraje (Costa *et al.*, 2020), mostrando alta tolerancia al pisoteo. Romero *et al.* (2022), evaluaron la calidad proteínica y la aceptación de tres leguminosas forrajeras (*Arachis pintoii*, *Stylosanthes guianensis* y *Centrocema macrocarpum*) con terneras Girolando, obtuvieron 16.98, 14.45 y 16.32 % de proteína cruda, en cuanto a la aceptación y preferencia *A. pintoii* fue el mejor con un consumo de 8.8 gMS/min y 45.97 %, respectivamente. En cuanto a la calidad química, el forraje de *A. pintoii* cosechado a los 30 días presentó 24.5 % de PC y 66.42 % de DIVMS (Godoy *et al.*, 2012).

Las leguminosas permiten la introducción de sistemas sustentables. En la región de la costa chica de Oaxaca, el cacahuate forrajero no cuenta con investigación alguna en la zona, es una alternativa que presenta calidad nutrimental, puede establecerse en los terrenos agroforestales, silvopastoriles y huertas de mango o coco, ya sea como cobertura vegetal y que a la vez alimente al ganado, así como fitomejorador del suelo. El objetivo de la presente investigación fue evaluar la producción de cacahuate forrajero (*Arachis pintoii* CIAT 17434.), con diferentes alturas y edad de corte, en época seca y lluvia, en el municipio de San José Estancia Grande, Oaxaca.

5.2 MATERIALES Y MÉTODOS

5.2.1. Localización

El estudio se realizó durante la época de secas y lluvias que osciló de enero a diciembre de 2024, en una parcela del Instituto Tecnológico de Pinotepa, en la localidad de San José Estancia Grande Oaxaca. Ubicado en 16° 22' de L.N y 98° 13' de L.O., a una altura de 60 m.s.n.m. (García, 2004).

5.2.2. Datos climáticos

Presenta el tipo de clima subhúmedo-cálido Aw (w) ig, (García, 2004). La temporada de seca es de enero a junio con una precipitación acumulada de 14 mm y donde se aplicaron riegos de auxilio a capacidad de campo cada tercer día y la época de lluvias es de junio a diciembre; se tiene una precipitación acumulada de 1,029 mm; agosto y septiembre es el mes más lluvioso. Por otra parte, la temperatura máxima fue en el mes de junio con 38 °C mientras que la temperatura menor fue en el mes diciembre con 16 °C (Figura 8).

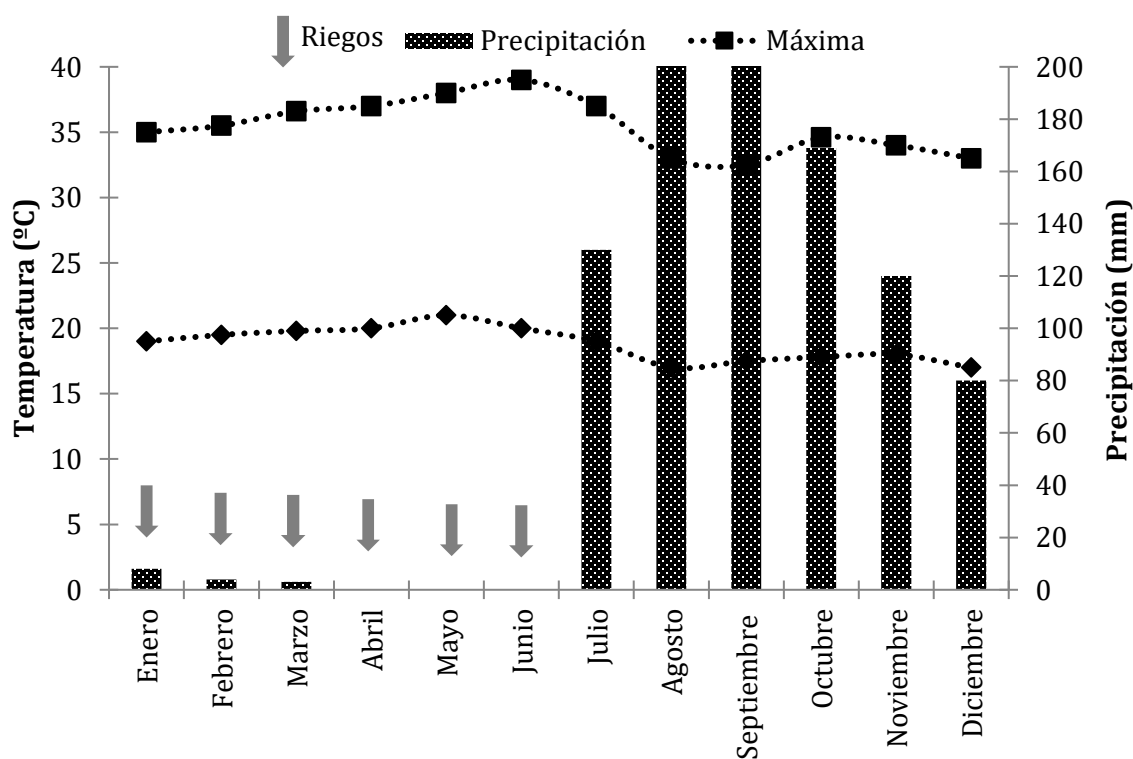


Figura 8. Precipitación, temperatura máxima y mínima durante el período de estudio en el municipio de San Jose Estancia Grande, Oaxaca en el año 2024. (CONAGUA, 2025)

