

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



**COMPOSICIÓN NUTRIMENTAL DE PASTOS TROPICALES EN
SISTEMAS DE BOVINOS DE CARNE EN ESCÁRCEGA,
CAMPECHE**

Por:

ANA BELÉN ALFARO AGUILAR

Tesis

Presentada como requisito parcial para

Obtener el título de

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Marzo, 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

COMPOSICIÓN NUTRIMENTAL DE PASTOS TROPICALES EN SISTEMAS DE BOVINOS DE CARNE EN ESCÁRCEGA, CAMPECHE

Por:

ANA BELÉN ALFARO AGUILAR

TESIS

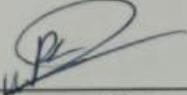
Que somete a consideración del H. Jurado exterminador como requisito para obtener el título de

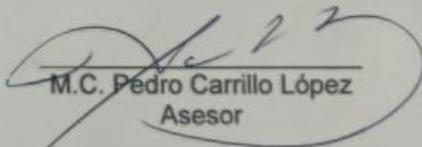
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

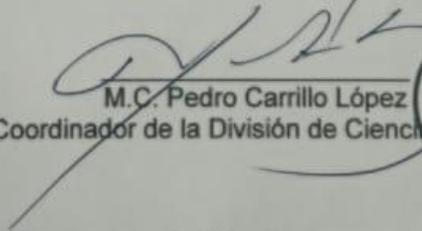
Aprobada por:


Dr. Alejandro García Salas
Asesor Principal Interno


Dra. Silvia Fraire Cordero
Codirector


Dr. Perpetuo Alvarez Vázquez
Asesor


M.C. Pedro Carrillo López
Asesor


M.C. Pedro Carrillo López
Coordinador de la División de Ciencia Animal



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Marzo 2024

DERECHO DE AUTOR Y DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

DECLARO QUE:

El trabajo de investigación titulado **“Composición nutrimental de pastos tropicales en sistemas de bovinos de carne en Escárcega, Campeche”** es una producción personal, donde no se ha copiado, replicando, utilizado ideas, citas integrales e ilustraciones diversas, obtenidas de cualquier tesis, obra intelectual, artículo, memoria, sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor. En este sentido, lo anterior puede ser confirmado por el lector, estando consiente de que en caso de comprobarse plagio en el texto o que no se respetaron los derechos de autor; esto será objeto de sanciones del Comité Editorial y/o legales a la que haya lugar; quedando por tanto, anulado el presente documento académico sin derecho a la aprobación del mismo, ni a un nuevo envío.

Atentamente

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ana Belén', with several horizontal strokes underneath.

Ana Belén Alfaro Aguilar

COMPOSICIÓN NUTRIMENTAL DE PASTOS TROPICALES EN SISTEMAS DE BOVINOS DE CARNE EN ESCÁRCEGA, CAMPECHE

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue conocer la composición nutricional y características del pastizal en unidades productivas de bovinos para carne de Laguna Grande y Benito Juárez en Escárcega, Campeche. Para ello, se seleccionaron 14 unidades productivas de bovinos para carne (7=Laguna Grande, 7= Benito Juárez) en donde se colectaron 14 muestras de pasto y se realizaron encuestas a productores. Se determinaron características sociales de la unidad productiva y componentes nutricionales del pasto Materia Seca (MS); Fibra Cruda (FC); Fibra Detergente Neutro (FDN); Fibra Detergente Acida (FDA); Proteína Cruda (PC); Extracto Etéreo (EE), Lignina (LIG) y Cenizas (CEN). Los resultados fueron analizados mediante estadística descriptiva y análisis de varianza (SAS/STAT, 2002). El nivel educativo de los productores fue básico, no se encontraron diferencias entre las comunidades en los años de experiencia en la actividad (25 años), área total ganadera (75 ha), número de animales totales (54 cab), días de ocupación (26.7 ± 7.0 d) y descanso del potrero (68.2 ± 14.4 d). El área de cada potrero fue mayor para unidades de Laguna Grande en comparación con Benito Juárez (17.6 ± 3.4 vs 4.8 ± 3.4 ha, respectivamente). Los pastos con mayor presencia fueron Alicia (*Cynodon dactylon*), Brizantha húmidicola (*Brachiaria humidicola*), Mombaza (*Megathyrsus maximus* cv Mombaza) y Tanzania (*Megathyrsus maximus* cv Tanzania). El tiempo de establecimiento de los pastos es mayor a los 10 años en unidades de Laguna Grande (86%) que en Benito Juárez (29%), el color del pasto fue verde claro (57%). El % de cobertura del pasto y materia orgánica fue similar entre comunidades (69.5 y 85.5%, respectivamente). La presencia de malezas fue menor al 10% y de plagas fue mayor en Laguna Grande (71%). La producción de forraje verde fue similar entre las comunidades (Laguna Grande, 29.0 T ha^{-1} y Benito Juárez, 20.0 T ha^{-1}). No se encontraron diferencias en los componentes nutricionales evaluados entre las comunidades. De manera individual el pasto Llanero (*Andropogon gayanus*) y Brizanthas (*Brachiaria humidicola* y *Brachiaria brizantha x ruziziensis*) mostraron mejor calidad nutricional, en contraste, el pasto Mombaza (*Megathyrsus maximus* cv Mombaza) fue el de menor calidad nutricional.

Palabras clave: gramínea, bromatológico, forraje, trópico

DEDICATORIA

A mi padre, Elías Alfaro Pérez, por el apoyo incondicional brindado desde el día uno, que el trabajo tan noble que realiza fue mi razón de nunca darme por vencida, su amor me fortalece a seguir creciendo para que en un futuro no muy lejano pueda devolver cada uno de los sacrificios realizados.

A mi madre, María Estela Aguilar Hernández que con miedo y ansiedad me dejó salir a conocer el mundo y buscar mi propio sueño, que en cada uno de mis proyectos personales siempre ha estado ahí como mi motor para seguir.

A mis hermanos Iris y Diego por la confianza brindada, por el inmenso amor filial brindado día con día, por ser mis dos soportes para aferrarme a la vida.

A mi Ángel que está en el cielo por cuidarme y caminar junto a mí desde el primer día que llegue al mundo, este logro también es suyo.

A la familia Aguilar Pérez por la motivación y los consejos que cada uno me ha brindado durante esta etapa.

AGRADECIMIENTO

A Dios primeramente porque nunca me ha dejado sola, por su infinito amor, por caminar día y noche junto a mí, agradezco de todo corazón el haber escuchado mis oraciones, gracias por cada una de las lecciones dadas que sin ellas no estuviera en donde estoy ahora.

A mi padre agradezco por el esfuerzo y sacrificio realizado día con día para poder concluir una carrera profesional; por darme lo mejor en principios, valores y tenacidad.

A mi madre agradezco por darme la vida, por cada uno de sus sacrificios y desvelos, agradezco cada una de las veces que pediste a Dios no dejarme sola, por las veces que estuviste para motivarme a seguir adelante.

A mis hermanos por la confianza brindada, por cada una de las pláticas motivacionales dadas, por los regaños recibidos, por compartir conmigo las alegrías y tristezas.

Al joven Luis Gabriel Velasco Pérez agradezco por compartir esta etapa y hacerla más bonita, por su apoyo incondicional para culminar satisfactoriamente este proyecto.

A mis amigos los Ingenieros Romeo Velasco Santiago y Salomón Isaías Rodríguez Morales por cuidar y procurar mi bienestar durante la estancia en la universidad, por cada experiencia vivida a su lado.

A mi querida amiga Ana Gabriela López Márquez por ser mi soledad, por cada una de las cosas vividas, por tu amistad tan noble y sincera.

Al Colegio de Postgraduados campus Campeche por el acceso a sus instalaciones y recursos para llevar a cabo esta investigación. En especial al proyecto CONAHCYT 2181 “Estrategias agroecológicas para la seguridad alimentaria en zonas rurales de Campeche”

A los Ingenieros Josue Isai Caamal Catzín, Lizbeth Lucia Candelario Rosales y al MC. Issac Ismael Cauich Cauich, que durante la estancia de investigación me incluyeron en sus actividades, así también por la ayuda brindada para la realización del experimento y sobre todo por su amistad.

A la Dra. Silvia Fraire Cordero por la confianza brindada para realizar la estancia profesional e investigación en el Colegio de Postgraduados Campus Campeche, por su paciencia y comentarios que me han ayudado para poder culminar satisfactoriamente este trabajo.

Al Dr. Alejandro García Salas de la UAAAN por la oportunidad de trabajar uno de sus proyectos, por cada una de sus asesorías que sin duda alguna fueron de mucho provecho.

CONTENIDO

RESUMEN	i
LISTA DE CUADROS	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVO E HIPÓTESIS	2
2.1. Objetivo general	2
2.2. Objetivos específicos	2
2.3. Hipótesis general	2
III. JUSTIFICACIÓN	3
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	4
4.1. Situación de la ganadería bovina en México	4
4.2. Sistemas de producción de ganado bovino en México	9
4.2.1. Intensivos	9
4.2.2. Extensivos	10
4.2.3. Semi-intensivo	11
4.3. Praderas	12
4.4. Potreros	12
4.5. Pastos	13
4.5.1. Pastos nativos	14
4.5.2. Pastos introducidos	15
4.6. Producción de forraje	19
4.7. Calidad nutricional de pastos	20
4.8. Factores que afectan la calidad de los pastos	23
4.8.1. Factores ambientales	23
4.8.2. Plagas	25
4.8.3. Factores morfológicos	25
4.8.4. Frecuencia y altura de corte o pastoreo	25
4.8.5. Carga animal y tiempo de ocupación	26
4.8.6. Compuestos químicos	26
4.9. Degradación de pasturas	27

V.	MATERIALES Y MÉTODOS	30
5.1.	Localización.....	30
5.2.	Selección de unidades productivas	31
5.3.	Características sociales y la unidad productiva	31
5.4.	Muestras de pasto.....	32
5.5.	Preparación del pasto para análisis	32
5.6.	Variables evaluadas.....	32
5.7.	Análisis estadístico.....	33
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
6.1.	Características del productor	34
6.2.	Características de la unidad productiva	35
6.3.	Manejo del pastizal	38
6.4.	Características del pasto.....	39
6.5.	Composición nutrimental del pasto	45
VII.	CONCLUSIÓN	50
VIII.	LITERATURA CITADA	51
ANEXOS	59

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Precio de leche cruda por litro según nivel tecnológico de productores	9
Cuadro 2. Rendimiento de forraje en diferentes pastos tropicales cosechados bajo corte.	20
Cuadro 3. Valor nutricional de pastos tropicales (MS, %).	22
Cuadro 4. Composición química de pastos de uso común en las regiones tropicales de México.	23
Cuadro 5. Descripción cualitativa y cuantitativa de los cuatro niveles de degradación de pasturas.	28
Cuadro 6. Nivel educativo de productores de bovinos para carne pertenecientes a Laguna Grande y Benito Juárez, Escárcega, Campeche, México.	34
Cuadro 7. Área ganadera, del potrero y número de animales en unidades productivas de bovinos para carne de Laguna Grande y Benito Juárez, Escárcega, Campeche, México.	36
Cuadro 8. Variedades de pastos presentes en unidades productivas de bovinos para carne en Laguna Grande y Benito Juárez, Escárcega, Campeche, México.	37
Cuadro 9. Características del manejo del potrero de unidades productivas de bovinos para carne en Laguna Grande y Benito Juárez, Escárcega, Campeche, México.	38
Cuadro 10. Tiempo de establecimiento y color del pasto de unidades productivas de bovinos para carne en Laguna Grande y Benito Juárez, Escárcega, Campeche, México.	39
Cuadro 11. Cobertura del pasto y presencia de malezas en unidades productivas de bovinos para carne en Laguna Grande y Benito Juárez, Escárcega, Campeche, México.	40
Cuadro 12. Materia orgánica, presencia de plagas y enfermedades en el pasto de unidades productivas de bovinos para carne en Laguna Grande y Benito Juárez, Escárcega, Campeche, México.	42

Cuadro 13.	Materia seca, Fibra cruda, FDN y FDA de pastos en unidades productivas de bovinos para carne en Laguna Grande y Benito Juárez, Escárcega, Campeche, México.....	45
Cuadro 14.	Proteína cruda, extracto etéreo, lignina y cenizas de pastos en unidades productivas de bovinos para carne en Laguna Grande y Benito Juárez, Escárcega, Campeche, México.	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Producción de bovinos de carne en México para el periodo 2013 a 2022.	4
Figura 2. Número de cabezas de bovinos para carne por estado para el año 2022.	5
Figura 3. Número de cabezas de bovinos de leche en México para el periodo 2013 a 2022	6
Figura 4. Número de cabezas de bovinos para leche por estado para el año 2022	6
Figura 5. Producción de bovinos de doble propósito en México del periodo 2013 a 2022	7
Figura 6. Número de cabezas de bovinos de doble propósito por estado para el año 2022.	8
Figura 7. <i>Axonopus affinis</i> Chase.....	14
Figura 8. <i>Paspalum plicatulum</i> Michx.....	15
Figura 9. <i>Hymenachne amplexicaulis</i> Nees	15
Figura 10. <i>Brachiaria brizantha</i>	16
Figura 11. <i>Cynodon plectostachyus</i> Vanderyst	16
Figura 12. <i>Pennisetum purpureum</i> x <i>P. typhoides</i>	17
Figura 13. <i>Megathyrsus maximus</i>	17
Figura 14. <i>Megathyrsus maximus</i> (Tanzania)	17
Figura 15. <i>Megathyrsus maximus</i> (Mombaza)	18
Figura 16. <i>Panicum purpureum</i> (Taiwan)	18
Figura 17. <i>Pennisetum</i> sp (Maralfalfa).....	18
Figura 18. Localización de las comunidades de Laguna Grande y Benito Juárez, Escárcega, Campeche, México.....	30
Figura 19. Producción estimada de forraje verde ($T\ ha^{-1}$) de pastos de unidades productivas de bovinos para carne en Laguna Grande y Benito Juárez, Escárcega, Campeche, México.....	44

I. INTRODUCCIÓN

Los pastos y forrajes en los sistemas de producción de rumiantes, en la mayor parte del trópico, aportan del 80 al 90% de los nutrientes requerido por los animales. Ellos constituyen la opción más económica para la alimentación de los bovinos y no compiten directamente con la alimentación del hombre (Ledea, 2016). Según Lok *et al.* (2017), las especies forrajeras han tenido un gran impacto en climas cálidos, por ser un alimento de costo muy bajo.

En la región tropical en México que ocupa aproximadamente el 35% del territorio nacional, estas áreas se caracterizan por un elevado potencial para la explotación ganadera, donde se sostiene el 50% del ganado bovino del país. Sin embargo, se presentan problemas de producción de forraje, tanto en cantidad como en calidad, lo cual es insuficiente para alimentar adecuadamente al ganado durante todo el año y obtener una producción pecuaria rentable (INIFAP, 2008). A ello se le suma que en los últimos años el mal manejo del pastoreo ha provocado problemas a nivel de suelo, plantas y animales, provocando un incremento en la degradación y sostenibilidad en el sistema.

Respecto a la cantidad y calidad nutricional del pasto depende de múltiples factores como la especie, edad fisiológica, tiempo de pastoreo, época de cosecha, tipo de suelo, manejo agronómico, presencia de plagas y enfermedades, entre otras. Siendo estos factores importantes que limitan la productividad del forraje y por consecuencia del sistema productivo. Por lo que es importante conocer el estado nutrimental que guardan los pastos tropicales del sur de México para dar posibles estrategias de manejo que favorezcan la productividad forrajera y coadyuven al bienestar del sistema de producción animal.

II. OBJETIVO E HIPÓTESIS

2.1. Objetivo general

Conocer la composición nutricional y características del pastizal en unidades productivas de bovinos para carne de Laguna Grande y Benito Juárez en Escárcega, Campeche.

2.2. Objetivos específicos

Describir características del pastizal de unidades productivas de bovinos para carne de Laguna Grande y Benito Juárez en Escárcega, Campeche.

Evaluar la composición nutricional de pastos de unidades productivas de bovinos para carne de Laguna Grande y Benito Juárez en Escárcega, Campeche.

2.3. Hipótesis general

La composición nutricional del pasto será similar entre las unidades productivas de Laguna Grande y Benito Juárez en Escárcega, Campeche.

La composición nutricional del pasto será mayor en unidades productivas con un manejo más sostenible del pastizal.

III. JUSTIFICACIÓN

En el trópico de México, específicamente en el estado de Campeche la ganadería bovina se realiza mayormente de manera extensiva, teniendo como bases gramíneas forrajeras, principalmente pastos nativos o introducidos que son de suma importancia en la alimentación animal debido a su producción forrajera y su fácil adaptación al clima. Sin embargo, en los últimos años el mal manejo que se le ha dado al pastoreo ha traído consigo efectos negativos, disminuyendo la cantidad y calidad del pasto provocando degradación en el suelo, desertificación y pérdida de biodiversidad con lo que se repercute en la sostenibilidad de los sistemas ganaderos.

Además de ello, uno de los factores limitantes de los pastos tropicales es su bajo contenido de proteína y baja digestibilidad lo cual influye negativamente en el consumo y por ende en la producción animal. Por lo que los productores recurren a la implementación de nuevas especies de pastos como una necesidad de mejorar la calidad nutritiva de su pastizal. Aunque se conoce el efecto positivo de especies mejoradas en la productividad de los sistemas ganaderos, los esfuerzos no siempre significan aumento en la producción animal, debido a que influyen factores como: la adaptación de las especies a diferentes condiciones ambientales, acceso a los fertilizantes y el manejo, entre otros (Navarro *et al.*, 2021). Existiendo en general desconocimiento de la composición nutricional de los pastos utilizados y de su manejo.