5.2.3. Manejo de pradera y periodo de estudio

El cacahuate forrajero (*Arachis pintoï*) se estableció el 15 de septiembre del año 2023. La siembra se realizó utilizando semilla pura viable en parcelas de 5 x 5 m los surcos tuvieron una separación entre ellos de 50 cm y entre plantas de 5 cm, la semilla se depositó en el suelo a una profundidad de 2 cm; la densidad se ajustó con el porcentaje de pureza y germinación. El suelo de la parcela mostro 0.5 % de materia orgánica y con textura arcillo limoso.

5.2.4. Tratamientos

Los tratamientos consistieron en diferentes alturas de corte: 4, 7 y 10 cm y en diferentes días de corte: 14, 28, 42, 56, 70, 84 y 98 con esto se realizaron dos análisis de crecimiento en seca y lluvia.

5.2.5. Variables a evaluar

5.2.5.1. Rendimiento de materia seca y por componente

En cada parcela experimental se evaluó el rendimiento de materia seca total y por componente se realizaron muestreos de forma aleatoria en cada parcela útil, con un cuadro de 100 x 20 cm. Y posteriormente el forraje cosechado se separó en sus componentes: hoja y tallo depositando en bolsas de papel etiquetados y posteriormente en una estufa de aire forzado a 55 °C hasta peso constante para estimar la materia seca por hectárea.

5.2.5.2. Relación hoja: tallo

La relación hoja:tallo se obtuvo a partir de la composición morfológica, al dividir el componente seco de hoja entre tallo.

5.2.5.3. Área foliar por tallo

Para determinar el área foliar por tallo, un día de cada corte y en las diferentes alturas se separaron las hojas de 5 tallos por repetición y se colocaron en un integrador de área foliar marca CID, Inc, modelo CI-202 de escáner, de donde se obtuvieron las lecturas en cm² por tallo.

5.2.5.4. Composición morfológica

Con el rendimiento de materia seca por componente se utilizó para obtener la composición morfológica en cada día y altura de corte.

5.2.5.5. Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento promedio por época del año, se calculó con los datos de rendimiento total obtenidos en cada corte y en cada una de las alturas, con la siguiente fórmula:

$$TC = R / T$$

Dónde: TC= tasa de crecimiento promedio estacional (kg MS ha⁻¹ d⁻¹); R= rendimiento total (kg MS ha⁻¹) y T= días transcurridos en cada corte.

5.2.6. Análisis estadístico

Los resultados se analizaron con el procedimiento de Modelos Mixtos (SAS, 2009), con diseño de bloques al azar y tres repeticiones. Las medias se compararon con la prueba ajustada de Tukey (p=0.05).

5.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.3.1 Rendimiento total y por componente

En la Figura 9 se observa el rendimiento total y por componente del cacahuate forrajero en época de seca y lluvia en un análisis de crecimiento de 98 días al variar las alturas de corte. El rendimiento total mayor se observa en la época de

lluvia realizando una altura de corte de 4 cm y a los 70 días de corte con 1584 kg MS ha⁻¹ y el menor rendimiento total cuando se da una altura de corte de 10 cm en época de seca a los 14 días de corte con 339 kg MS ha⁻¹ ($p < 0.05$). En cuanto al componente hoja se observa en el día 56 en la época de lluvia el mayor rendimiento realizando el corte a 4 cm de altura con 1430 kg MS ha⁻¹ y el menor cuando se realiza el corte a 10 cm de altura en la época de seca a los 14 días de corte con 339 kg MS ha⁻¹ ($p < 0.05$). Lo que respecta al componente tallo inicia el reporte a los 56 y 42 días en seca y lluvia respectivamente, en promedio el rendimiento mayor se obtiene cuando se realiza una altura de corte de 4 cm en la época de seca a los 98 días con 435 kg MS ha⁻¹ y menor en la época de lluvia realizando el corte de 10 cm de altura en el día 56 con 91 kg MS ha⁻¹ ($p < 0.05$). En cuanto la senescencia no se reporta en ningún tratamiento debido a que el Cacahuate forrajero tiende a tirar sus hojas cuando inicia la senescencia al igual que otras leguminosas como el caso de la alfalfa. En una investigación realizada por Maldonado *et al.* (2023) en *Crotalaria longirostrata* en densidades de siembra se reportó para la frecuencia de corte de 64 días, las tres densidades produjeron el mayor rendimiento, con 3406, 3500 y 4200 kg MS ha⁻¹ para 200 000, 100 000 y 50 000 plantas ha⁻¹, respectivamente ($p < 0,05$). Posteriormente, debido a la pérdida de las hojas inferiores del dosel vegetal causada por la senescencia o el inicio de la floración, estas tendieron a disminuir. Otra tendencia en el rendimiento es que *Crotalaria longirostrata* desarrolla la bifurcación del tallo el día 34 después de la siembra, y existe competencia interespecífica por los recursos de agua, luz y nutrientes. Ríos-Hilario *et al.* (2023) en soya forrajera evaluando diferentes densidades de siembra y edades de corte las densidades de siembra de 250,000 y 125,000 obtuvieron el mayor rendimiento a la edad de 60 días con 5500 kg MS ha⁻¹, mientras que disminuyó en las densidades menores (62,500 y 41,250 plantas ha⁻¹), con un promedio de 4300 kg MS ha⁻¹ ($P \leq 0.05$). El rendimiento tendió a disminuir en la densidad de 41,250 plantas ha⁻¹ en la edad al corte de 68 días, con un promedio de 3,440 kg MS ha⁻¹ ($P \leq 0.05$).

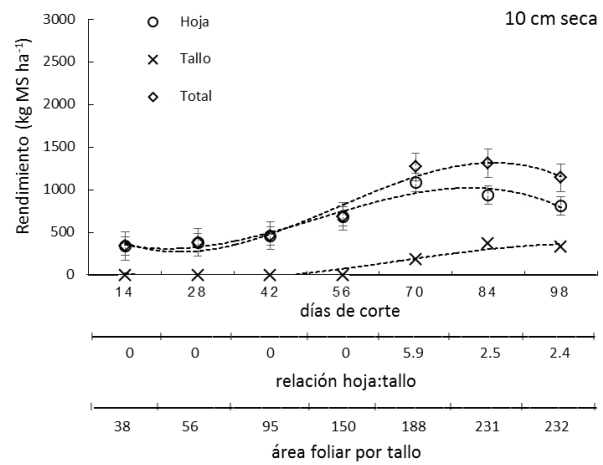
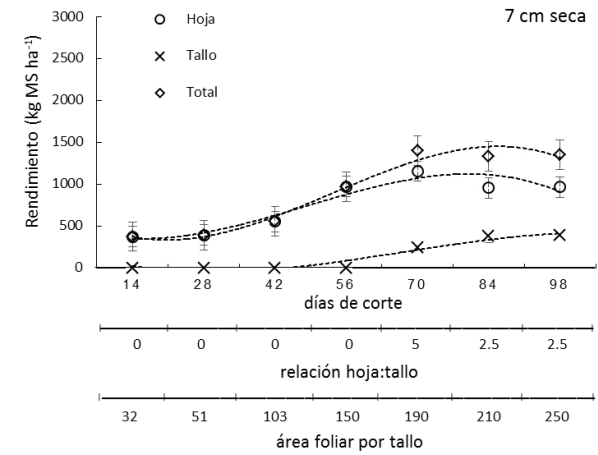
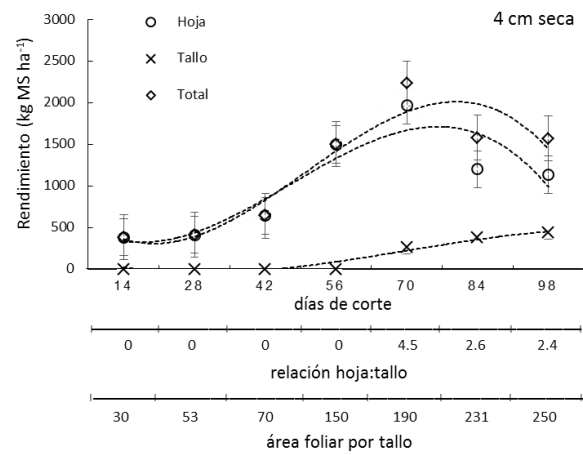
5.3.2 Relación hoja:tallo