Por lo que es necesario conocer la composición nutricional de los pastos en sistemas ganaderos de bovinos y el manejo general que se realiza en el pastizal dentro de la unidad ganadera con el fin de proveer de información al productor para una mejor toma de decisiones sobre el manejo y utilización de las gramíneas que les ayude a ser sostenibles en su sistema de producción.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Situación de la ganadería bovina en México

La ganadería bovina se refiere a la crianza y domesticación de las hembras y machos bovinos, de donde deriva la producción de alimentos para consumo humano y otros artículos. En México se explotan alrededor de treinta razas bovinas que son destinadas para uso cárnico, entre las más importantes se encuentran: Angus, Hereford, Charolais, Nelore y Pardo Suizo Europeo. Dentro de la producción lechera bovina las razas que destacan para esta actividad son Holstein Fresian y Pardo Suizo Americano (SADER, 2023).

Durante el año 2022 en México se reportaron 33, 661,327 cabezas de ganado de carne (Figura 1), en este mismo año se dio un incremento del 0.91% a comparación del año 2021 (SIAP, 2023).

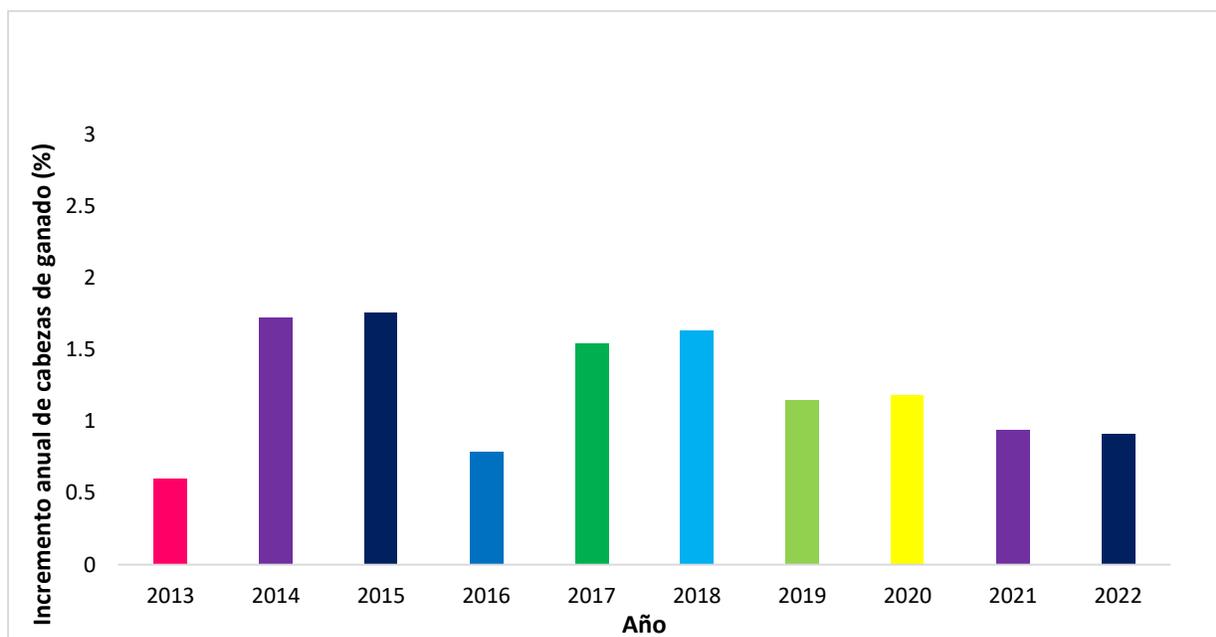


Figura 1. Incremento de bovinos de carne (%) en México para el periodo 2013 a 2022.

Los principales estados productores de bovinos fueron Veracruz con el 13%, Jalisco con 9%, Chiapas con el 8%, seguido de Chihuahua, Michoacán, Oaxaca, Tabasco, Sinaloa y Sonora que en conjunto aportaron el 33% (Figura 2).

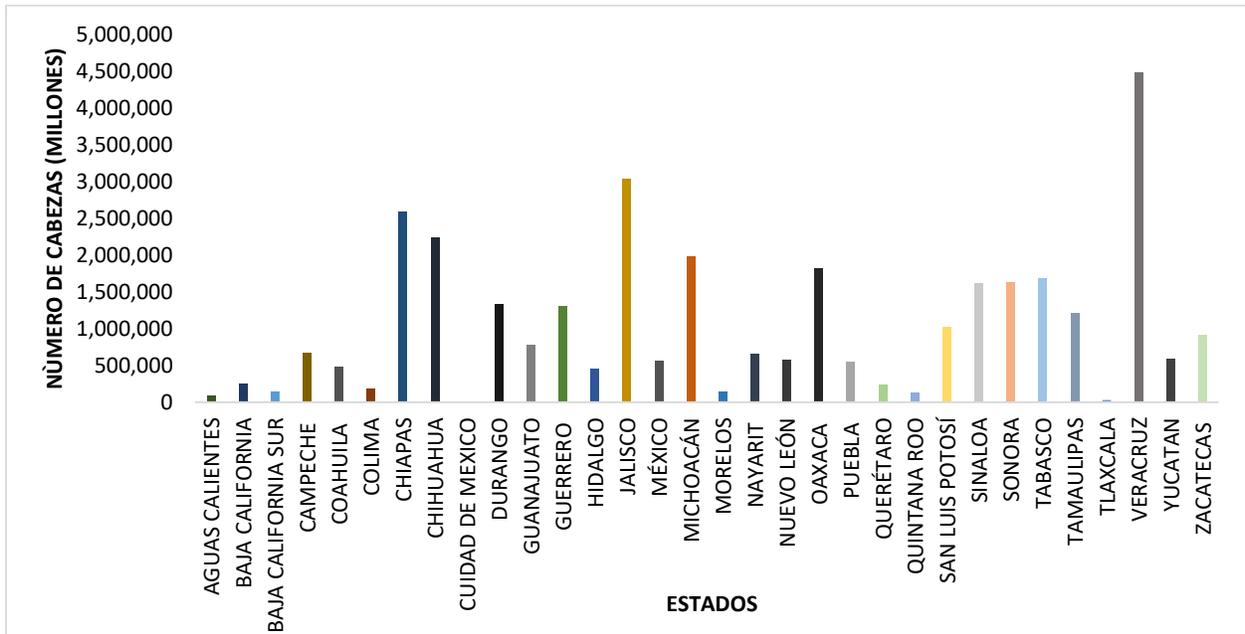


Figura 2. Número de cabezas de bovinos para carne por estado para el año 2022.

Para el ganado lechero en el año 2022, el número de cabezas fue de 2,678,557 (Figura 3), las cuales resultaron en un incremento del 1.36% en comparación con el año 2021 que fue de 1.38%. En ese mismo sentido, los estados con mayor número de cabezas fueron Jalisco con el 15%, Durango con el 13% y Chihuahua con el 12% (Figura 4), seguidos por Coahuila con el 10%, Guanajuato con el 8% e Hidalgo con el 7%, los cuales aportan el 55% de toda la producción nacional (SIAP, 2023).

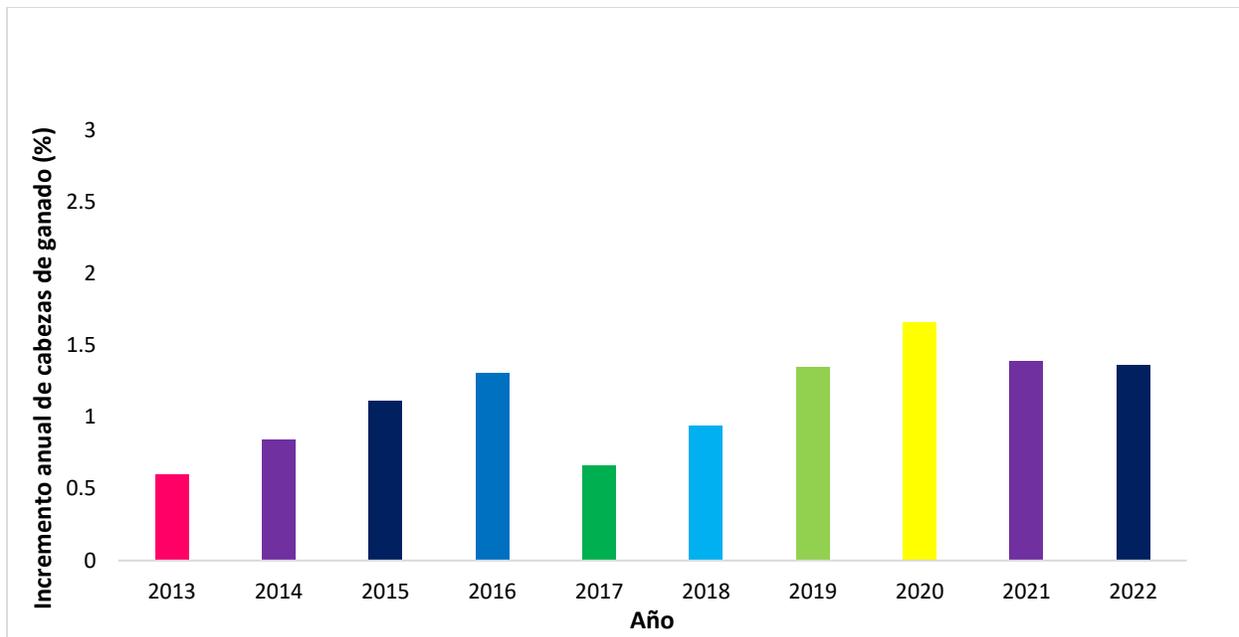


Figura 3. Incremento de cabezas de bovinos de leche en México para el periodo 2013 a 2022

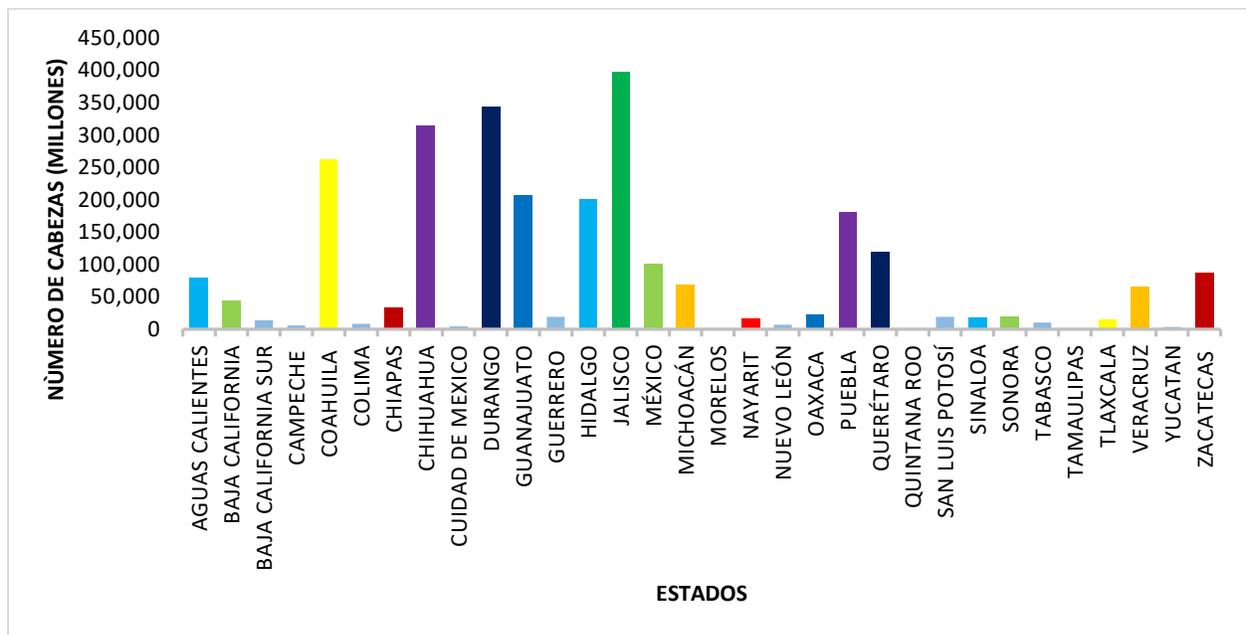


Figura 4. Número de cabezas de bovinos para leche por estado para el año 2022

En cuestión de la producción de bovinos de doble propósito para el año 2022 se reportaron 36,339,884 cabezas con un incremento del 0.94% en comparación con el año anterior que fue de 0.96% (Figura 5).

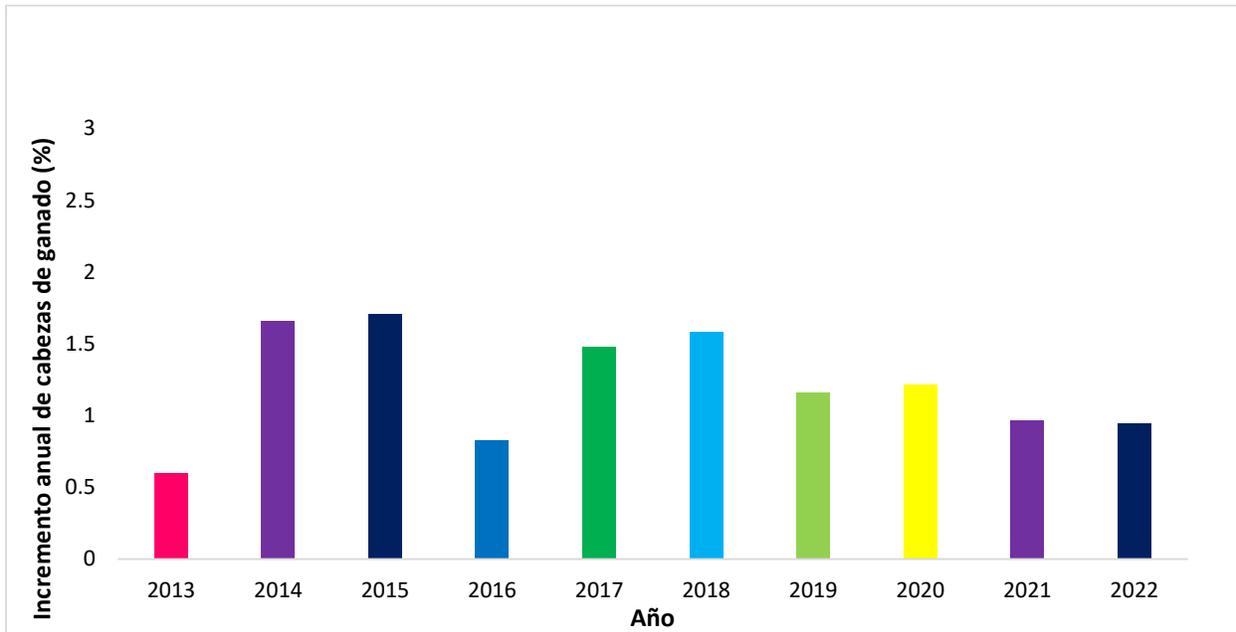


Figura 5. Incremento de bovinos de doble propósito en México del periodo 2013 a 2022

Los estados con mayor número de cabezas de ganado de doble propósito fueron Veracruz con el 13%, Jalisco con el 10%, Chihuahua y Chiapas con el 7%, seguidos por Michoacán con 6% y Oaxaca con 5% (Figura 6).

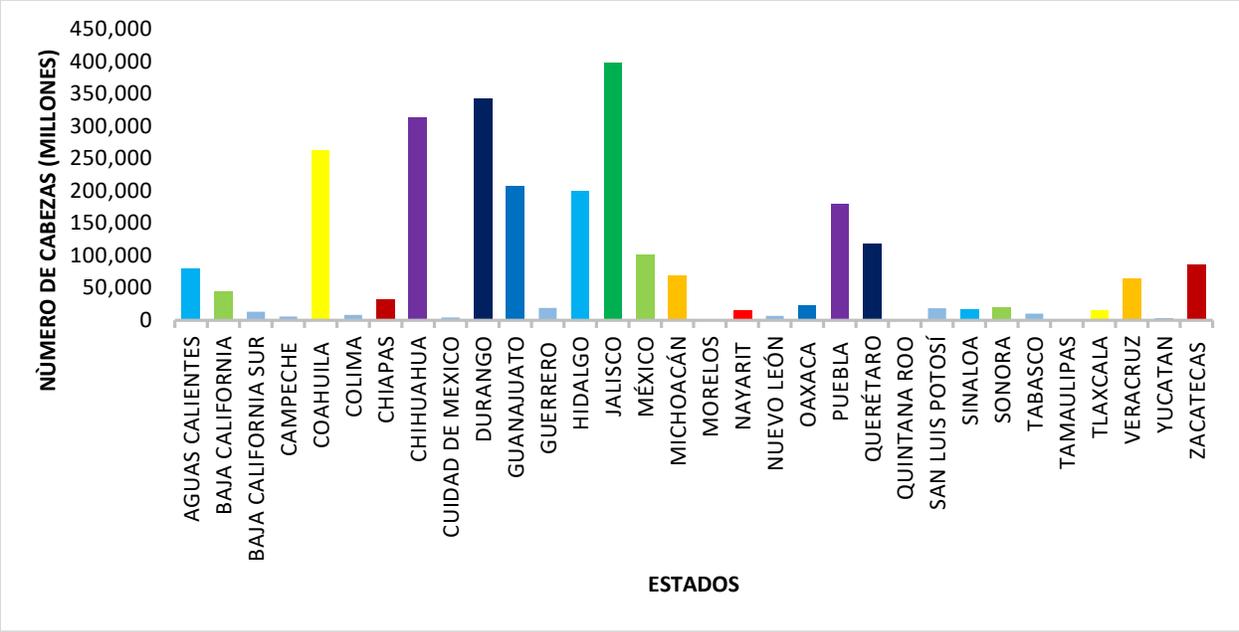


Figura 6. Número de cabezas de bovinos de doble propósito por estado para el año 2022.