En la Figura 9 se observa la relación hoja:tallo del cacahuate forrajero en época de seca y lluvia en un análisis de crecimiento de 98 días al variar las alturas de corte. Lo que respecta la relación hoja:tallo se presentó a los 56 y 42 días en seca y lluvia respectivamente, en promedio Independientemente de los días de corte y alturas la mayor relación hoja:tallo fueron en los días de corte de 56 y 70 días en la época de lluvia con un promedio de 10 de relación hoja:tallo y menor en el día 98 con un promedio de 1.1 ($p < 0.05$). En una investigación realizada por Pedroza *et al.* (2024) en *Lotus corniculatus* evaluaron la relación hoja:tallo y mostró los valores más altos con un promedio de 2.5 independientemente de las variedades y estaciones del año. En una investigación realizada por Maldonado *et al.* (2023) en *Crotalaria longirostrata* en densidades de siembra se reportó la relación hoja:tallo mayor en las etapas de 50 000 y 100 000 plantas ha^{-1} con un valor de 0.7; la densidad de 200 000 plantas ha^{-1} presentó el menor porcentaje, con un valor de 0.7 ($p < 0,05$). Para las frecuencias de corte de 15 y 22 días, las tres densidades presentaron las mayores relaciones hoja:tallo, con 1.6 y 1.2, respectivamente, mientras que la densidad de 50 000 plantas ha^{-1} en la frecuencia 15 presentó la mayor relación hoja:tallo, con 1.7 ($p < 0,05$), y las etapas de corte de 71 y 79 días presentaron las menores relaciones hoja:tallo. Por otra parte Davila *et al.* (2011) en cacahuate forrajero evaluado en dos años reportan una relación hoja:tallo se incrementó con la altura de corte en ambos años de estudio.

5.3.3 Índice de área foliar

El área foliar por tallo del cacahuate forrajero al variar la intensidad y días de corte en la época seca y lluvia, en el trópico seco de Oaxaca se observa en la Figura 9. En general la tendencia fue aumentando conforme pasó el tiempo de corte independientemente de la altura de corte hasta el día 98, sin embargo, en promedio en la época de seca fue mayor área foliar por tallo y menor en lluvia con un promedio de 141 y 101, respectivamente ($p < 0.05$). El mayor índice por tallo se observa en la época de lluvia a los 98 días de rebrote y a 10 cm de altura de corte con 260 cm^2 de área foliar por tallo y el menor resultado fue a los 14 días de corte

y con una altura de 10 cm en la época de lluvia con 27 cm² de área foliar por tallo ($p < 0.05$). En una investigación realizada por Pedroza *et al.* (2024) en *Lotus corniculatus* evaluaron el índice de área foliar y mostró los valores más altos en el período de primavera-verano los cuales corresponden a las estaciones con mayor temperatura. Otros investigadores (Ramirez-Villalobos *et al.*, 2023) consignan que el índice de área foliar por tallo depende de las condiciones climáticas y especie evaluada reportando el mayor cuando se registra los días mas soleados en *Clitoria ternatea* L. Castro *et al.* (2013) en pasto ovillo, ballico asociados con trebol blanco observó un área foliar por tallo variable de la leguminosa depediendo la estación de año y asociación reforzando una mayor área foliar cuando se tiene mayor temperatura. Davila *et al.* (2011) se observan que a medida que se incrementa la altura de corte aumenta el área foliar, con valores promedio en los dos años de estudio de 7,7, 10 y 10,9 cm² para 0, 5 y 10 cm, respectivamente y la reducción del tamaño de las hojas cuando la planta se cosecha a ras de suelo.