En cuanto al comercio exterior, se calcula que las importaciones del cárnico rondan las 118 mil toneladas y las exportaciones en 323 mil toneladas. En México se tiene un comercio exterior favorable en la compraventa de carne de bovino, en lo que fue el año 2022 se exportó mensualmente 29 mil toneladas e importó alrededor de 14 mil, observándose un saldo promedio de 150 mil toneladas (SIAP, 2023).

En cuanto a los precios en México se tiene que, durante el año 2022, el referente promedio pagado al productor por la carne de bovino en pie fue de \$37,780 por tonelada. Por su parte, la cotización de carne en canal quedó en \$74,440 por tonelada. En lo que respecta al precio pagado por el consumidor, fue de \$174.56 por kilo de bistec (SIAP, 2023). El precio por kilogramo en pie en los diferentes estados de la república fluctuó para ese año entre los \$39 a \$69 mientras que en canal se reportó entre \$25 a \$105 (SNIIM, 2023). Para el precio de compra de la leche, Liconsa lo pago a un precio de garantía promedio de \$8.20 por litro de leche (SNIIM, 2023), dependiendo del tamaño del hato y la producción (Cuadro 1).

Cuadro 1. Precio de leche cruda por litro según nivel tecnológico de productores

Productores	Tamaño del hato / Precio leche (\$ L⁻¹)
Pequeños productores	0 a 35 vacas/ \$8.20 L ⁻¹
Medianos productores	36 a 100 vacas / \$8.20 L ⁻¹
Grandes productores	101 vacas en adelante/ \$7.10 L ⁻¹

SNIIM (2023).

4.2. Sistemas de producción de ganado bovino en México

4.2.1. Intensivos

Este sistema se practica en zonas templadas, áridas y semiáridas de México, la característica principal es que los bovinos se mantienen en confinamiento (estabulado) con la implementación de buenas e innovadoras tecnologías, el objetivo principal es efficientizar e incrementar la producción (SADER, 2023).

La alimentación del ganado en este sistema se basa principalmente en concentrados y una mínima cantidad de forraje. Peinado (2017), menciona que el sistema intensivo supone una forma de explotación animal altamente tecnificada, dirigida al aprovechamiento de los recursos poco productivos como en el caso del sistema extensivo, sino por el contrario, a situar al ganado en condiciones tales que permitan obtener de él altos rendimientos productivos en el menor tiempo posible.

Los sistemas ganaderos principalmente para la producción de carne se pueden llevar a cabo a través de sistemas intensivos de producción a través de la estabulación, semi estabulación y suplementación estratégica en pastoreo, que hacen eficiente la etapa de engorde del animal aumentando la productividad. A continuación, se dará una breve descripción de cada uno de ellos.

Estabulación. Los animales permanecen confinados todo el tiempo, por lo que en este sistema se pretende una mayor producción y mejor calidad de la carne en el menor tiempo posible. El objetivo es proporcionar cantidades adecuadas de alimento de gran valor nutritivo, satisfaciendo los requerimientos del animal, para que éste muestre todo su valor genético en la producción de carne y generalmente requiere mano de obra capacitada (Villalobos, 2001).

Semiestabulación. Este sistema consiste en tener confinados los animales en ciertas horas y brindarles parte de la alimentación en comedero y el resto lo obtienen de potreros. Este sistema demanda menor cantidad de mano de obra que la estabulación completa; además, el área de los forrajes de corte se reduce y el ganado sale a pastorear a los potreros de pasto mejorado, debidamente divididos en apartados con cerca viva o con cerca eléctrica y un sistema de rotación adecuado (Arronis, 2010).

Suplementación estratégica. Este sistema tiene los costos más bajos, se colocan algunos comederos y bebederos techados entre los apartados donde se brinda la suplementación. Los animales pasan todo el tiempo en los potreros sometidos a una rotación adecuada; también se utiliza el diseño de pastel en el cual el corral con los comederos y bebederos se ubica en el centro y los potreros alrededor con portillos de acceso, que se abren para que los animales estén entrando y saliendo cuando lo deseen a consumir el suplemento (Arronis, 2010).

4.2.2. Extensivos

Este sistema se basa principalmente en criar el ganado en praderas ya sean naturales o irrigadas por lo que rara vez se les da concentrados, este sistema es implementado en su mayoría en el sur del país debido a las grandes extensiones de tierra y las condiciones climáticas con las que cuenta, por lo que una de las limitantes es la alimentación de los animales y el uso de tecnologías es nulo (SIAP, 2023). Sin embargo, también es usado en menor extensión en otras regiones del país, según Bellido (2017) se basa en la utilización de especies ganaderas de interés zootécnico, capaces de aprovechar eficazmente los recursos naturales mediante el pastoreo.

Generalmente las especies ganaderas que son criadas corresponden a genotipos autóctonos adaptados a los factores limitantes y ecológicos del medio natural.

Los sistemas extensivos de producción animal según Boyazoglu (1998), comparten tradicionalmente características comunes como, número limitado de animales por unidad de superficie, uso limitado de los avances tecnológicos, baja productividad por animal y por hectárea de superficie; alimentación basada principalmente en el pastoreo natural y en el uso de subproductos de la agricultura del rancho, uso reducido de energía fósil, entre otros. Basado en un modelo de gestión casi en el uso exclusivo de los recursos locales (Rodríguez-Estévez, 2005).

De acuerdo con Morgan-Davies *et al.* (2012), los sistemas ganaderos extensivos de áreas marginales realizan un uso complejo del medioambiente, de modo que no solo son fuente de una parte importante de la producción mundial de alimentos, sino que también proporcionan diversidad paisajística y gran multitud de servicios ecosistémicos, además de mantener las poblaciones rurales.

4.2.3. Semi-intensivo

Este sistema es considerado intermedio entre el intensivo y extensivo debido a que la alimentación del ganado consiste en pastoreo y suplementación, existe uso de algunas tecnologías tales como: la inseminación artificial y uso de maquinaria que hace más redituable la explotación (SIAP, 2023). Rodríguez-Estévez *et al.* (2007) indican que son sistemas en los que el ganado está sometido a cualquier combinación de métodos de cría extensivo e intensivo, simultáneamente o de forma alternada, según cambien las condiciones climáticas y el estado fisiológico del ganado.

El sistema semi-intensivo para Nemecek *et al.* (2011) y Callejas-Juárez *et al.* (2017) es como un sistema de explotación mixto, en el cual los animales gozan varias horas al día al aire libre pastoreando, mientras que en otras horas o época se mantienen en espacios cerrados (estabulación) sometidos a una alimentación intensiva, existiendo un nivel intermedio de innovaciones tecnológicas, administración e infraestructura productiva.

4.3. Praderas

Son áreas donde predominan los pastos o gramíneas, se encuentran presentes en los cinco continentes, abarcan aproximadamente una cuarta parte del planeta, son de gran importancia debido a que son utilizadas para la alimentación para los sistemas de producción animal, principalmente de rumiantes (COTECOCA, 2023).

Las praderas constituyen la fuente más económica para alimentar a los rumiantes, ya que los animales cosechan su propio alimento y las deyecciones regresan directamente como abono. Esto evita los costos de corte, conservación y acarreo del forraje, limpieza constante de las instalaciones y manejo de grandes cantidades de estiércol. Las praderas se pueden establecer con una sola especie (simple o monófito), o bien por asociaciones dobles (bífito) o compuestas (polífito) (Carlier, 2010).

4.4. Potreros

Son áreas delimitadas, colonizadas por plantas o pastos naturales, naturalizados y mejorados, donde el ganado se alimenta y donde se relaciona con el suelo, el clima y todos los animales que viven en él (Dávila *et al.*, 2015). Mientras que Ramírez *et al.* (2005) los definen como una zona destinada a la cría de ganado, caracterizada por ser extensas zonas verdes cubiertas por pastos utilizada por los animales para alimentarse.

Los potreros en general, comparados con la vegetación forestal original, son florística y con vegetación sencilla, con una estructura horizontal y vertical poco compleja. No obstante, los potreros abiertos en zonas de selvas húmedas poseen una estructura y composición más rica, por influencia de la vecindad de fragmentos forestales y por la presencia de numerosos árboles remanentes de la selva, localizados alrededor de los potreros, en medio de ellos o a lo largo de los cauces de agua que los atraviesan (CONAFOR, 2023).

4.5. Pastos

Los pastos o gramíneas son plantas monocotiledóneas que pertenecen a la familia *Poaceae*. Los pastos se encuentran en la gran mayoría de los ecosistemas, ya sea formando comunidades como los pastizales de todo el mundo o formando parte de otro tipo de vegetación como los bosques o selvas (Dávila *et al.*, 2015; Navarro, 2020).

La importancia de la familia de los pastos o gramíneas es ser un grupo de angiospermas altamente diversificado. Además, se sabe que las gramíneas han tenido un impacto positivo en la sociedad como fuente de alimento, forraje, energético y como materiales para la construcción, entre otros (INIFAP, 2023). DeWett (1981), indica que el objetivo de un pasto es dar la mayor cantidad de forraje verde por unidad de superficie y de la mejor calidad o valor forrajero posible. Para aprovechar bien un pastizal hay que tener en cuenta los elementos que lo componen, es decir, las plantas, por lo que es necesario conocer las fases que atraviesan en su desarrollo para poder realizar correctamente el pastoreo.

La producción de forraje en el trópico de México está basada principalmente en praderas de los siguientes pastos: Estrella de África [*Cynodon plectostachyus* (K. Schum.) Pilger] con una producción anual de 32 millones de toneladas de MS, Privilegio [*Megathyrsus maximus* (jacq.) B.K. Simon y S. W. L. Jacobs], con 21.9 millones de toneladas, Jaragua [*Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf], con 4 millones de toneladas, Pangola (*Digitaria decumbens* Stent), con 3.4 millones de toneladas, Elefante (*Pennisetum purpureum* K. Schumach.), con 2.8 millones de toneladas, Alemán [*Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitch.], con 2.3 millones de toneladas y Llanero (*Andropogon gayanus* Kunth) con 1 millón de toneladas (Villegas *et al.*, 2001).

En los pastos tropicales se conoce que la producción de materia seca en la parte aérea depende del balance entre la tasa fotosintética y de respiración de la planta (Taiz y Zeiger 2002). La importancia de considerar la producción de materia seca en lugar de la producción de biomasa fresca (materia verde), es que se pueden comparar forrajes con diferente contenido de humedad y en diferentes condiciones ambientales.

Por otro lado, la materia seca se incrementa conforme avanza la edad o crecimiento de la planta, siendo mayor la tasa de crecimiento de las especies tropicales cuando se registra la máxima precipitación pluvial (Abaunza *et al.*, 2001). Dentro de los pastos podemos encontrar pastos nativos e introducidos.

4.5.1. Pastos nativos

Los pastos nativos contribuyen en la alimentación del ganado bovino, sin embargo, su producción es estacional, de baja cantidad y calidad nutricional, radicando su importancia en la superficie que ocupa en la región tropical de México que va de 55 a 65% del territorio (SADER, 2023). Dentro de los pastos nativos más conocidos se puede mencionar a: pasto Banderita (*Bouteloua curtipendula*), Navajita (*Bouteloua gracilis*), *Hilaria belangeri* y *Zea mays ssp. Mexicana* (CONABIO, 2023). A continuación, se describen algunas características de pastos utilizados en México.



Axonopus affinis Chase (Carpeta o Grama) (Figura 7), es una gramínea perenne de raíces superficiales nativa de América tropical; se propaga por estolones cortos que forman un césped denso. Tiene hojas lanceoladas de 5 a 20 centímetros de largo por 2 a 6 milímetros de ancho. La inflorescencia consiste en dos o tres espigas delgadas y erectas que producen semillas

Figura 7. *Axonopus affinis* Chase fértiles de tamaño pequeño. Se adapta a suelos pobres, de textura arenosa y no tolera condiciones de encharcamiento (INIFAP, 2023).



Figura 8. *Paspalum plicatulum* Michx

sequí y la quema (INIFAP, 2023).

Paspalum plicatulum Michx (Zacate de llano o pajón de sabana) (Figura 8), gramínea perenne de crecimiento erecto, originaria de México, Centroamérica y Sudamérica, cuyo hábitat natural es la sabana tropical, en donde es la especie dominante. Produce una panícula con 8 o 13 racimos florales, cada uno de 2 a 6 centímetros de longitud, cuya semilla es fértil. Crece en suelos muy ácidos de baja fertilidad y es tolerante a la



Figura 9. *Hymenachne amplexicaulis* Nees

estados de Veracruz, Campeche, Oaxaca y Tabasco (INIFAP, 2023). Se sabe que su calidad nutricional aproximada se encuentra distribuida en MS 17.8%, PC entre 12.5% y FC 31% (Feedipedia, 2023).

Hymenachne amplexicaulis Nees (Azuche) (Figura 9), gramínea originaria de México y Latinoamérica tropical, que alcanza alturas de 1 a 2.5 metros y tiene tallos flotantes, rellenos de aerénquima, estructura que le permite flotar. Posee raíces en los nudos inferiores del tallo, lo que hace dominante donde se desarrolla. Este pasto se considera de gran importancia para la ganadería durante la época de estiaje, particularmente en los

4.5.2. Pastos introducidos

La mayoría de estos pastos se han introducido del continente africano, en donde se presenta la mayor diversidad de gramíneas para la alimentación del ganado; otros son de origen asiático y unos pocos son producto del mejoramiento genético. En el trópico mexicano se han adaptado varios de ellos, entre los que se pueden mencionar: *Megathirsus maximus*, *Saccharum sinense*, *Cenchrus ciliaris*, *Brachiaria ruziziensis* e *Hyparrhenia rufa*, entre otros (Peralta, 2007).



Figura 10. *Brachiaria brizantha*

Brachiaria brizantha (Pasto insurgente) (Figura 10), su origen está en el este de África tropical, de crecimiento amacollado, este pasto es sumamente sensible a la inundación o exceso de humedad, así como a sequías extremas. Es de mayor calidad nutritiva que *B. decumbens* y más resistente a plagas (INIFAP, 2023). En estado vegetativo contiene aproximadamente 10% de PB y 66% de

FDN, el rango de PC es de 5 a 16%, el contenido mineral es de aproximadamente 7 a 13% (Feedipedia, 2023).



Figura 11. *Cynodon plectostachyus* Vanderyst

Cynodon plectostachyus Vanderyst (Estrella de África) (Figura 11), es una gramínea perenne originaria de la región oriental de Rhodesia, en África. Tiene crecimiento rastrero, con estolones largos y fuertes que pueden alcanzar más de tres metros de longitud, y enraízan en los nudos formando una cubierta densa; se lignifica durante la época de sequía e incluso llega a tener latencia en esa misma época. Se establece mediante

material vegetativo, ya que no produce semilla fértil, crece en varios tipos de suelo, aunque su mayor producción se da en suelos fértiles, de aluvión o de vega de río y con buenas características físicas (SADER, 2023). Es una hierba moderadamente nutritiva, que contiene aproximadamente un 10% de proteína, el pasto alimentador durante la estación seca puede contener menos del 6% de proteína, mientras que la PC de la hierba joven puede exceder el 15% de la MS (Feedipedia, 2023).



Figura 12. *Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*

41%, PC de 22%, FB de 43% y FDN 54% (Feedipedia, 2023).

Pennisetum purpureum x *P. typhoides* (King Grass) (Figura 12), es una especie perenne de crecimiento erecto, que puede alcanzar alturas mayores a 4 m; los tallos tienen un diámetro de 13 a 15 milímetros, con abundantes yemas basales, tienen hojas lanceoladas y largas con vellosidades suaves. La inflorescencia es una espiga y produce semilla con 8 a 10% de germinación (INIFAP, 2023). El contenido de MS se encuentra entre



Figura 13. *Megathyrsus maximus*

(INIFAP, 2023). La calidad nutritiva del paso se reporta con un contenido de MS hasta el 47%, PB 46% y la FDN hasta 80% (Feedipedia, 2023).

Megathyrsus maximus (Guinea común o privilegio) (Figura 13), se desarrolla en climas cálidos, libres de heladas, se considera como un pasto de alto valor nutritivo y presenta una alta relación hoja/tallo, lo cual es una característica deseable, es un excelente paso forrajero, dado que no reduce su calidad y digestibilidad significativamente durante las épocas críticas



Figura 14. *Megathyrsus maximus* (Tanzania)

Megathyrsus maximus (Tanzania) (Figura 14), variedad mejorada del pasto guinea, se diferencia por su mayor altura y color verde azulado de las hojas, aceptado por su mayor producción y calidad del forraje (Enríquez *et al.*, 2011). El estudio realizado por Ortega-Aguirre *et al.* (2015) arroja que la composición bromatológica de este pasto es de 10% de PC, 15% de cenizas, 70% de FDN y 47% de FDA.



Figura 15. *Megathyrsus maximus* (Mombaza)

Megathyrsus maximus (Mombaza) (Figura 15), es de mayor porte con relación a otros cultivares (Enriquez *et al.*, 2011). El aporte nutricional es de 9% de PC, 13% de cenizas, 68% de FDN y 45% de FDA (Ortega-Aguirre *et al.*, 2015).



Figura 16. *Panicum purpureum* (Taiwan)

Panicum purpureum (Taiwan) (Figura 16), variedad de pasto elefante con alta producción de forraje, utilizado para corte o pastoreo (Enriquez *et al.*, 2011). Una investigación realizada por Araya *et al.* (2005) arrojaron que la calidad bromatológica se encuentra de la siguiente forma: 19% de MS, 10% PC y 16% cenizas.