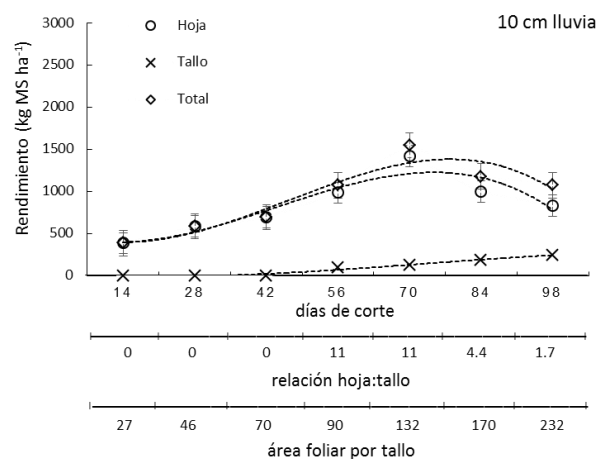
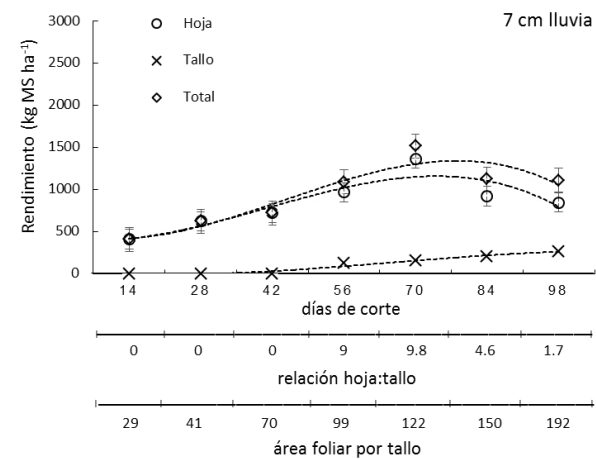
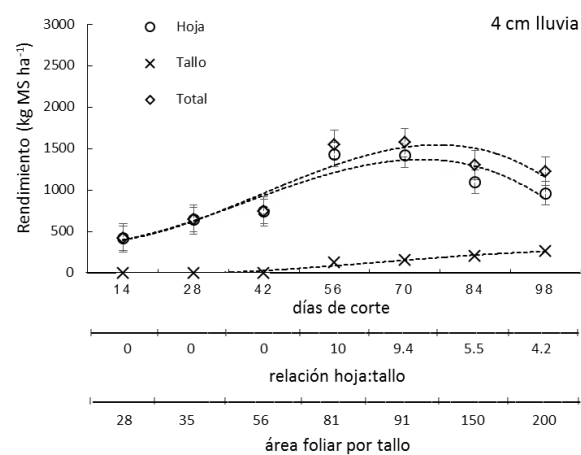
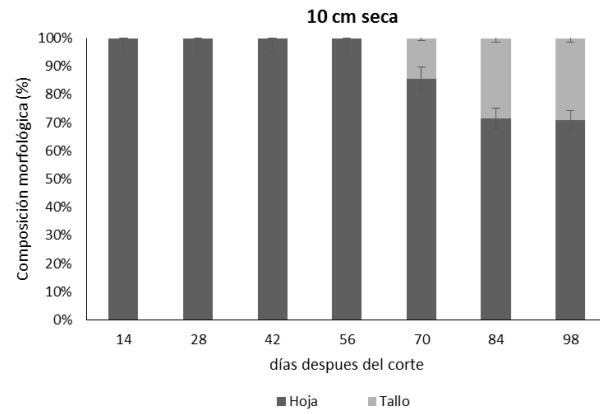
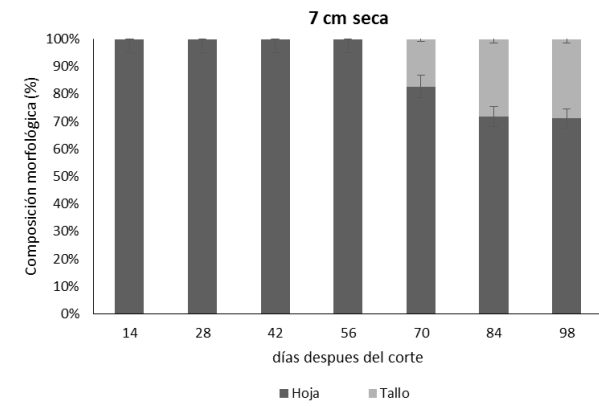
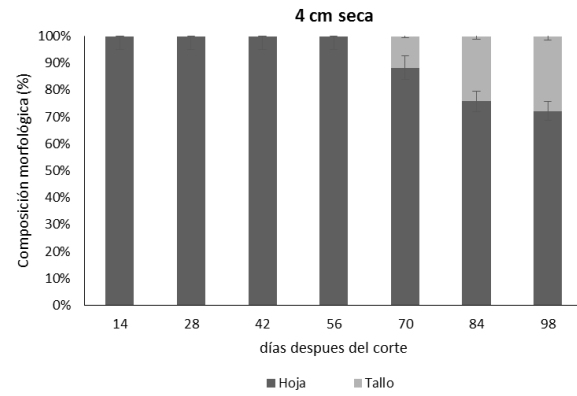


Figura 9. Rendimiento de materia seca tota, y por componente (kg MS ha^{-1}), relación hoja:tallo, área foliar por tallo del cacahuate forrajero al variar la intensidad y días de corte en época seca y lluvia, en el trópico seco de Oaxaca, México.

5.3.4 Composición morfológica

La composición morfológica (%) del cacahuate forrajero al variar la intensidad y días de corte en época seca y lluvia, en el trópico seco de Oaxaca, México se observa en la Figura 10. El componente hoja obtuvo el 100 % de los 14 a 56 días de rebrote en la época de seca y en lluvia fue de los 14 a 40 días independientemente de la altura de corte, posteriormente fue disminuyendo hasta los días 98 en ambas épocas con 72 y 78 % en seca y lluvia, respectivamente ($p < 0.05$). El componente tallo fue variable dependiendo la fecha de corte y la altura de corte, sin embargo, donde se observa mayor porcentaje en promedio cuando se deja 10 cm de altura de corte en la época de seca con un porcentaje de 28 % y menor en los cortes de 56 a 70 días de corte en la época de lluvia con 8 % en promedio independientemente de la altura de corte ($p < 0.05$). Ríos-Hilario *et al.* (2023) en soya forrajera evaluando diferentes densidades de siembra y edades de corte obtuvieron una proporción de los componentes tallo, hoja, flor y fruto diferente entre ellos dependiendo la edad de corte y densidad de siembra ($P \leq 0.05$), ellos consignan entre el día 60 y 68 se obtuvo 48 %, y la menor cantidad fue a los 30 días, con 35 % de tallo, el componente hoja disminuyó conforme aumentó la edad del forraje y en todas las densidades de población fue mayor en el día 30 de desarrollo, alcanzando un 65 % y menor en el día 75, con 22 % comportamiento parecido a la de esta investigación.



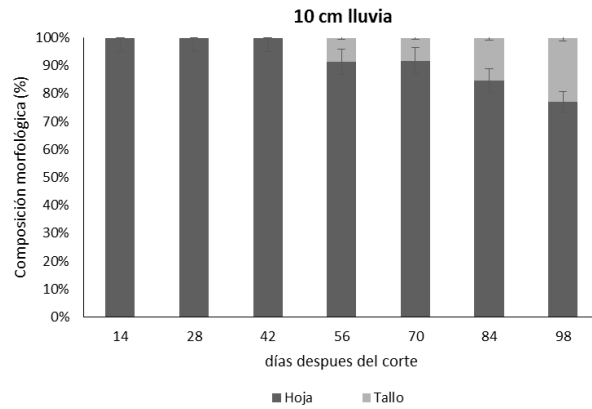
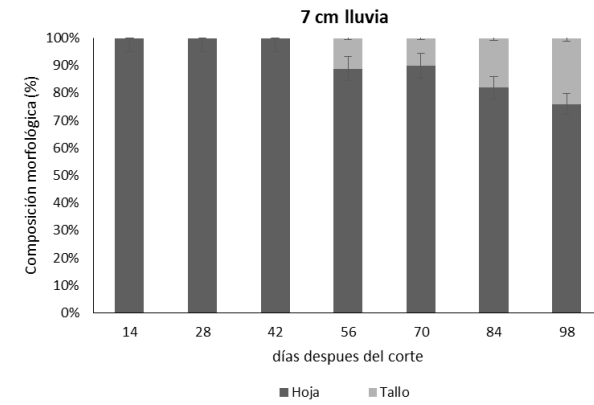
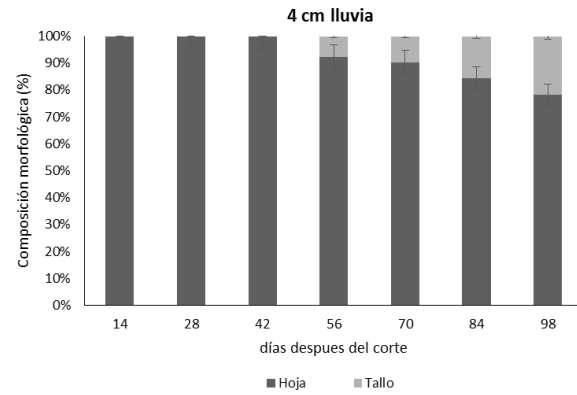


Figura 10. Composición morfológica (%) del cacahuate forrajero al variar la intensidad y días de corte en época seca y lluvia, en el trópico seco de Oaxaca, México.

5.3.5 Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento del cacahuate forrajero al variar la intensidad y días de corte en la época de seca y lluvia en el trópico seco de Oaxaca se observa en el Cuadro 3. Se reporta la mayor tasa de crecimiento a los 14 días de rebrote en la época de lluvia dejando una altura de corte de 4 a 7 cm con un promedio de 29.5 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ mientras que la menor tasa de crecimiento se obtiene en la época de lluvia a los 98 días de rebrote con un promedio de 7 kg MS ha⁻¹ d⁻¹, independientemente de la altura de corte ($p < 0.05$). La estación de lluvia obtuvo mayor tasa de crecimiento con un promedio de 19 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ y menor en la estación de seca con 17 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ ($p < 0.05$). En una investigación realizada por Maldonado *et al.* (2023) en *Crotalaria longirostrata* en densidades de siembra se reportó la densidad de 50 000 plantas ha⁻¹ produjo 65 kg MS ha⁻¹ d⁻¹, mientras que las densidades de 200 000 y 100 000 plantas ha⁻¹ mostraron una tasa de crecimiento menor, con 59 kg MS ha⁻¹ d⁻¹. Entre las frecuencias de corte de 15 a 36 días, las tres densidades de siembra mostraron un crecimiento lento, que aumentó con la frecuencia de siega de 43 días y luego disminuyó a medida que avanzaba el período experimental obteniendo valores y comportamiento similares a los de esta investigación. Ríos-Hilario *et al.* (2023) en soya forrajera evaluando diferentes densidades de siembra y edades de corte la densidad de 250,000 y 125,000 plantas ha⁻¹ presentaron la mayor tasa de crecimiento, independientemente de la edad al corte ($P \leq 0.05$); en estas densidades, los valores mayores se obtuvieron entre los días 38 y 52, análogo a lo obtenido entre los 60 y 75 días en la densidad de 125,000 plantas ha⁻¹ resultados parecidos a los de esta investigación.