Figura 17. *Pennisetum sp* (Maralfalfa)

Pennisetum sp (Maralfalfa) (Figura 17), es un pasto perenne con alta productividad, cuyas raíces son fibrosas y forman raíces adventicias que surgen de los nudos inferiores de las cañas. Estas cañas conforman el tallo superficial el cual está compuesto por entrenudos, delimitados entre sí por nudos (Cerdas-Ramírez, 2015). La composición química es de 15% de MS, 8% de PB, 34% de FB y 1.51 de extracto etéreo (Luna *et al.*,

2015).

4.6. Producción de forraje

Los forrajes son todas aquellas plantas que se cultivan con el fin de alimentar a los animales. Puede ser consumidos en pie o diferidos, según sean las necesidades del proceso productivo (pasto, pienso, compuesto, heno y ensilajes). Son fuentes de nutrientes más económicos, deben ser la base de la alimentación de los animales (SADER, 2023) y según el estado en el que se encuentren se pueden clasificar como: 1) *Forrajes verdes*. De consumo inmediato al punto de cosecha y directamente en la pradera, los cuales se denominan pastos de pastoreo y de corte. 2) *Forrajes secos*. Se cortan y dejan secar, toman el nombre de heno y son utilizados para épocas de sequías. 3) *Otros forrajes*. Han pasado por un proceso de conservación basado en una fermentación, por ejemplo, el ensilado.

La producción de forraje a lo largo del año depende de múltiples factores, tipo de pasto, ambiente, manejo, entre otros, siendo la materia seca un elemento clave para incrementar la producción forrajera (Cuadro 2). En otoño e invierno la planta se encuentra en estado vegetativo y el contenido de materia seca oscila entre 13 a 16% (Etcheverría *et al.*, 2020). A medida que se acerca la primavera, la planta incrementa su desarrollo e inicia su proceso reproductivo induciendo la espigadura, que a su vez aumentará el contenido de materia seca (17 a 25%). En la primavera tardía e inicios del verano la planta pasa a un estado reproductivo (espiga extendida y formando sus semillas), llegando en años secos a un 30% o más de materia seca (Escobar *et al.*, 2020).

Para estimar la cantidad de materia seca en una superficie se requiere conocer el rendimiento de forraje verde por una unidad de superficie y el porcentaje de materia seca de la misma. El rendimiento de forraje verde se puede obtener cortando repetidamente un metro cuadrado de pradera, usando dos veces un aro o un marco de metal de 0.5 m² (Escobar *et al.*, 2020).

Cuadro 2. Rendimiento de forraje en diferentes pastos tropicales cosechados bajo corte.

Especies	Materia seca (t ha⁻¹ año⁻¹)
Estrella de África	28.3
Elefante	28.2
Privilegio	25.8
Pangola	26.5
Llanero	7.9
Chetumal	8.3
Insurgente	9.1
Privilegio	8.4

Spain, (2011)

4.7. Calidad nutricional de pastos

La composición química y la digestibilidad del alimento se combinan por el contenido de agua y materia seca, esta última compuesta por sustancias orgánicas e inorgánicas (proteína, fibra, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno y vitaminas) o cenizas, incluyendo minerales (INIFAP, 2023). Una planta herbácea se compone de agua en cantidades variables según su grado de madurez, compuestos grasos (pigmentos y clorofila), carbohidratos solubles (almidón, sacarosa y fructosa), carbohidratos estructurales (celulosa, hemicelulosa y pectinas) y fenoles (lignina y taninos) también forman parte del valor nutritivo de la planta (Lascano, 1981). Existen componentes importantes que determinan la calidad nutricional de los pastos entre los que se encuentra la materia seca, humedad, fibra cruda, proteína, energía y minerales.

La materia seca es importante ya que en ella se concentran todos los nutrientes utilizados en la nutrición animal (proteína, grasas, minerales y fibra). De esta forma, a excepción de la energía, el contenido de nutrientes que contiene un forraje se expresa en relación porcentual en base materia seca (BMS). Es así como la materia seca es la parte que queda de una muestra de forraje fresco, ya sea pradera, ensilaje, heno o granos, a la que se le ha extraído el agua mediante secado forzado (Ramírez, 2011).

Las proteínas según indica la FAO (2023), son grandes moléculas de aminoácidos, y se encuentran en los alimentos, constituyen los principales componentes estructurales de las células y tejidos del cuerpo como el músculo. Éstas son necesarias para el crecimiento, el desarrollo, el mantenimiento, reparación y reemplazamiento de los tejidos gastados o dañados, así como para producir enzimas metabólicas y digestivas. Son, además, un componente esencial de algunas hormonas.

Las cenizas de un alimento son un término analítico equivalente al residuo inorgánico (Iturbe *et al.*, 2011) que queda después de calcinar la materia orgánica. Pigurina *et al.* (2001) mencionan que los principales minerales encontrados son el Calcio (Ca), Fósforo (P), Sodio (Na) y Potasio (K). Las cenizas, normalmente, no son las mismas sustancias inorgánicas presentes en el alimento original, debido a las pérdidas por volatilización o a las interacciones químicas entre los constituyentes.

La energía bruta se define como la energía liberada como calor cuando una sustancia orgánica es oxidada totalmente a CO₂ y H₂O (Bauza, 2012). Mientras que la FDN está constituida según Bach *et al.* (2006) por la celulosa, hemicelulosa y lignina, mientras que la FDA está compuesta por celulosa y lignina.

La digestibilidad aparente de un pasto expresa la proporción en que se encuentran los nutrientes digestibles y su utilización con respecto al total del alimento ingerido por el animal. Una digestibilidad del 65% en un forraje es indicativo de un buen valor nutritivo y permite un consumo adecuado de energía en la mayoría de los animales (Pirela, 2005). Estudios han demostrado que la calidad nutricional de los forrajes disminuye con la madurez de la planta, pero igualmente a medida que esta crece la producción de materia seca aumenta (Van, 2012), por ende, también la productividad de la pastura por unidad de área.

En ese sentido, los pastos tropicales son de crecimiento y maduración rápida, es decir, al tener esta característica su calidad nutricional (Cuadro 3) también cambia rápidamente.

Las principales limitaciones que presentan son la reducción en el contenido de nitrógeno soluble (proteína) y el aumento en pared celular lignificada a medida que el forraje madura.

Cuadro 3. Valor nutricional de pastos tropicales (MS, %).

Variable	Llanero	Insurgente	Maralfalfa	Mombaza	Mulato
MS kg ha ⁻¹	2,817	2,214	2,889	2,711	2,801
MS	19.9	22.2	18.9	23.9	21.7
CEN	8.7	8.5	12.4	11.3	9.2
EE	3.3	3.4	2.8	2.6	3.3
FDN	69.9	63.0	66.7	68.1	61.3
FDA	39.6	35.5	41.7	42.8	34.8
LIG	5.9	6.1	7.8	7.5	6.4
PC	11.4	12.7	11.4	10.4	12.5
NNP	2.7	3.6	3.2	2.7	3.6

MS: Materia seca. CEN: Cenizas. EE: Extracto etéreo. FDN: Fibra detergente neutro. FDA: Fibra detergente acida. LIG: Lignina. PC: Proteína cruda. NNP: Nitrógeno no proteico.

El valor nutritivo del pasto según Pirela (2005), es la capacidad del pasto para garantizar o no las exigencias nutritivas de los animales para el mantenimiento, crecimiento y reproducción. En términos generales, el valor nutritivo de las especies forrajeras es la resultante de la ocurrencia de factores intrínsecos de la planta como son la composición química (Cuadro 4), digestibilidad, factores ambientales, factores propios del animal y la interacción entre las pasturas, el animal y el ambiente.

Cuadro 4. Composición química de pastos de uso común en las regiones tropicales de México.

Pasto	MS	FDN	Lignina	PC	Cenizas
Estrella de África	26.7	74.7	7.5	8.0	9.0
Pangola	26.8	70.0	7.3	7.0	8.0
Mombaza	26.1	70.8	6.8	5.5	9.3
Llanero	25.0	70.2	6.1	8.6	8.0
Insurgente	26.1	70.8	6.8	5.5	9.3
Señal	21.9	69.6	6.3	7.8	8.8
Humidícola	19.3	73.6	7.8	7.5	8.2
Alemán	15.2	68.3	4.7	9.3	12.3
Privilegio	22.5	69.3	6.2	7.4	11

MS: Materia seca. FDN: Fibra detergente neutro. PC: Proteína cruda. CEN: Cenizas. Juárez *et al.* (2002).

4.8. Factores que afectan la calidad de los pastos

El medio ambiente puede afectar el vigor de las plantas forrajeras, lo que tiene un efecto sobre el rendimiento de forraje y en menor proporción modifica el valor nutritivo de los pastos (INIFAP, 2023).

4.8.1. Factores ambientales

Los factores climáticos mencionan Verdecia *et al.* (2011) son tales como la pluviosidad, la temperatura, la radiación solar o la humedad relativa que afectan de forma importante a la producción y calidad de los forrajes. Por otra parte, la edad del pasto influye en la disminución de la calidad por el incremento de carbohidratos estructurales y por tanto la productividad animal en aquellos sistemas basados en la máxima utilización de los recursos forrajeros propios. Existen otros factores importantes como la temperatura, la precipitación, radiación solar, entre otros.

Temperatura. Las temperaturas óptimas para crecimiento de gramíneas forrajeras son de 30 a 35°C, mientras que las leguminosas tropicales requieren de 25 a 30°C; si estas aumentan o disminuyen, producen plantas raquílicas, y si las diferencias son muy marcadas, pueden ocasionar su muerte. La temperatura alta afecta negativamente la calidad del forraje, mediante la modificación de la relación hoja/ tallo y la disminución de la digestibilidad de la materia seca, ya que, bajo estas condiciones, las plantas presentan una mayor concentración de pared celular (Enríquez, 2011).

Precipitaciones. El volumen de agua caída por las precipitaciones y su distribución a través del año ejercen efectos notables en el crecimiento y la calidad de los pastos, debido a su estrecha relación con los factores bioquímicos y fisiológicos que regulan estos procesos biológicos de gran complejidad. Tanto el exceso como el déficit de precipitaciones pueden provocar estrés en los cultivos forrajeros (Del Pozo, 2004).

Radiación solar. Se encuentra muy relacionada con procesos fisiológicos fundamentales, vinculados con el crecimiento y los cambios morfológicos que experimentan los pastos y forrajes a través de su desarrollo. Influye en los procesos metabólicos de la planta que determinan su composición química, por cambios en la intensidad y en la calidad de la luz. El aumento en la intensidad de la luz favorece los procesos de síntesis y acumulación de carbohidratos solubles en la planta, mostrando un comportamiento inverso con el resto de los constituyentes solubles y estructurales, siempre que otros factores no sean limitantes (Pirela, 2005).

Una consecuencia de la interacción de diferentes factores ambientales como la falta de precipitación y aumentos de la radiación solar dan origen a la presencia de sequías. La cual es la principal limitante en el rendimiento de forraje, causando un retraso en la madurez de la planta, los tallos se acortan, y por consiguiente se incrementa la relación hoja/tallo, lo que mejora la calidad del forraje, ya que aumenta la proporción de hojas de las plantas, de esta forma se tiene mayor valor nutritivo y digestibilidad (INIFAP, 2023).

4.8.2. Plagas

Tienen una fuerte influencia tanto en el rendimiento, como en la calidad de forraje; existen diferentes tipos de insectos, cuyos daños se menciona y que se describen a continuación:

Defoliadores. Se tiene principalmente larvas o gusanos, que son consumidores de follaje, yemas o puntos de crecimiento, lo cual disminuye el rendimiento, retrasa el crecimiento o rebrote de las plantas.

Chupadores o removedores. Estos insectos son los más perjudiciales para las especies forrajeras tropicales. La mosca pinta (*Prosapia* y *Aeneolamina postica*) se considera el principal problema de las gramíneas forrajeras, ya que puede dañar fuertemente a algunas especies si no se toman medidas de prevención o se les controla a tiempo. Este insecto succiona la savia de las plantas, transfiere sustancias tóxicas o cáusticas que afectan tanto el rendimiento como el valor nutritivo.

4.8.3. Factores morfológicos

Se ha observado que las hojas contienen mayor contenido de proteína, menor contenido de fracciones fibrosas lo que le confiere una mejor calidad y por ende mayor consumo por los animales en comparación con los tallos. Otros factores morfológicos que afectan la calidad son: altura de la planta y estructura de pastizal. Las especies de porte alto son consumidas en mayor proporción que las de porte bajo debido a los hábitos de consumo de los animales (Pineda, 2005).

4.8.4. Frecuencia y altura de corte o pastoreo

En la utilización de los pastos y forrajes, la altura y el momento de la cosecha constituyen elementos básicos en su manejo, por la influencia que estos ejercen en su comportamiento morfo-fisiológico y productivo. El aumento de la edad de rebrote provoca cambios significativos en los componentes solubles, estructurales y en la digestibilidad de los pastos, lo cual hace que su valor nutritivo disminuya con el avance de la edad.

Sin embargo, su utilización a edades tempranas provoca efectos negativos no sólo por la baja concentración de la materia seca y de los nutrientes sino por poseer un contenido de reservas en las partes bajas de los tallos y raíces de la planta que no le permite un adecuado rebrote y crecimiento vigoroso después del corte o el pastoreo (Pineda, 2005).

El pastoreo continuo influye en la calidad del pasto ya que este mantiene al ganado en un mismo pastizal y por tanto no permite que la planta se regenere y la calidad nutricional descienda por lo tanto para que este sea considerado de buena calidad se recomienda pastorear a una altura de 20 a 30 centímetros, el pisoteo siempre es mayor en las zonas donde el pasto es fresco (Navarro, 2019).

4.8.5. Carga animal y tiempo de ocupación

La carga animal según Pineda (2005), es la variable más importante en el manejo de pastos y determina la productividad por animal y por área. Su efecto fundamental es a través de los cambios que se producen en la disponibilidad y el consumo de los pastos con influencias marcadas en la estructura y composición química de la planta. En términos generales, a mayor presión de pastoreo el animal tiene una menor capacidad de selección y, en consecuencia, ingerirá alimentos de menor calidad. Sin embargo, esta relación no es lineal pues a bajas presiones de pastoreo se reduce la eficiencia de utilización de la pastura lo cual redundará en una acumulación de material forrajero de menor calidad, problema que aparentemente no puede ser superado mediante la selectividad.

4.8.6. Compuestos químicos

En algunas plantas forrajeras, producen compuestos químicos que son nocivos como los glucósidos que al consumirse liberan ácido prúsico o cianhidrato (HCN), causando envenenamiento en los animales (Enriquez, 2005). Los nitratos (NO_3), que al acumularse pueden ser tóxicos (INIFAP, 2005) para los animales. La mayor cantidad de estos se acumulan en la parte basal del tallo, siendo considerada la porción más tóxica de la planta.

4.9. Degradación de pasturas

La degradación de la tierra es generalmente definida como la reducción temporal o permanente en la capacidad productiva de la tierra en un agroecosistema determinado (Stocking y Murnaghan, 2001). En el caso de las pasturas, este proceso de degradación está ligado a: 1) establecimiento de pasturas en tierras frágiles; 2) siembra de pasturas pobremente adaptadas; 3) sobrepastoreo durante la época lluviosa; 4) quema incontrolada y frecuente de pasturas; y 5) agotamiento de nutrientes (Calderón *et al.*, 2007). La degradación de las pasturas trae serias consecuencias al productor reduciendo primero los rendimientos en producción animal y luego incrementa los costos.

Una vez establecida la pastura mejorada, la deficiencia de nitrógeno es el primer factor que desestabiliza la pastura y provoca el inicio de la degradación (Holmann *et al.*, 2004). Una vez declarada la deficiencia del nitrógeno, la calidad y el vigor de la pastura comienzan a declinar e inducen una aguda disminución de la actividad biológica; entonces, otros nutrientes, como el fósforo y el azufre, pueden aparecer como deficientes. Después de un período prolongado de utilización de las pasturas, es posible que ocurran cambios importantes en la estructura física del suelo, como la compactación, lo cual aumenta la escorrentía, disminuye el desarrollo de las raíces y la extracción de nutrientes que se encuentran a mayor profundidad en el suelo. Asimismo, la compactación del suelo permite que el agua corra por la superficie arrastrando partículas y materiales en depósito, iniciando entonces el proceso de erosión, con lo cual la pastura entra en un proceso de degradación severa (Botero 2013).

Se ha investigado que la degradación según Padilla *et al.* (2009) inicia con la pérdida de vigor de las plantas y se refleja en disminución de cobertura y pérdida de plantas de la especie deseable; lo anterior, permite el desarrollo de maleza o deja el suelo descubierto, lo que favorece la compactación por pisoteo de los animales, y finalmente, resulta en baja producción de forraje. En esta situación, la pradera pierde productividad y soporta menos de 0.5 unidades animales por hectárea, mientras que una pradera recién establecida puede soportar dos o más unidades animales por hectárea.

Un estudio realizado por Padilla *et al.* (2013) indicaron que una pérdida de productividad y de capacidad de recuperación natural de las plantas cultivadas para las actividades de pastoreo, que se ven reflejadas en una mala calidad de la cobertura con imposibilidad para sostener animales (capacidad de carga) y problemas posteriores como disminución notable de biomasa aérea, compactación y erosión, afectando los ciclos biogeoquímicos que se refleja en indicadores de fertilidad del suelo.

Los cambios en la composición botánica del pasto causados por su degradación corresponden a la aparición de especies indeseables, cambió en el color, materia muerta, suelo desnudo, malezas que se manifiestan en forma de cambios en su cobertura mismas que se miden en cuatro niveles (Dias-Filho, 2007) como se muestran en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Descripción cualitativa y cuantitativa de los cuatro niveles de degradación de pasturas.