Cuadro 3. Tasa de crecimiento ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{d}^{-1}$) del cacahuate forrajero variando la intensidad y días de corte en época seca y lluvia en el trópico seco de Oaxaca, México.

Caxaba, México.					
		Intensidad			
Cortes		Época de seca			
días	4 cm	7 cm	10 cm	Promedio	CV
14	27 ^{Aa}	27 ^{Aa}	24 ^{Ab}	26 ^{AB}	1.2
28	15 ^{Da}	14 ^{Db}	14 ^{Db}	14 ^D	0.9
42	15 ^{Da}	13 ^{Dab}	12 ^{Db}	13 ^D	1.0
56	21 ^{Ca}	17 ^{Cb}	12 ^{Dc}	17 ^C	1.4
70	20 ^{Ca}	20 ^{Ba}	18 ^{BCb}	20 ^B	0.9
84	16 ^{Da}	16 ^{Ca}	16 ^{Ca}	16 ^C	0.4
98	15 ^{Da}	14 ^{Da}	12 ^{Db}	13 ^D	1.7
Promedio	19 ^a	17 ^b	15 ^c		

Época de lluvia					
14	30 ^{Aa}	29 ^{Aa}	27 ^{Ab}	29 ^A	1.4
28	24 ^{Ba}	22 ^{Bb}	21 ^{Bb}	22 ^B	1.2
42	18 ^{Da}	17 ^{Cb}	17 ^{Cb}	17 ^C	0.6
56	24 ^{Ba}	19 ^{BCb}	19 ^{BCb}	21 ^B	1.7
70	23 ^{BCa}	22 ^{Bb}	22 ^{ABb}	22 ^B	0.4
84	16 ^{Da}	15 ^{Db}	12 ^{Dc}	14 ^D	0.5
98	7 ^{Ea}	7 ^{Ea}	7 ^{Ea}	7 ^E	1.1
Promedio	20 ^a	19 ^b	18 ^c		

abcd= Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera, no son diferentes ($P>0.05$); ABCD= Medias con la misma literal mayúscula en una misma columna, no son diferentes ($P>0.05$); CV= Coeficiente de variación.

5.4 CONCLUSIONES

Se recomienda realizar el corte de cacahuate forrajero de 4 a 7 cm de altura y de 56 a 70 días de rebrote de seca y lluvia, respectivamente ya que ahí se observa mayor rendimiento y buen aporte de hoja que es lo que se necesita para una mejor calidad de forraje.

5.5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castro RR, Hernández GA, Ramírez RO, Aguilar BG, Enríquez QFJ, Mendoza PSI. (2013). Crecimiento en longitud foliar y dinámica de población de tallos de cinco asociaciones de gramíneas y leguminosa bajo pastoreo. *Rev Mex Cienc Pec.* 4(2): 201-215.
- Carvalho LR, LE Pereira, M Hungria, PB Camargo and SC Da Silva (2019). Nodulation and biological nitrogen fixation(BNF) in forage peanut (*Arachis pintoï*) cv. Belmonte subjected to grazing regimes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 278, 96–106. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.02.016>.
- Conagua (Comisión Nacional del Agua). 2025. Estación 12208. bit.ly/3TWt7XG
- Costa EF, BR Miller, GM Pesti, RI Bakalli and HP Ewing (2001). Studies on feeding peanut meal as a protein source for broiler chickens. *Poultry Science*, 80(3), 306–313. <https://doi.org/10.1093/ps/80.3.306>
- Dávila C, Urbano D, Castro F. (2011). Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre tres variedades de maní forrajero (*Arachis pintoï*) en el estado Mérida II. Características morfológicas y producción de semilla. *Zootecnia Trop.* 29(1), 1-6.
- Eugène M, K Klumpp and D Sauvant (2021). Methane mitigating options with forages fed to ruminants. *Grass Forage Sci.*, 76(2), 196-204. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/gfs.12540>.
- García E (2004) Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 4 edición. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 217p.
- Godoy V, A Barrera, R Vivas, J Quintan, M Peña, L Villota, L Casanova and J Avellaneda (2012). Phenological evaluation and in vivo digestibility of the forage legume (*Arachis pintoï*) cut at different ages. *Cienc Tecnol.*, 5, 7-16.
- Gomes FK, BL Oliveira MD, GC Homem B, M Boddey R, F Bernardes T, P Gionbelli M, AS Lara M, and R Casagrande D (2018). Effects of grazing management in *brachiaria* grass-forage peanut pastures on canopy structure and forage intake. *Journal of Animal Science*, 96(9), 3837–3849. <https://doi.org/10.1093/jas/sky236>.

- Gondim Filho AGC, GR Moreira, F Gomes-Silva, M Cunha Filho, DA Gomes and AL Ferreira (2020). Avaliação nutricional de genótipos de amendoim forrageiro (*Arachis pintoï*) por técnicas multivariadas. Res Soc Dev., 9(8), 1-19. <http://dx.doi.org/10.33448/rsdv9i8.6039>.
- Gutierrez M (1996). Pastos y forrajes en Guatemala, su manejo y utilización, base de la producción animal. Editorial E y G. 318 p.
- Longhini VZ, AS Cardoso, AS Berça, RM Boddey, RA Reis, Jr J Dubeux CB, and AC Ruggieri (2020). Nitrogen supply and rainfall affect ammonia emissions from dairy cattle excreta and urea applied on warm-climate pastures. Journal of Environmental Quality, 49(6), 1453–1466. <https://doi.org/10.1002/jeq.2.20167>.
- Luscher A, Mueller-Harvey I, Soussana JF, Rees RM, Peyraud JL. Potential of legume-based grassland–livestock systems in Europe: a review. Grass For Sci. 2014; 69(2):206–228. <https://doi.org/10.1111/gfs.12124>
- Maldonado-Peralta M de los Á, AR Rojas-García and O Cristobal-Santiago (2023). Yield and chemical quality of chepil (*Crotalaria longirostrata* Hook. & Arn) forage at different sowing densities and cutting frequency. Agrociencia. doi.org/ 10.47163/agrociencia.v57i8.2695
- Pedroza SA, Xolocotzi AS, Trejo CR, García de los SG, Álvarez VP, Arreola ÁJG. (2022). Índice de área foliar e indicadores de productividad forrajera de *Lotus corniculatus* L. en diferentes contenidos de humedad del suelo y estaciones del año. Rev Mex Cienc Pecu 15(1):17-31. <https://doi.org/10.3390/agronomy12102456>.
- Pereira LGR, S Machado F, M Campos M, R Guimaraes, TR Tomich, LG Reis and C Coombs (2015). Enteric methane mitigation strategies in ruminants: A review. Revista Colombiana De Ciencias Pecuarias, 28(2), 124–143. <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.v28n2a02>.
- Ramírez-Villalobos MC, Urdaneta-Fernández AS, Suárez H, Mercado W, Iglesias-Gómez JM. (2023). Distribución de materia seca, área foliar y calidad nutricional en dos genotipos de *Clitoria ternatea* L. Pastos y Forrajes, 46, 1-9.
- Rojas-García AR, MA Maldonado-Peralta, FJ Hernández-Guzmán, A Cruz-Hernández, AJ Chay-Canul y J Ventura-Ríos (2021). Potencial forrajero de

- guaje (*Leucaena leucocephala*) a diferentes densidades de plantas y edades de rebrote. *Ecosist. Recur. Agropec.*, NE2919. <https://doi.org/10.19136/era.a8nII.2919>.
- Romero DG, L Aguirre y ER Flores M (2022). Aceptación y preferencia animal de leguminosas (*Arachis pinto*i, *Stylosanthes guianensis* y *Centrocema macrocarpum*) en el trópico. *Rev Inv Vet Perú*, 33 (5), e20745. <https://doi.org/10.15381/rivep.v33i5.20745>.
- Ríos-Hilario JJ, M de los Á Maldonado-Peralta, AR Rojas-García, E Hernández-Castro, JE Sabino-López, HR Segura-Pacheco (2023). Comportamiento productivo del cultivo de soya variedad salcer a diferentes densidades de población momentos de cosecha. *Rev. Fitotec. Mex.*, 46 (1), 3-10.
- SAS. 2011. The SAS 9.2 for Windows. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina. USA.
- Song H, Y Huang, L ding Z Duan and J Zhang (2023). *Arachis* species: High-quality forage crops nutritional properties and breeding strategies to expand their utilization and feeding value. *Grassland Research*, 2(3), 212-219. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/glr2.12059>.
- Sousa de BI, R de Oliveira G, JF Montenegro V, G Pacheco e E Mansur (2023). *Arachis pinto*i Krapov. & W.C. Greg.-A multifunctional legume. *Grass and Forage Science*, 79(3), 343-352. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/gfs.12674>.
- Waghorn G, J Dijkstra J and S Oosting (2013). Technical options for the mitigation of di-rect methane and nitrous oxide emissions from livestock: A review *Animal*, 7, 220–234. <https://doi.org/10.1017/S1751731113000876>.
- WingChing-Jones R y A Rojas-Bourrillón (2006). Composición nutricional y características fermentativas del ensilaje de maní forrajero *Agronomía Costarricense*, vol. 30, núm. 1, enero-junio, 2006, pp. 87-100.