Signo	Nivel de degradación			
	1	2	3	4
	No aparente	Leve	Moderado	Severo
Color	Verde oscuro	Verde claro	Verde-amarillo	Amarillo
Materia muerta	<10%	11-20%	21-30%	>30%
Suelo desnudo	<10%	11-20%	21-30%	>30%
Malezas	<10%	11-20%	21-30%	>30%
		(aparición de malezas hoja angosta)	(aparición de maleza de hoja ancha)	(más colonización de la pastura por gramíneas nativas)
Edad	1-3 años de establecimiento	4-6 años de establecimiento	7-9 años de establecimiento	>10 años de establecimiento

Barcellos (1986).

La productividad de una pradera puede disminuir por el uso de especies forrajeras no aptas para las condiciones ambientales, sobrepastoreo, en especial en los periodos de baja precipitación, incidencia de plagas y enfermedades, establecimiento en zonas con suelos frágiles, agotamiento de los nutrientes del suelo especialmente en las especies mejoradas, bajo o nulo uso de fertilizantes, elevada infestación de maleza herbácea y arbustiva, y quemas indiscriminadas (Calderón *et al.*, 2007).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización

La investigación se realizó durante los meses de septiembre y octubre de 2023, en las localidades de Laguna Grande y Benito Juárez pertenecientes al municipio de Escárcega, Campeche, México. Las localidades se encuentran entre los paralelos 18°10' y 19°00' de LN, 90°02' y 91°02' de LO, encontrándose a una altitud entre 100 y 200 m (INEGI, 2023) (Figura 18).

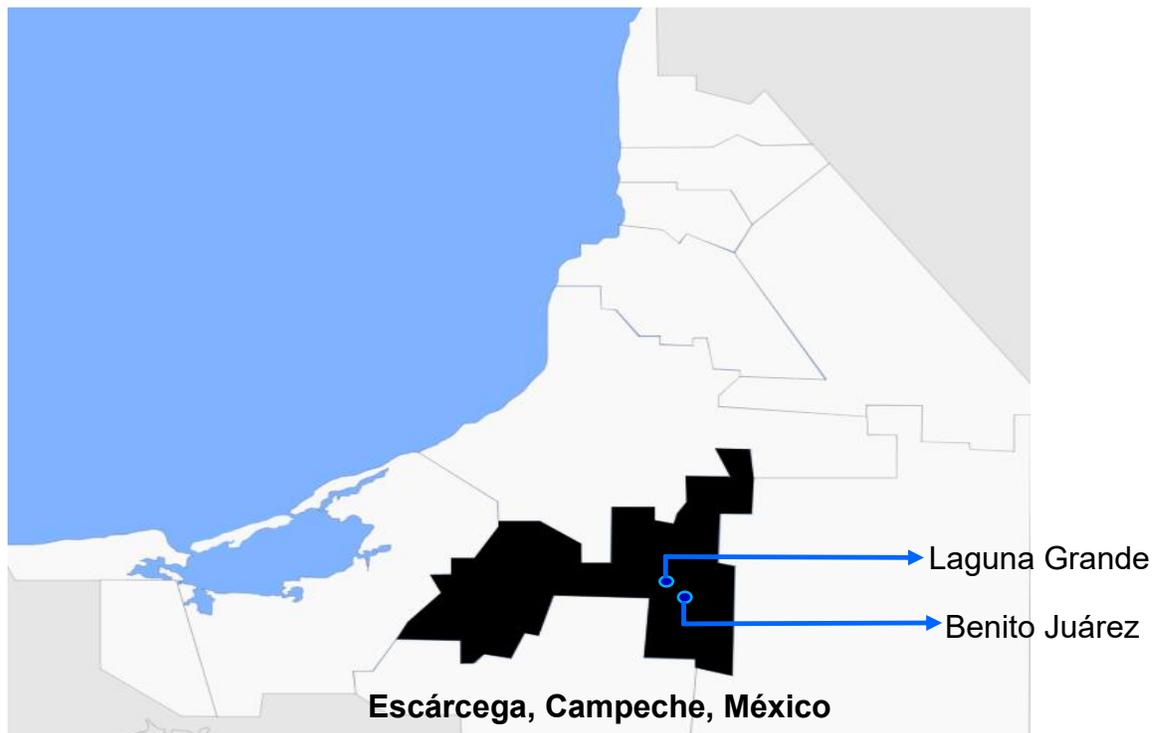


Figura 18. Localización de las comunidades de Laguna Grande y Benito Juárez, Escárcega, Campeche, México.

La región cuenta con predominio de clima cálido subhúmedo a húmedo, su temperatura media anual es de 27 °C, la temperatura más alta es mayor de 30 °C y la mínima es de 18 °C. Las lluvias varían de abundantes a muy abundantes durante el verano y su precipitación se encuentra entre 1200 y 2000 mm (SMN, 2023).

El tipo de suelo del municipio de Escárcega es variado encontrándose Leptosoles (47%), Vertisoles (38%), Phaeozems (12%), Gleysoles (2%) y Luvisoles (0.2%) (INEGI, 2023).

5.2. Selección de unidades productivas

Se seleccionaron 14 unidades productivas dedicadas a la producción de bovinos para carne, siete pertenecientes a la comunidad de Laguna Grande y el resto a la comunidad de Benito Juárez, ubicadas en el municipio de Escárcega, Campeche. Estas unidades productivas fueron referenciadas por la organización Pronatura Península de Yucatán A.C., del estado de Campeche quienes fomentan la implementación de prácticas sustentables en la ganadería como el uso de sistemas silvopastoriles, en donde estas unidades productivas están iniciando como una forma de migrar hacia prácticas sustentables en la ganadería.

5.3. Características sociales y la unidad productiva

Se elaboró un cuestionario de ocho preguntas aplicado mediante la herramienta de la encuesta a productores ganaderos dispersados en las comunidades antes mencionados. Las preguntas consultadas fueron relacionadas a los aspectos sociales y de la unidad productiva, entre las sociales se preguntó: nivel educativo y experiencia en la actividad. Entre las productivas: área total ganadera, número de cabezas animales, área del potrero, práctica de rotación de potreros, días de ocupación, días de descanso y tiempo de establecimiento del pasto.

De forma paralela, se tomaron datos del pastizal por observación directa como: color del pasto, presencia de materia orgánica, plagas y enfermedades, % de cobertura del pasto y % de malezas. Así como también se tomó el peso en fresco para su extrapolación a toneladas.

5.4. Muestras de pasto

En cada unidad productiva se consideró el uso de áreas establecidas de pastizal las cuales superaban los 10,000 m², para lo cual se consideró un área de muestreo de 2,500 m², en donde al azar por tres ocasiones se cortó el pasto dentro de un cuadrante de plástico con un área de 1 m² (Escobar *et al.*, 2020). El corte de pasto se realizó a una altura de 15 cm de la base del suelo, cada muestra de pasto se colocó en bolsas de plástico y se pesó para después ser extrapolado a T ha⁻¹ de forraje verde.

5.5. Preparación del pasto para análisis

En el Laboratorio de Ciencia Animal del Colegio de Postgraduados Campus Campeche, las muestras de forraje verde fueron puestas a secar con aire frío a una temperatura de 24 °C por tres días hasta contar con una humedad menor al 10%. Posterior a ello, se tomaron aproximadamente 200 g y se molieron a través de un molino eléctrico (High-speed Multifunction GRINDER®) para obtener un tamaño de partícula aproximado de 2 cm.

Las muestras secas y molidas se guardaron en bolsas de plástico con sellado hermético y fueron enviadas al Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad en Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México, para someterlas a un análisis bromatológico que incluyó, Proteína cruda (PC), Fibra Detergente Neutro (FDN), Fibra Detergente Ácido (FDA), Lignina, Cenizas, Extracto Etéreo, Materia Seca (MS) y Fibra Cruda (FC).

5.6. Variables evaluadas

Características sociales y de la unidad productiva. Nivel educativo, experiencia en la actividad, área total ganadera, número de cabezas animales, área del potrero, práctica de rotación de potreros, días de ocupación, días de descanso, tiempo de establecimiento del pasto, color del pasto, presencia de materia orgánica, presencia de plagas y enfermedades, % de cobertura del pasto, % de malezas, producción de forraje verde en toneladas.

Componente nutricional del pasto: Proteína cruda (PC), Fibra Detergente Neutro (FDN), Fibra Detergente Ácido (FDA), Lignina, Cenizas, Extracto Etéreo, Materia Seca (MS) y Fibra Cruda (FC).

5.7. Análisis estadístico

Las características sociales y de la unidad productiva fueron analizadas mediante estadística descriptiva por medio de frecuencias, aquellos relacionados al análisis de componentes nutricionales (bromatológico) se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) usando la rutina PROC GML para algunas variables se tomaron covariables. Todos los análisis se realizaron mediante el programa SAS/STAT (2002). Para todas las pruebas se utilizó un nivel de significancia al 5%.

.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Características del productor

Nivel educativo y experiencia en la actividad ganadera

Se encontró que el nivel educativo fue básico, destacándose un mayor porcentaje a nivel primaria y secundaria, mayor este último para productores de Benito Juárez (Cuadro 6). Los encuestados en la comunidad de Laguna Grande tuvieron mayor nivel educativo en general al reportarse una persona con educación superior.

Cuadro 6. Nivel educativo de productores de bovinos para carne pertenecientes a Laguna Grande y Benito Juárez, Escárcega, Campeche, México.

	Nivel educativo (%)				
	Sin educación	Primaria	Secundaria	Preparatoria	Universidad
Laguna Grande	28.6	28.6	14.3	14.3	14.3
Benito Juárez	28.6	28.6	42.9	0.0	0.0
Promedio	28.6	28.6	28.6	7.1	7.1

Los datos obtenidos en el nivel educativo reflejan el poco acceso al conocimiento por medio de la educación, por lo que influye en la adopción de nuevos conocimientos y prácticas que ayuden a mejorar los sistemas productivos. En un estudio realizado por la FAO (2001), mencionan que ganaderos que poseen un mínimo grado de analfabetismo, su capacidad de hacer crecer su rancho es prácticamente nula, es decir que el desarrollo rural sin educación es una utopía.

Para la experiencia en la actividad ganadera el promedio fue de 25 años, donde los productores de ambas comunidades cuentan con un tiempo similar ($p \geq 0.05$) en la actividad (29 años para productores de Laguna Grande contra 21 años para productores de Benito Juárez). Si bien la experiencia en la actividad ganadera fue mayor a 20 años, esta ha sido obtenida de manera empírica a prueba y error, por lo que el avance en la eficiencia productiva y sostenibilidad de la actividad se ve disminuida. Al respecto, Burgo (2021), menciona que el conocimiento con el que cuentan los productores ganaderos para mantener en pie la granja ha sido adquirida con el pasar de los años, es decir la experiencia ha sido transmitida de generación en generación, siendo los estudios escolares poco atractivos para adquirir conocimientos.

De esta forma es más difícil que productores con edad avanzada y mayor experiencia adquieran nuevas prácticas ya que están arraigados a lo que han realizado por años a diferencia de productores jóvenes, los cuales son más susceptibles a experimentar y adquirir nuevas prácticas en la ganadería.

6.2. Características de la unidad productiva

Área total, del potrero y número de animales

El área ganadera en promedio fue de 75 ha, con hatos de 54 cabezas animales. No se encontraron diferencias ($p \geq 0.05$) en el área total y el número de animales en la unidad productiva para las comunidades evaluadas, pero si ($p \leq 0.05$) para el área de los potreros dentro de la unidad, siendo mayor para predios de Laguna Grande (Cuadro 7).

Cuadro 7. Área ganadera, del potrero y número de animales en unidades productivas de bovinos para carne de Laguna Grande y Benito Juárez, Escárcega, Campeche, México.

	Área ganadera total (ha)	Área del potrero (ha)	N. total de cabezas animales en la UP
Laguna Grande	97.0 ± 20.3 a	17.6 ± 3.4 a	66.6 ± 6.1 a
Benito Juárez	52.9 ± 20.3 a	4.8 ± 3.4 b	41.6 ± 6.1 a

^{a b} Medias con distintas literales dentro de cada columna indican diferencia ($p \leq 0.05$).

A pesar de que las áreas ganaderas fueron similares, es evidente que los productores pertenecientes a Benito Juárez cuentan con un mayor número de potreros por área ganadera, sin embargo, la carga ganadera es mayor debido a que todos los productores mencionaron introducir la totalidad del hato a pastorear en el potrero en uso, lo que supone un sobrepastoreo de la cobertura vegetal.

Además de ello, generalmente los productores no planifican o diseñan la distribución de su unidad productiva, sino que esta se va estructurando, dependiendo de las condiciones socioeconómicas que tenga el productor. Es así como en la práctica, generalmente los periodos de rotación e intensidad de carga en los potreros están determinados más por factores de tipo socioeconómico, que por el tipo de tecnología pecuaria (Guevara *et al.*, 2001). Mientras que el productor tenga estabilidad económica podrá tener mayor cantidad de terreno para pastoreo, así como más cabezas de ganado, mismas que serán distribuidas de mejor manera dentro de su propiedad.

Pastos en las unidades productivas

Los pastos que se encontraron con mayor frecuencia en las unidades productivas fueron Alicia, Brizantha, Mombaza y Tanzania (Cuadro 8), por su adaptabilidad a las condiciones ambientales de la zona de estudio.

Reafirmado por Fernández *et al.* (2020), quienes indican que los géneros *Brachiaria* y *Panicum* se encuentran entre los forrajes más utilizados en los sistemas de producción animal en zonas de clima tropical y subtropical debido a su adaptación y a su alta productividad que han ido reemplazado superficies de pastos nativos.

Cuadro 8. Variedades de pastos presentes en unidades productivas de bovinos para carne en Laguna Grande y Benito Juárez, Escárcega, Campeche, México.

Comunidad	Nombre común	Nombre científico
Laguna Grande	Brizantha húmídcola	<i>Brachiaria humidicola</i>
	Estrella blanca	<i>Cynodon nlemfuensis</i>
	Llanero	<i>Andropogon gayanus</i>
	Brizantha Mavuno	<i>Brachiaria brizantha x ruzizens</i>
	Tanzania	<i>Megathyrsus maximus</i> cv Tanzania
	Mombaza	<i>Megathyrsus maximus</i> cv Mombaza
	Alicia	<i>Cynodon dactylon</i>
Benito Juárez	Brizantha húmídcola	<i>Brachiaria humidicola</i>
	Mulato	<i>Brachiaria plantaginea</i>
	Santo Domingo	<i>Stenotaphrum secundatum</i>
	Alicia	<i>Cynodon dactylon</i>
	Tanzania	<i>Megathyrsus maximus</i> cv Tanzania
	Alicia	<i>Cynodon dactylon</i>
	Mombaza	<i>Megathyrsus maximus</i> cv Mombaza

No obstante, se estima que entre el 55 y 60% de la superficie usada para la producción de forrajes está cubierta por pastos nativos, los cuales pertenecen a los géneros de *Axonopus* spp. y *Paspalum* spp., que se caracterizan por tener baja capacidad de carga y no cubren las necesidades de una ganadería productiva (Calderón *et al.*, 2007). Por tal razón, uno de los ejes estratégicos de la reconversión tecnológica de la ganadería es el mejoramiento del recurso forrajero, al sustituir especies poco productivas por otras de mayor rendimiento y características agronómicas.

6.3. Manejo del pastizal

Rotación de potreros, días de ocupación y descanso del potrero

La rotación de potreros fue la práctica que se realiza en mayor proporción (92.9%) ($p \geq 0.05$) en las unidades productivas. Los ganaderos mencionaron que uno de los beneficios es promover la regeneración del pastizal en un menor tiempo y detener la degradación del suelo. Respecto a los días de ocupación y descanso del potrero estos fueron similares ($p \geq 0.05$) entre las comunidades (Cuadro 9).

Cuadro 9. Características del manejo del potrero de unidades productivas de bovinos para carne en Laguna Grande y Benito Juárez, Escárcega, Campeche, México.

	Rotación de potreros (%)	Días de ocupación (d)	Días de descanso (d)
Laguna Grande	100.0 a	26.7 ± 7.0 a	61.4 ± 14.4 a
Benito Juárez	85.7 a	25.7 ± 7.0 a	75.0 ± 14.4 a

^{a b} Medias con distintas literales dentro de cada columna indican diferencia ($p \leq 0.05$).

Los días de ocupación en el potrero reportados generalmente van de 15 a 30 días, con un periodo de descanso de 15 a 40 días (Guevara *et al.*, 2001). Sin embargo, estos periodos dependen de múltiples factores como, del tipo de pasto presente, el forraje producido, la carga animal por hectárea, el tipo de pastoreo, tipo de suelo, agua disponible, área del potrero, entre otros.

En ese sentido, para los predios evaluados, estas características fueron similares entre comunidades, no obstante, los días de descanso son mayores a los reportados por Guevara *et al.* (2001) y Cuesta (2005) para época de lluvia y sequía, quien este último señala que en la mayoría de las especies forrajeras la duración del descanso del pastoreo varía entre 15 y 45 días, tiempo suficiente para que la planta se recupere para mostrar una calidad nutritiva óptima para los animales.

Además de lo anterior, las superficies de los potreros fueron diferentes entre las comunidades evaluadas por lo que supondría que potreros con áreas más grandes los tiempos de descanso y pastoreo serían mayores, sin embargo, no fue así debido a que los productores dejan permanentemente al ganado dentro de un potrero, sin reducir la carga de ganado en épocas de sequía o en invierno, ya que la productividad de los pastos en estas épocas es mínima. Lo que hace necesario realizar ajustes en la carga animal y el manejo del pastoreo para lograr una mayor eficiencia productiva.

6.4. Características del pasto

Tiempo de establecimiento y color del pasto

El tiempo de establecimiento de los pastos muestreados es mayor a los 10 años para unidades productivas de Laguna Grande en comparación con Benito Juárez, donde los tiempos fueron menores (Cuadro 10), a pesar de ello, en general se puede decir que son pastos viejos en donde la productividad puede verse limitada. Al respecto, Navarro (2019) menciona que pastos con mayor edad, el desarrollo vegetativo se ralentiza formando una menor cantidad de hojas, se incrementan los tallos y como consecuencia se tiene el aumento en el contenido de la celulosa, disminución de la digestibilidad, del contenido de agua, así como del valor energético; en otras palabras, el valor nutritivo va descendiendo, siendo negativo para la productividad del rancho.

Cuadro 10. Tiempo de establecimiento y color del pasto de unidades productivas de bovinos para carne en Laguna Grande y Benito Juárez, Escárcega, Campeche, México.

	Tiempo de establecimiento del pasto (año, %)				Color del pasto (%)	
	1 a 3	4 a 6	7 a 9	>10	Verde oscuro	Verde claro
Laguna Grande	14	14	0	86	43	57
Benito Juárez	29	0	43	29	43	57

En relación con el color del pasto, se encontraron pastos de color verde claro y oscuro (Cuadro 10), sin observarse pastos con coloraciones amarillas que indicarían pastos dañados por el sol, falta de nutrientes o enfermedades. El color verde en los pastos indica la presencia de clorofila que junto a la luz es esencial en el proceso de fotosíntesis por lo que es indicativo de un pasto en buen estado.

El tiempo de establecimiento del pasto es un factor importante para la coloración de este, entre más tiempo tenga un pasto la tasa fotosintética disminuirá y por lo tanto la actividad cloroplástica se verá afectada (Hernández *et al.*, 2022). Respecto a ello, Cerdas (2011) enfatiza que los pastos tienen diferente absorción efectiva de nutrientes conforme a la especie y una capacidad específica para extraer elementos esenciales del suelo, que tiene que ver con el desarrollo radicular y las relaciones simbióticas, indicando que tienen mayor afinidad por el nitrógeno que por otros minerales. En ese sentido, en las unidades productivas de este estudio la fertilización del pasto se realiza una vez al año basado en productos químicos por lo que parece ser suficiente para el mantenimiento del pasto.

Cobertura por el pasto y presencia de malezas

La cobertura del suelo por el pasto en promedio fue de 69.5%, siendo similar entre las comunidades (Cuadro 11), ello refleja la necesidad de realizar resiembras para obtener coberturas mayores, homogeneidad y biomasa. El 30.5% restante se distribuyó entre suelo desnudo, con restos vegetales y con malezas.

Cuadro 11. Cobertura del pasto y presencia de malezas en unidades productivas de bovinos para carne en Laguna Grande y Benito Juárez, Escárcega, Campeche, México.

	Cobertura del pasto (%)	Malezas (%)			
		<10	11 a 20	21 a 30	> 30
Laguna Grande	69	57	29	14	0
Benito Juárez	70	43	14	29	14

El contar con pastizales con coberturas mayores y bien manejados indicaría mayor biomasa para el consumo animal el cual es uno de los puntos críticos en la ganadería. A parte de ello, el tener mayor cobertura vegetal en el suelo protege a este contra la erosión y degradación que actúan negativamente en las características potenciales de la zona y disminuyen la productividad del forraje.

La presencia de malezas en la mayoría de los pastizales fue menor al 10% (Cuadro 11), sin embargo, la comunidad de Benito Juárez mostró mayor presencia de malezas en sus unidades (> 30%) a consecuencia del poco manejo que se realiza. Al respecto, Guevara *et al.* (2001) opinan que después del establecimiento del potrero, las especies no deseadas se controlan por dos sistemas: por corte con el machete (chapeo), que es una práctica generalizada que se realiza dos veces al año, o mediante la aspersión de herbicidas para el control de maleza de hoja ancha, aplicados también dos veces al año cuando se tienen los recursos económicos necesarios. Situación que como se ha mencionado los productores de estas comunidades no realizan adecuadamente.

El control de malezas en el trópico es de suma importancia debido a que las condiciones húmedas que prevalecen aumentan la población de malezas mismas que afectan el buen desarrollo de los pastizales y en casos extremos la pérdida total del mismo, así como lo mencionan Pellegrini *et al.* (2007), al no controlarse de forma eficiente, compiten con los pastos por los factores necesarios para el desarrollo, reducen el área de pastoreo aprovechable, la calidad del forraje, afectan la tasa de reproducción del ganado y pueden llegar a causar heridas o en algunos casos envenenamiento por toxinas.

Materia orgánica, plagas y enfermedades

En general, los suelos donde se desarrolla el pasto en las comunidades estudiadas cuentan con la presencia de material vegetal muerto o excretas que pueden descomponerse y convertirse en materia orgánica (85.5%). Hubo una mayor presencia de material vegetal muerto para ambas comunidades en comparación con presencia de excretas (Cuadro 12).

Respecto a plagas y enfermedades, se observaron en mayor preponderancia plagas (“Salivazo” causado por mosca pinta) sin encontrarse evidencia de enfermedades en donde solo se observaron tonalidades cafés/amarillas posiblemente como efecto de la presencia de la mosca pinta.

Cuadro 12. Materia orgánica, presencia de plagas y enfermedades en el pasto de unidades productivas de bovinos para carne en Laguna Grande y Benito Juárez, Escárcega, Campeche, México.

	Materia orgánica		Plagas	Enfermedades
	Material vegetal muerto			
	(%)	Excreta	(%)	(%)
Laguna Grande	71	29	71	0
Benito Juárez	100	14	29	0

La importancia de la presencia de material que pueda ser descompuesto en materia orgánica reside en su aporte en la fertilidad del suelo, que conlleva a que la planta o pasto pueda obtener los nutrientes necesarios para su crecimiento y por lo tanto un aporte nutrimental adecuado para el ganado. Asimismo, la deposición de excreciones en el suelo por parte de los animales provoca un aumento en el grado de fertilidad de este. Aseverado por Crespo (2015), quien indica que un adecuado manejo animal ejerce también un efecto favorable en el grado de fertilidad del suelo en el pastizal. Por lo que en general se podría señalar que existe material que puede abonar a mejorar la fertilidad del suelo de estas zonas.

Respecto a la presencia de plagas, en el trópico el “salivazo” es una de las plagas de mayor problemática que afecta el pastizal, ya que, el insecto al alimentarse de la savia de los pastos detiene su crecimiento, causa marchitez y reduce la producción de materia seca del pastizal.

Dentro de los métodos de control recomendables es realizar fertilización para proveer al pasto mayor vigor, pastorear el forraje en un 70% durante los meses de julio a agosto, manteniendo el pasto a una altura no mayor de 20 cm, de tal modo que al momento de la aparición del insecto estén expuesto a los rayos solares, lo que provoca deshidratación de estos. Es así importante que en las unidades productivas exista un manejo del pastoreo racional y planificado según la presencia de plagas.

Existen otros métodos de control como el biológico, mediante hongos entomopatógenos, mecánico, al usar rastras para remover el suelo, uso de variedades de pastos conocidos por su resistencia como, Guinea (*Panicum maximum*), Humidicola (*Brachiaria humidicola*) y algunos cultivares de *Brachiaria brizantha* así como pasto Llanero (*Brachiaria dictyoneura*) (Espinosa-Morillo, 2013).

Producción de forraje verde

Para esta característica no se encontraron diferencias ($p \geq 0.05$) entre las comunidades (Laguna Grande, 29.0 T ha⁻¹ y Benito Juárez, 20.0 T ha⁻¹). En la Figura 19 se puede observar la producción estimada de forraje verde por tipo de pasto encontrado en las unidades productivas evaluadas. Si bien, entre comunidades no existieron diferencias, se puede observar en la Figura 19 que los pastos que producen mayor material vegetal en general son los pastos Mombaza y Tanzania, según Jank (2001) presentan cierta similitud morfológica, sin embargo, existen algunas diferencias entre estos cultivares; por ejemplo, el pasto Mombaza puede diferenciarse entre otras características por presentar un mayor porte, hojas más anchas, quebradizas y erectas. Además, se ha reportado como una especie con mayor potencial de crecimiento y producción de materia seca por hectárea (Ramírez *et al.*, 2009).

Un estudio realizado por Reynoso *et al.* (2009) se encontró que el pasto Mombaza tuvo una acumulación de forraje de 93 a 202 T ha⁻¹ de forraje verde mientras que en el presente estudio fue menor.

De forma similar Cerdas *et al.* (2011) en su estudio reportaron un rendimiento de materia verde entre 70 a 80 T ha⁻¹ para el pasto Tanzania, los valores menores encontrados en esta investigación se indaga que pueden ser por las condiciones ambientales y el manejo que se realiza en los potreros.

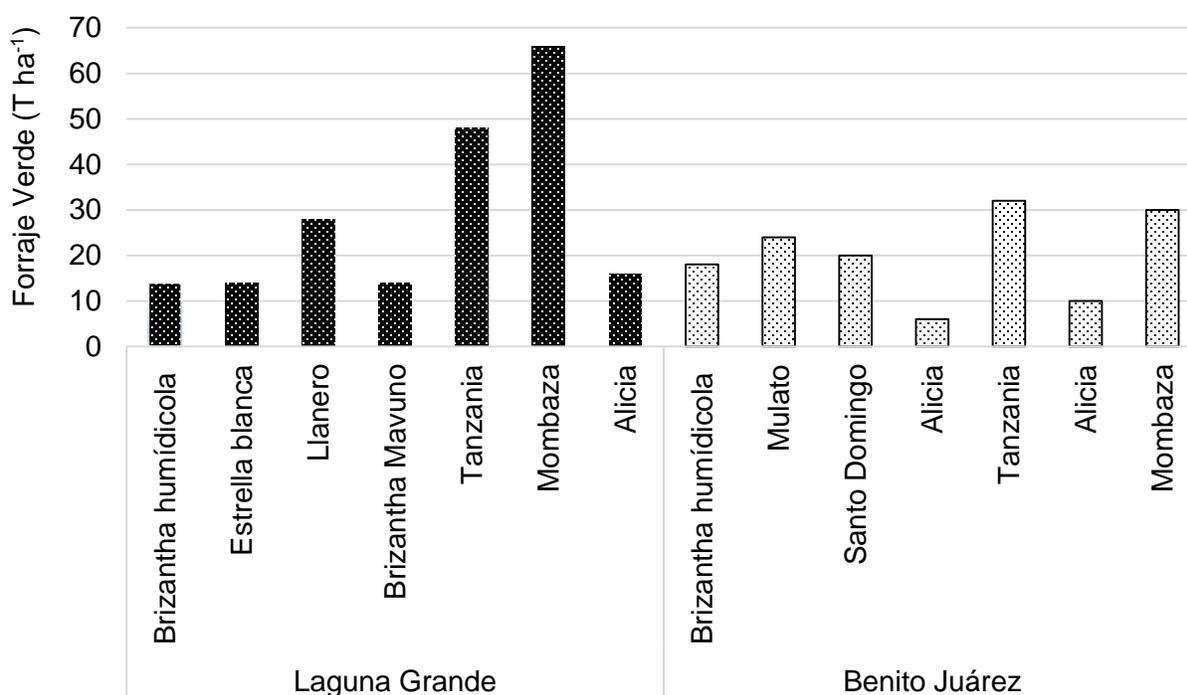


Figura 19. Producción estimada de forraje verde (T ha⁻¹) de pastos de unidades productivas de bovinos para carne en Laguna Grande y Benito Juárez, Escárcega, Campeche, México.

El pasto Llanero y Mulato también mostraron tener buena oferta forrajera presentado promedios de 24 T ha⁻¹ de forraje verde, mientras que los más bajos fueron los pastos de la especie Brizantha y Alicia con promedios de 15.3 y 10.6 T ha⁻¹ de forraje verde, respectivamente. Los pastos de la especie Brizantha de la comunidad de Laguna Grande concuerdan con lo reportado con Roig (2010) quien indica rendimientos de 8 a 10 T ha⁻¹ y para la comunidad de Benito Juárez supero lo establecido, sin embargo, Avellaneda (2008) encontró valores superiores al obtenido en este estudio con valores por arriba de las 50 T ha⁻¹.

6.5. Composición nutrimental del pasto

Materia seca, Fibra cruda, FDN y FDA

No se encontraron diferencias ($p \geq 0.05$) entre las comunidades (Cuadro 13). Esta respuesta encontrada se debe a la poca variabilidad de las condiciones ambientales al ser comunidades de la misma región y con un manejo del pastizal similar.

Cuadro 13. Materia seca, Fibra cruda, FDN y FDA de pastos en unidades productivas de bovinos para carne en Laguna Grande y Benito Juárez, Escárcega, Campeche, México.

Comunidad	Pasto	Componente nutrimental			
		MS	FC*	FDN*	FDA*
Laguna Grande	Brizantha humidícola	92.32	32.19	74.68	44.62
	Estrella blanca	93.97	25.98	72.61	40.21
	Llanero	87.87	30.82	74.54	47.49
	Brizantha Mavuno	88.29	30.27	74.44	48.68
	Tanzania	92.78	30.23	71.92	42.02
	Mombaza	95.95	27.44	73.02	45.61
	Alicia	93.17	27.31	75.49	42.2
	Promedio	92.05 a	29.17 a	73.81 a	44.40 a
Benito Juárez	Brizantha humidícola	88.52	27.88	72.85	42.37
	Mulato	93.78	30.58	72.17	44.29
	Santo Domingo	91.76	30.05	73.46	47.11
	Alicia	92.07	26.39	74.58	43.1
	Tanzania	93.06	31.02	71.94	42.54
	Alicia	92.45	27.34	75.28	41.93
	Mombaza	95.47	27.54	72.13	44.87
	Promedio	92.44 a	28.68 a	73.20 a	43.74 a

MS: Materia seca (%), *Reportados en base seca. FC: Fibra cruda (%), FDN: Fibra Detergente Neutro (%), FDA: Fibra Detergente Acida (%). Laboratorio de Nutrición Animal. UADY, Yucatán. México.

En general los pastos presentaron niveles de humedad del 7% y por lo tanto valores de MS por arriba del 93%. De acuerdo con los estudios bromatológicos individuales para cada pasto, el que presento mayor cantidad de MS fue el pasto Mombaza estando en el rango establecido por Torres *et al.* (2020) quienes mencionan que pasto se caracteriza por tener porcentajes mayores al 90% de MS, es decir, tiende a concentrar en mayor cantidad los nutrientes requeridos por los animales.

En cuanto a FC los que presentaron menores porcentajes fueron los pastos Alicia y Mombaza, mientras que el resto presentaron valores similares que van de 30 al 32%. De acuerdo con Apollon *et al.* (2022) el rango de FC debe ser menor al 50% por lo que dentro del estudio se encuentran dentro de rango, sin embargo, hay que recordar que la FC es la parte menos digestible del pasto por lo que a menor cantidad de FC mayor digestibilidad tendrá. Sin embargo, se ha reconocido que este análisis solo es de referencia de los componentes fibrosos ya que refleja de manera deficiente lo que pretende.

En la actualidad se emplean más los análisis de fibra basados en el sistema detergente de Van Soest ya que aportan mayor precisión y descripción de la fracción de fibras. Para ello la FDN corresponde a la pared celular total, es decir los componentes principales: celulosa, hemicelulosa, lignina y silica. En consecuencia, en este estudio se encontraron valores promedios de 73.5% de FDN, valores mayores a lo que indican Ospinar *et al.* (2021) quienes reportan rangos de FDN entre 58 a 66% en pastos. El pasto con mayor contenido de FDN fue Alicia a diferencia que en el análisis de FC fue uno de los pastos con menores contenidos, es por ello importante la elección del tipo de análisis a realizar y el objetivo de este.

Para FDA (insoluble en ácido detergente) contiene la celulosa, lignina, algunas pectinas y cantidades variables de sílica. Es empleada como predictor de digestibilidad de los alimentos y por lo tanto de la ingesta energética, aunque generalmente en asociación con FDN.

En esta investigación se encontraron valores promedio de 44% para esta característica, de manera individual el pasto *Brizantha maven* fue el más alto (Cuadro 13) coincidiendo con lo que encontró Canchila *et al.* (2009) donde los valores promedios fueron de 44 a 61% de FDA, con ese resultado se puede entender que el pasto tiende a tener mayor digestibilidad, lo cual es benéfico en la nutrición animal, esta respuesta también responde a que es un pasto mejorado o híbrido por lo que sus componentes nutricionales son mejores a diferencia de pastos nativos. También resaltan los pastos Llanero y Santo Domingo con características superiores al resto de los pastos evaluados.

Sin duda las especies forrajeras deben estar adaptadas a las condiciones climáticas y tipo de suelo de la zona y se deben aplicar técnicas de manejo apropiadas para que puedan tener un mejor rendimiento de materia seca y de valor nutricional (Fonseca *et al.*, 2022).

Proteína cruda, extracto etéreo, lignina y cenizas

No se encontraron diferencias ($p \geq 0.05$) para proteína cruda, extracto etéreo, lignina y cenizas, como se observa en el Cuadro 14.

La proteína cruda es la proteína verdadera y nitrógeno no proteico (amidas, nitratos, ciertas vitaminas, urea, aminoácidos individuales, entre otros). Fundamentalmente en este análisis se determina el contenido de nitrógeno en el alimento. El promedio de PC para esta característica fue de 7%. Los valores más altos fueron encontrados para los pastos Llanero, Estrella blanca, Alicia y *Brizantha humidicola*, mientras que los más bajos para los pastos Santo Domingo y Mombaza (Cuadro 14). En un estudio de Esqueda-Esquivel *et al.* (2010) encontró que el pasto llanero tiende a tener porcentajes de PC de 4.9 a 10.4% resultados similares a los encontrados en esta investigación. Es importante el contenido de PC para identificar alimentos proteínicos y energéticos, así como en esta investigación para correlacionarlo con la edad del pasto. Sin embargo, en este estudio no tuvo influencia ya que en su mayoría los pastos evaluados tenían edades entre los 7 y 10 años.

Cuadro 14. Proteína cruda, extracto etéreo, lignina y cenizas de pastos en unidades productivas de bovinos para carne en Laguna Grande y Benito Juárez, Escárcega, Campeche, México.

Comunidad	Pasto	Componente nutricional			
		PC*	EE*	LIG*	CEN*
Laguna Grande	Brizantha humidícola	5.12	1.24	5.49	7.82
	Estrella blanca	9.42	1.14	7.33	7.73
	Llanero	9.49	1.23	6.29	8.25
	Brizantha Mavuno	5.81	1.44	6.99	7.82
	Tanzania	7.12	1.35	4.98	5.77
	Mombaza	5.33	0.91	8.83	8.28
	Alicia	7.11	1.09	6.79	7.85
	Promedio	7.05 a	1.20 a	6.67 a	7.64 a
Benito Juárez	Brizantha humidícola	7.40	1.35	4.97	6.49
	Mulato	6.35	1.44	6.57	6.72
	Santo Domingo	3.39	1.11	7.43	5.13
	Alicia	7.61	1.05	6.45	7.18
	Tanzania	7.32	1.36	5.01	5.98
	Alicia	7.24	1.02	6.54	6.98
	Mombaza	5.28	1.06	8.52	8.12
	Promedio	6.55 a	1.19 a	6.49 a	6.65 a

*Reportados en base seca. PC: Proteína cruda (%), EE: Extracto etéreo (%), LIG: Lignina (%), CEN: Ceniza (%). Laboratorio de Nutrición Animal. UADY, Yucatán. México.

Los lípidos totales, grasa cruda o conocido como extracto etéreo divide a los carbohidratos en dos fracciones, la FC y el Extracto libre de nitrógeno (carbohidratos fácilmente aprovechables como azúcares simples, almidón, entre otros componentes). En esta investigación los pastos Brizantha mavuno, Mulato, Tanzania y Brizantha humidícola tuvieron los mayores valores según orden. Solís *et al.* (2022) mencionan que para el pasto Brizantha mavuno el EE tiende a tener concentraciones de 3.0 a 3.9% mayores a las de esta investigación.

Mientras que Gavidia (2022) reporta que el pasto Mulato tiende a tener una concentración de EE de 1.21% similar a la de este estudio. Los pastos con menores porcentajes en esta característica fueron los pastos Mombaza y Alicia.

Respecto a la lignina, esta fracción es un indicador útil de los pastos ya que está relacionada con la edad de estos. Se encontró que el promedio general de lignina fue de 6.6%, de manera individualizada los pastos con mayor contenido de lignina fueron el pasto Mombaza, Santo Domingo, Estrella blanca y Brizantha mavuno y los de menor cantidad Brizantha humidícola, Tanzania y Llanero. Es decir que los pastos con mayor cantidad de lignina son menos digestibles para el rumiante puesto que la lignina es un heteropolímero que forma parte de la pared celular que confiere rigidez estructural y resistencia a la tensión. De manera contraria los pastos con menor cantidad de lignina suelen ser más frágiles, pero como mayor digestibilidad alimenticia.

Finalmente, las cenizas contienen los elementos minerales totales del alimento y normalmente es menor al 10% de la MS. En este estudio el promedio general fue de 7.1%. Los pastos con mayor contenido de cenizas fueron Mombaza, Llanero y Alicia, de manera contraria los pastos Santo Domingo y Tanzania presentaron los valores más bajos (Cuadro 14). En un estudio Ventura *et al.* (2019) obtuvieron rangos de 10 a 12% de ceniza evaluando pasto Mombaza siendo mayores a los encontrados en esta investigación, sin embargo, las condiciones y manejo fueron diferentes. Además, se sabe que el análisis de ceniza puede dar información de contaminación del alimento por la presencia de sales, carbonatos por lo que suele incrementarse el valor obtenido.

De acuerdo con lo anterior, es primordial el manejo que se realiza en el pastizal, así como el tiempo de establecimiento de los pastos, ya que de ello dependerá la calidad nutricional del pasto.

VII. CONCLUSIÓN

La calidad nutricional de los pastos tropicales de las comunidades de Laguna Grande y Benito Juárez, en Escárcega, Campeche se encontró dentro de los rangos generales reportados en la literatura, por lo que son factibles para utilizar para la ganadería del trópico. Sin embargo, es necesario mejorar el manejo del pastizal para que este muestre todo su potencial productivo. De manera individual los pastos Llanero (*Andropogon gayanus*) y Brizanthas (*Brachiaria humidicola* y *Brachiaria brizantha x ruziziensis*) mostraron mejor calidad nutricional, mientras que el pasto Mombaza (*Megathyrsus maximus* cv Mombaza) fue el de menor calidad nutricional.

VIII. LITERATURA CITADA

- Araya Mora, Maritza, Boschini Figueroa Carlos. Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de Pennisetum purpureum en la Meseta Central de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana* [en línea]. 2005, 16(1), 37-43 [fecha de Consulta 1 de Agosto de 2023]. ISSN: 1021-7444 Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43716106>
- Apollon, Wilgince et al. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en la producción y calidad de Brachiaria brizantha. *Rev. Mex. Cienc. Agríc* [online]. 2022, vol.13, n.1 [citado 2024-03-07], pp.1-13. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342022000100001&lng=es&nrm=iso. Epub 02-Mayo-2022. ISSN 2007-0934. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i1.2637>
- Avellaneda, C. J. (Marzo de 2008). Comportamiento agronómico y composición química de tres variedades de Brachiaria en diferentes edades de cosecha. Recuperado en: www.uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C2_articulo_5.pdf
- Bach, A., Calsamiglia. 2006. La fibra en los rumiantes ¿Física o química? Grupo de investigación en nutrición, manejo y bienestar animal. IRTA. Unidad de rumiantes. Universidad autónoma de Barcelona. Consultado el 16 de junio del 2023. Disponible en https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/100fibra_en_rumiantes.pdf
- Barcellos, A. 1986. Recuperação de pastagens degradadas. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA) y Centro de Pesquisa Agropecuaria dos Cerrados (CPAC). 38 p. Planaltina. Consultado el 2 de junio del 2023. Disponible en http://ciatlibrary.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/tropileche/Degradacion_de_pasturas.pdf
- Bauza, R. 2012. Curso de nutrición animal bioenergética. Consultado el 16 de julio del 2023. Disponible en <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/NUTRICION/MATERIAL%202012/Tema%209.ENERGIA.TEORICO.Curso%202012.pdf>
- Bellido.M.2017. Sistemas extensivos de producción animal. Dirección general de producción, investigación y formación agraria. Buenos Aires. Pp123
- Botero R. 2013. Renovación de pasturas degradadas en suelos ácidos de América Tropical. Engormix. [Internet]. Consultado el 2 de junio del 2023. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/articulos/renovacion-pasturas-degradadas-suelos-t4630/p0.htm>
- Burgo Bencomo, O. B. (2021). El conocimiento tradicional y la etnobotánica en la gestión de la agricultura familiar. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(4), 431-438. Consultado el 14 de enero del 2023. Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v13n4/2218-3620-rus-13-04-431.pdf>
- Calderón, R. R. C.; Hernández, V. J. O.; Olazarán, J. S.; Ramírez, G. J. J. M.; Rosete, F. J. V.; Ríos, U. A.; Galaviz, R. J. R.; Vega, M. V. E.; Castañeda, M. O. G.; Aguilar, B. U. y Lagunes, L. J. 2007. Manual ilustrado para el manejo de la lechería tropical especializada con bovinos. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental La Posta. Sitio Experimental las Margaritas. Puebla, México. Libro técnico Núm. 18. 133 p. consultado el 2 de junio del 2023. Disponible en https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200709342016000801787&script=sci_arttext_plus#B3
- Callejas-Juárez,N., Rebollar-Rebollar, S., Ortega-Gutiérrez, J.A. Parámetros bio-económicos de la producción intensiva de la carne de bovino en México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*. Scielo. 8(2):129-138.

- Canchila, E.R; Soca, Mildrey; OJEDA, F y MACHADO, R. Evaluación de la composición bromatológica de 24 accesiones de *Brachiaria* spp. *Pastos y Forrajes* [online]. 2009, vol.32, n.4 [citado 2024-03-07], pp.1-1. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942009000400002&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0864-0394.
- Carlier, L. 2010. Grassland for ruminants. Role of grassland in Belgian agriculture. *Romanian Journal of Grassland and Forage Crops*. 1: 7-16. Consultado el 6 de agosto del 2023. Disponible en <http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/79/aap212016Laspraderas.pdf>
- Cerdas Roberto. Programa de fertilización de forrajes. Desarrollo de un módulo práctico para técnicos y estudiantes de ganadería de Guanacaste, Costa Rica. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales* [en línea]. 2011, XII(24), 109-128[fecha de Consulta 2 de Febrero de 2024]. ISSN: 2215-2458. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66622581007>
- Cerdas, Roberto, Vallejos Eithel . Disponibilidad de biomasa del pasto Guinea (*Megathyrsus maximus*) Tanzania con varias fuentes y dosis de nitrógeno en Guanacaste, Costa Rica. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales* [en línea]. 2011, XII(23), 32-44[fecha de Consulta 6 de Marzo de 2024]. ISSN: 2215-2458. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66622603003>
- Cerdas-Ramírez, Roberto. Comportamiento productivo del pasto maralfalfa (*pennisetum* sp.) con varias dosis de fertilización nitrogenada. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales* [en línea]. 2015, XVI(33), 123-145[fecha de Consulta 6 de Agosto de 2023]. ISSN: 2215-2458. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66638602007>
- Clavijo, L. (2015). Implementación de tecnologías sostenibles para el incremento del rendimiento de las pasturas, (tesis de maestría). Universidad de las Fuerzas Armadas, Sangolquí, Ecuador. Consultado el 8 de agosto del 2023. Disponible en <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/12241>.
- CONABIO (Comisión Nacional para el uso de la Biodiversidad). 2009. Tabla comparativa pastos y similares. Consultado el 15 de junio del 2023. Disponible en <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/0claves/poaceae/poaceae.htm>
- CONAFOR (Consejo Nacional Forestal). 2020. Potreros y ganadería. Consultado el 30 de mayo del 2023. Disponible en biblioteca.semarnat.gob.mx
- COTECOCA (Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero). 2018. Consultado el 31 de mayo del 2023. Disponible en biblioteca.semarnat.gob.mx
- Cuesta, P. 2005. Fundamentos de manejo de praderas para mejorar la productividad de la ganadería del trópico colombiano. *Corpoica*. 6(2): 5-12. Consultado el 22 de diciembre del 2023. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/857/85714162007.pdf>
- Dávila A. et al. 1993. Las Gramíneas: características generales e importancia. *Boletín del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara* 6: 397-421. pe
- Del pozo, P.P., Bases ecofisiológicas para el manejo de los pastos tropicales. (2004). Anuario Nuevo, Universidad Agraria de La Habana, Cuba. Consultado el 6 de agosto del 2023. Disponible en https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/30bases_ecofisiologicas_manejo_pasturas_tropicales.pdf
- Dias-Filho, M.B. (2004). Competicao e sucessao vegetal em pastagens. [Conferencia]. 2o Simposio sobre manejo estratégico da pastagem, Viçosa, Brasil. Consultado el 14 de julio del 2023. Disponible en http://www.diasfilho.com.br/Competicao_e_sucessao_pastagens_Moacyr_Dias-Filho.pdf

- Domínguez-Hernández, M. (2013). Propuesta para el manejo sustentable y bajo condiciones de inocuidad en sistemas de producción ovina. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, (10). Consultado el 9 de agosto del 2023. Disponible en file:///C:/Users/52963/Downloads/214-840-1-PB.pdf
- Enriquez, Q.J.V., Melendez, N.F., Bolaños, A.E.D., Esqueda, E.V.A. 2011. Producción y manejo de forrajes tropicales. Centro regional golfo centro. Campo experimental la posta. Medellín de Bravo, Veracruz. P 28-29. Consultado el 28 de julio del 2023.
- Escobar, B.P., Etcheverría, T.P., Vial, A. M., Daza, C.J. 2020. Concepto de Materia Seca y su Uso: Guía Práctica. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Informativo N°119. Ministerio de Agricultura. Consultado el 29 de junio del 2023
- Espinosa-Morillo, F. 2013. Control y manejo integrado de plagas que atacan el follaje de los pastos de Venezuela. Cuadernos científicos GIRARZ. 13 Perozo Bravo A (ed). Fundación Girarz. Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela pp.135-142. Disponible en file:///C:/Users/elekt/Downloads/36_capitulo30.pdf. Consultado el 26 de febrero del 2024.
- Esqueda-Esquivel, Valentín Alberto; Montero-Lagunes, Maribel and Juárez-Lagunes, Francisco Indalecio. El control de arvenses en la productividad y calidad del pasto llanero. *Agron. Mesoam* [online]. 2010, vol.21, n.1 [cited 2024-03-07], pp.145-157. Available from: <http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212010000100015&lng=en&nrm=iso>. ISSN 2215-3608.
- Etcheverría, T.P., Vial, A. M., Daza, C.J., Escobar, B. P. 2020. Concepto de Materia Seca y su Uso: Guía Práctica. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Informativo N°119. Ministerio de Agricultura. Consultado el 19 de junio del 2023
- FAO (Food and Agriculture Organization). (2009). Proteínas. Consultado el 15 de julio del 2023. Disponible en <https://www.fao.org/nutrition/requirements/proteinas/es/>
- FAO (Organización para la Alimentación y la Agricultura). 2001. Transformando el sector pecuario a través de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. 1-16 pp. Consultado el 21 de diciembre del 2023. Disponible en <https://www.fao.org/3/ca1177es/CA1177ES.pdf>
- FAO. El trabajo de la FAO sobre el cambio climático. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. Roma: FAO. Consultado el 26 de octubre del 2023. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i8037s.pdf>, 2017
- FERNANDES, Leonardo Santana et al. Estructura del pasto, y rendimiento de ovejas suplementadas con diferentes pastos tropicales en la estación seca. *Rev. mex. de cienc. pecuarias* [online]. 2020, vol.11, n.1 [citado 2024-02-02], pp.89-101. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242020000100089&lng=es&nrm=iso>. Epub 11-Jun-2020. ISSN 2448-6698. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i1.5083>.
- Fonseca D.M.D, Santos M.E.R, Martuscello J.A. 2022. Importância das forrageiras no sistema de produção. En: Plantas forrageiras. 2º ed: Brasil; UFV. p 13-29. Consultado el 27 de febrero del 2023. Disponible en http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172023000500008
- Garcés Molina, Adelaida M., Berrio Roa, L., Ruíz Alzate, S., Serna D León, Juan Guillermo, Builes Arango A.F. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Revista Lasallista de Investigación* [en línea]. 2004, 1(1), 66-71 [fecha de Consulta 6 de Septiembre de 2023]. ISSN: 1794-4449. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69511010>
- García, S., Bienvenido, B., & Flores, P. (2009). Desarrollo de una página web integrando mapas conceptuales sobre indicadores de sostenibilidad. En B. Tolón, B. Lastra (Ed.), III seminario internacional de cooperación y desarrollo en espacios rurales iberoamericanos. Sostenibilidad e indicadores. Consultado el 8 de agosto del 2023. Disponible en <http://www.indirural.ual.es/descargas/docDescargas/pll15-5.pdf>

- Gavidia Araujo, K.A., Cómo se comporta el pasto mulato II en henolaje. 2022. Consultado el 7 de marzo del 2023. Disponible en <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/como-se-comporta-el-pasto-mulato-ii-en-henolaje>
- Granados-Marín, Cinthya, WingChing-Jones, Rodolfo, Augusto Rojas-Bourrillón. Ensilaje de pasto Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*) con la adición de melaza, suero de leche e inóculos microbiales. *Revista de Investigación UNED / Cuadernos de Investigación UNED* [en línea]. 2014, 6(1), 47-56 [fecha de Consulta 6 de Septiembre de 2023]. ISSN: 1659-4266. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=515651795006>
- Guevara, S.A Laborde, J. Liesenfeld, D.B.O. (2001). *Potreros y ganadería*. Consultado el 2 de febrero del 2024. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/315075050_Potreros_y_ganaderia.
- Hernández, Erika Andrea, Duran Castro, Carlos Vicente, Aguilar, Bernardo Silva, Juárez Lagunes, Francisco Indalecio, Vélez Terranova, Oscar Mauricio, & Mejía de Tafur, María Sara. (2022). Índices fisiológicos de siete especies forrajeras en diferentes ambientes tropicales. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(6), 965-975. Citado el 15 de febrero del 2024. Disponible en <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i6.3309>
- Heuzé C, Tran G. , Hassoun P. , Lebas F. , 2017. Grama delgada (*Bouteloua repens*) . Feedipedia, un programa del INRAE, CIRAD, AFZ y FAO. Consultado el 16 de julio del 2023. Disponible en <https://www.feedipedia.org/node/584> Última actualización el 3 de julio de 2017 a las 11:59.
- Heuzé V. , Tran G. , Baumont R. , 2016. Hierba búfalo (*Paspalum conjugatum*). Feedipedia, un programa del INRAE, CIRAD, AFZ y FAO. Consultado el 16 de junio del 2023. Disponible en <https://www.feedipedia.org/node/407> Última actualización el 1 de abril de 2016, 15:40.
- Heuzé V. , Tran G., 2020. Hierba de Guinea (*Megathyrsus maximus*). Feedipedia, un programa del INRAE, CIRAD, AFZ y FAO. Consultado el 17 de junio del 2023. Disponible en <https://www.feedipedia.org/node/416> Última actualización el 15 de septiembre de 2020 a las 15:40
- Heuzé V. , Tran G., Delagarde R. , Bastianelli D., Lebas F. , 2017. Cacahuete pinto (*Arachis pintoi*). Feedipedia, un programa del INRAE, CIRAD, AFZ y FAO. Consultado el 15 de julio del 2023. Disponible en <https://www.feedipedia.org/node/702>
- Heuzé V. , Tran G., Giger-Reverdin S. , Lebas F., 2020. Hierba elefante (*Pennisetum purpureum*). Feedipedia, un programa del INRAE, CIRAD, AFZ y FAO. Consultado el 17 de julio del 2023. Disponible en <https://www.feedipedia.org/node/395> Última actualización el 5 de octubre de 2020, 10:34.
- Heuzé V. , Tran G., Salgado P. , Lebas F., 2015. Hierba estrella gigante (*Cynodon plectostachyus*). Feedipedia, un programa del INRAE, CIRAD, AFZ y FAO. Consultado el 16 de junio del 2023. Disponible en <https://www.feedipedia.org/node/468> Última actualización el 30 de junio de 2015, 12:20.
- Heuzé V. , Tran G., Sauvant D. , Lebas F., 2016. Hierba de pan (*Brachiaria brizantha*). Feedipedia, un programa del INRAE, CIRAD, AFZ y FAO. Consultado el 16 de junio del 2023. Disponible en <https://www.feedipedia.org/node/490> Última actualización: 9 de septiembre de 2016 a las 16:15.
- Heuzé V., Tran G., 2015. Gliricidios (*Gliricidia sepium*). Feedipedia, un programa del INRAE, CIRAD, AFZ y FAO. Consultado el 15 de julio del 2023. Disponible en <https://www.feedipedia.org/node/552>.
- Holmann, F. Argel, P. Rivas L. White D. Estrada, R.D. Burgos, C. Perez, E. Ramirez, G. Medina, A. Degradación de pasturas y pérdidas de productividad animal: Una evaluación económica desde la perspectiva de los productores y extensionistas pecuarios en Honduras. 2004. Consultado el 2 de junio del 2023. Disponible en http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/tropileche/Degradacion_de_pasturas.pdf

- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía).2010. Compendio de información geográfica municipal 2010 Escárcega, Campeche. Consultado el 13 de noviembre del 2023. Disponible en http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/04/04009.pdf
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía).2022. Indicadores por entidad federativa. Consultado el 25 de octubre del 2023. Disponible en <https://www.inegi.org.mx/app/estatal/?ag=07000004>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía).2023. Sistema de consulta "Mapas". Consultado el 7 de diciembre del 2023. Disponible en <https://www.inegi.org.mx/app/mapas/>
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuaria). 2021. Producción y manejo de forrajes tropicales. Consultado el 1 de junio del 2023.
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuaria).2021. Factores ambientales que modifican la calidad del forraje. Consultado el 28 de junio del 2023.
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuaria).2021. Compuestos químicos que afectan el valor nutritivo del forraje. Consultado el 28 de junio del 2023.
- INIFAP. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (2008). Campo experimental del valle de Apatzingán. Guía técnica para producir pasto Tanzania de temporal en Michoacán, México. Consultado el 6 de marzo del 2024.
- Iturbe, F., Sandoval, J. (2011). Análisis de Alimentos Fundamentos y Técnicas. Universidad Nacional de México. Consultado el 14 de julio del 2023. Disponible en https://amyd.quimica.unam.mx/pluginfile.php/14545/mod_resource/content/1/An%C3%A1lisis%20de%20alimentos%20fundamentos%20y%20t%C3%A9cnicas.pdf
- IUSS Working group WRB (2015). Mapa de Carbono orgánico del suelo, FAO. Consultado el 15 de febrero del 2024. Disponible en <http://www.fao.org/3/ai3794e.pdf>
- Jank, L.; Costa , J.C.G. 2001. Avaliação, seleção e lançamento de novas cultivares de gramíneas da espécie Panicum maximum . In: Encontro sobre Produção de Sementes de Plantas Forrageiras. 2001. San José do Río Preto. Anais ...San José do Río Preto. Associação Paulista dos Produtores de Sementes e Mudas. P.1-15C.
- Juárez-Hernández, J, Bolaños-Aguilar ED . Las curvas de dilución de la proteína como alternativa para la evaluación de pastos tropicales. Universidad y Ciencia [en línea]. 2007, 23(1), 81-90[fecha de Consulta 3 de Junio de 2023]. ISSN: 0186-2979. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15423109>
- Ledeá, J.J. 2016. Caracterización de la composición químico-nutritiva de nuevas variedades de Cenchrus purpureus en condiciones edafoclimáticas del Valle del Cauto. (Maestro en Ciencias). Universidad de Granma. <https://www.udg.co.cu/index.php/es/investigacion/centros-de-estudio/ceqa>
- Luna Murillo, R., Chacón Marcheco, E., Ramírez de la Ribera, J., Álvarez Perdomo, G., Álvarez Perdomo, P., Plúa Panta, K., Álava Murillo A. . . Rendimiento y calidad de dos especies del género Pennisetum en Ecuador. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria [en línea]. 2015, 16(8), 1-10[fecha de Consulta 6 de Agosto de 2023]. ISSN: 1695-7504 Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63641401005>
- Motta-Delgado, P. A., Ocaña Martínez, H. E., & Rojas-Vargas, E. P. (2019). Indicadores asociados a la sostenibilidad de pasturas: una revisión. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 20(2), 387-408. ISSN 0122-8706. Consultado el 7 de agosto del 2023. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v20n2/0122-8706-ccta-20-02-00387.pdf>
- Navarro, V. C. L., Ibarra, V. L. M., Diosdado, R. J. D., Madriz, E. A. L., Cardona, L. M. A., Varela, H. J. J., Silva, S. J., Arvizu, M. S. M. & Padilla, F. J. J. 2021. Frecuencia, distribución territorial y resistencia a los antimicrobianos de Salmonella spp. aislada de heces de ganado bovino de la región Altos Sur en el estado de Jalisco, México. Biotecnia. 23 (3): 5-13

- Navarro-García, A. Los pastos y su aprovechamiento. Hojas divulgadoras. Agrotendencia. 72, 1-12. Consultado el 6 de agosto del 2023. Disponible en https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1972_06.pdf.
- Ortega-Aguirre, Carlos A., Lemus-Flores, Clemente, Bugarín-Prado, Job O., Alejo-Santiago, Gelacio, Ramos-Quirarte, Antonio, Grageola-Núñez, Oscar, Bonilla-Cárdenas, Jorge A. . . características agronómicas, composición bromatológica, digestibilidad y consumo animal en cuatro especies de pastos de los generos *Brachiaria* Y *Panicum*. Agroecosistemas tropicales y subtropicales [en línea]. 2015, 18(3), 291-301 [fecha de Consulta 28 de julio de 2023]. ISSN: 1870-0462 Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93944043005>
- Ospinar., Oscar et al. Comparación de la fibra detergente neutra en gramíneas, calculada mediante algoritmo de análisis de imágenes rojo, verde y azul Vs espectroscopia del infrarrojo cercano. *Rev. investig. vet. Perú* [online]. 2021, vol.32, n.1 [citado 2024-03-07], e17498. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172021000100005&lng=es&nrm=iso. ISSN 1609-9117. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v32i1.17498>.
- Padilla, C. , Sardiñas, Y. , Febles, G. , Fraga Nidia . Estrategias para el control de la degradación en pastizales invadidos por *Sporobolus indicus* (L) R. Br. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* [en línea]. 2013, 47(2), 113-117 [fecha de Consulta 2 de Julio de 2023]. ISSN: 0034-7485. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193028751001>
- Pellegrini, L.G. de, Nabinger C., Faccio C., P.C. de, Neumann, M. 2007. Diferentes métodos de control de plantas indesejáveis em pastagem nativa. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36:1247-1254. Consultado el 2 de febrero del 2024. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/939/93912996007.pdf>
- Pigurina, G., Methol. M., Tabla de contenido nutricional de pasturas y forrajes de Uruguay. 2001. Programa Nacional Bovinos para Carne, INIA Tacuarembó. Nutrición Animal, INIA La Estanzuela. Consultado el 6 de agosto del 2023. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7855/1/st-142-2004-p.1-11.pdf>
- Pirela, F., M. 2005. Valor nutritivo de los pastos tropicales. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 7 p. consultado el 3 de junio del 2023. Disponible en http://avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/manual-ganaderia/seccion3/articulo6-s3.pdf
- Ramírez, L., Alvarado, A., Pujol, R., MaHugh, A., & Brenes, L. (2008). Indicadores para estimar la sostenibilidad agrícola de la cuenca media del río Reventado, Cartago, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 32(2), 93-118. Consultado el 9 de agosto del 2023. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43632206>.
- Ramirez, R. H., 2011. ¿De que hablan cuando dicen materia seca? Producción animal. Sitio argentino de producción animal. Consultado el 28 de junio del 2023. Disponible en https://www.academia.edu/10656197/42_Materia_Seca
- Ramírez, R.O.;Hernández, G.A.;Carneiro-Da,S.S.;Pérez, P.J.;Enríquez, Q.J.F.;Quero,C.A.R.;Herrera, H.J.G.and Cervantes, N.A. 2009. Acumulación de forraje, crecimiento y características estructurales del pasto mombaza (*Panicum maximum*Jacq.) cosechado a diferentes intervalos de corte. *Téc.Pec.Méx.*47(2):203-213.
- Ravera F, Tarrasón D, Pastor PA, Grasa G. 2009. Proceso y métodos de evaluación integrada participativa de degradación en agroecosistemas semiáridos. Un caso de estudio en un área protegida en el trópico seco nicaragüense. *Rev. Iber. Econom. Ecol.* 13:79-99. Consultado el 8 de agosto del 2023. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-29522014000100006
- Reynoso, Omar & Garay, Alfonso & Silva, Sila & Pérez, Jorge & Enriquez-Quiroz, Javier & Quero-Carrillo, Adrián & Haro, José & Núñez, Antonio. (2009). Acumulación de forraje,

- crecimiento y características estructurales del pasto Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.) cosechado a diferentes intervalos de corte. Técnica Pecuaria en México.
- Roig, C. c. (2010). Evaluación de cuatro diferentes de abonos orgánicos (Humus, Bokashi, Vermicompos y Casting), en la producción primaria forrajera de la *Brachiaria brizantha*. Recuperado el Abril de 2015. Consultado el 6 de marzo del 2024. Disponible en file:///C:/Users/elekt/Downloads/Produccion_y_calidad_de_forraje_con_enmiendas_organicas.pdf
- Ronchi, E., Federico A. y Musmeci, F. (2002). A systems oriented integrated indicator for sustainable development in Italy. *Ecological Indicators*, 37, 1-14. Consultado el 8 de agosto del 2023. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/104/10441539009.pdf>.
- S. Lok, G. Crespo, V Torres Cuban J. *Agric. Sci*, 51: 261-270, 2017. Influencia de las leguminosas forrajeras en el sistema suelo-pasto. Consultado el 6 de marzo del 2024.
- SADER (Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural). 2015. Leguminosas el alimento de todos. Consultado el 12 de julio del 2023. Disponible en <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/leguminosas-el-alimento-de-todos>.
- SADER (Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural). 2022. Requisitos para vender tu leche a Liconsa. Consultado el 29 de mayo del 2023. Disponible en www.gob.mx/agricultura
- SADER (Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural). 2021. Fortalecimiento productivo para la producción de forrajes. Consultado el 19 de Junio del 2023. Disponible en <https://www.gob.mx/firco/es/articulos/fortalecimiento-productivo-para-la-produccion-de-forrajes?idiom=es>
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2022. Escenario mensual de productos agroalimentarios. Consultado el 27 de mayo del 2023. Disponible en www.siap.gob.mx.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2022. Información sobre el número de animales que se crían en el país con fines de producción. Consultado el 18 de julio del 2023. Disponible en www.siap.gob.mx.
- Sierra P.O. 2002. Fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros. Medellín: Edit. U de Antioquia, p 1-5. Consultado el 27 de febrero del 2023. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/639eb379-a4bb-49a5-b71d-a3a639ae6be3/content>
- SMN (Servicio Meteorológico Nacional). 2023). Predominio de clima, Escárcega Campeche. Consultado el 25 de octubre del 2023. Disponible en <https://www.gob.mx/smn>
- SNIIM (Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados). 2023. Comparativo de precios de la carne de res. Consultado el 29 de mayo del 2023. Disponible en www.economia-sniim.gob.mx
- Solís Lucas, Araceli & Valle, D. & Borbor, N.A. (2022). Rendimiento y valor nutritivo del pasto *Brachiaria brizantha* cv. "Marandú", en zonas semiáridas del litoral ecuatoriano. *Archivos de Zootecnia*. 71. 14-17. 10.21071/az.v71i273.5605. consultado el 7 de marzo del 2023. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/363941186_Rendimiento_y_valor_nutritivo_del_pasto_Brachiaria_brizantha_cv_Marandu_en_zonas_semiaridas_del_litoral_ecuatoriano/citation/download
- Spain, J.M y G. Salinas J. 1984. El reciclaje de nutrientes en pastos tropicales. P. 1-47. In: XVI Reunião Brasileira de Fertilidad do Solo. Simposium de reciclagem de Nutrientes e Agricultura de Baixos Insumos nos Trópicos. Itabuna, Brasil. Consultado el 28 de junio del 2023. Disponible en https://redgatro.fmvz.unam.mx/assets/produccion_forrajes.pdf
- Stocking, M. Y N. Murnaghan. 2001. Handbook for the field assessment of land degradation. Earthscan Publications Ltd. Londres. Consultado el 2 de junio del 2023. Disponible en http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/tropileche/Degradacion_de_pasturas.pdf

- Torres Joaquín, Bertín Maurilio et al. Rendimiento y calidad de semilla de pasto guinea cv. Mombaza a diferentes fechas de precorte. *Rev. Mex. Cienc. Agríc* [online]. 2020, vol.11, n.spe24 [citado 2024-03-06], pp.201-210. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342020000900201&lng=es&nrm=iso>. Epub 07-Mayo-2021. ISSN 2007-0934. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i24.2370>
- Valencia, C. A., Hernández Beltrán M., López de Buen, L. El ensilaje: ¿qué es y para qué sirve?. *Revista de divulgación científica y tecnológica de la universidad veracruzana*. (en línea). 2011. Fecha de consulta 7 de septiembre del 2023. ISSN: 0187- 8786. Disponible en <https://www.uv.mx/personal/lorelopez/files/2011/05/ENSILAJE.pdf>
- Van-Soest, P. J. (2012). *Nutritional Ecology of the Ruminant* (2 ed.). New York, EE.UU.: Comstock Publ. Assoc. Zebeli, Q.; Aschenbach, J. R.; Tafaj, M.; Boguhn, J.; Ametaj, B. N. y Drochner, W. (2012) Role of Physically Effective Fiber and Estimation of Dietary Fiber Adequacy in High-Producing Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, 95 (3), 1041-1056. Consultado el 3 de junio del 2023. Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/rpa/v30n2/rpa02218.pdf>
- Verdecia, D. M., Ramírez, J. L.; Bodas, R., González, J.S., López, S., Influencia de los factores climáticos y la edad sobre la calidad del pasto: *Pennisetum purpureum* Mott en la región oriental de Cuba. 2011. *Actas del I Congreso en Investigación en Agricultura para el Desarrollo* : p 76-77. ISBN: 978-84-92928-10-1. Consultado el 6 de agosto del 2023. Disponible en <https://digital.csic.es/handle/10261/79774#:~:text=Los%20factores%20clim%C3%A1ticos%20tales%20como%20la%20pluviosidad%20la,a%20la%20producci%C3%B3n%20y%20calidad%20de%20los%20forrajes>.
- Verdecia, D. M., Herrera, H., Ramírez, J. L., Leonard, I., Álvarez, Y., Bazán, Y., Arceo Y., Bodas, R., Andrés-Sonia., Álvarez, J., Giráldez, F., López, S. Valor nutritivo de *Leucaena leucocephala*, con énfasis en el contenido de metabolitos secundarios. 2012. Vol. 13 N° 11. P 1-10. ISSN 1695-7504.
- Villalobos, Luis , Sánchez Jorge Ml. . Evaluación agronómica y nutricional del pasto Raigrás perenne tetraploide (*Lolium perenne*) producido en lecherías de las zonas altas de Costa Rica. II. Valor nutricional. *Agronomía Costarricense* [en línea]. 2010, 34(1), 43-52[fecha de Consulta 14 de Noviembre de 2023]. ISSN: 0377-9424. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43617800004>
- Villegas, D.G., A Bolaños M y L. Olguín P. 2001. *La ganadería en México*. Colección de Temas Selectos de Geografía de México. Universidad Autónoma de México. Instituto de Geografía. México D.F. 158 p. Consultado el 1 de junio del 2023.
- Wongwatanapaiboon, J.; Kangvansaichol, K.; Burapatana, V.; Inochanon, R.; Winayanuwattikun, P.; Yongvanich, T. and Chulalaksananukul, W. 2012. The potential of cellulosic ethanol production from grasses in Thailand. *J. Biomed Biotechnol.* 303(748):1-10. <https://doi.org/10.1155/2012/303748>. Consultado el 7 de marzo del 2024. Disponible en file:///C:/Users/elekt/Downloads/Caracterizacion_del_pasto_mombaza_como_materia_pr i.pdf

ANEXOS



Encuesta a productores.



Toma de muestras de pasto para análisis



Cuadrante listo para tomar muestra



Etiquetado de muestras



Secado de muestras de pasto mediante aire frio