



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

**Características físicas y químicas del suelo en
Bancos Forrajeros, en Sistemas Ganaderos de
doble propósitos en los departamentos de Rivas y
Carazo, Nicaragua, 2020**

Autores

Br. Ingrid del Carmen Vallejos Ruiz
Br. Gabriela Michelle García Garay

Asesores

Ing. MSc. Juan Carlos Morán Centeno
Ing. MSc. Camilo del Carmen Gutiérrez

**Managua, Nicaragua
Octubre, 2020**



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

**Características físicas y químicas del suelo en
Bancos Forrajeros, en Sistemas Ganaderos de
doble propósitos en los departamentos de Rivas
y Carazo, Nicaragua, 2020**

Autores

Br. Ingrid del Carmen Vallejos Ruiz
Br. Gabriela Michelle García Garay

Asesores

Ing. MSc. Juan Carlos Morán Centeno
Ing. MSc. Camilo del Carmen Gutiérrez

Presentado a la consideración del Honorable
Tribunal Examinador como requisito final para
optar al grado de Ingeniero Agrónomo

**Managua, Nicaragua
Octubre, 2020**

Hoja de aprobación del Tribunal Examinador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable Tribunal Examinador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Miembros del Tribunal Examinador

Ing. MSc. Jorge Gómez Martínez
Presidente

Ing. Luis Obando Ruiz
Secretario

Ing. MSc. Henry Alberto Duarte Canales
Vocal

Lugar y Fecha: Managua, Nicaragua, 16 de octubre del 2020

DEDICATORIA

A:

Dios todo poderoso y a la Virgencita porque han sido mi primer objetivo de mi fe, quien me da la fuerza, perseverancia y sobre todo sabiduría de lo alto y salud, para poder superar los obstáculos que se me han presentado en el camino de la vida y culminación de mi carrera de Ingeniera Agronómica.

A mi abuela Consuelo Laguna Dávila, por ser una mujer luchadora, un gran ejemplo a seguir y creer siempre en mí, por brindarme el inmenso apoyo condicional en toda la parte moral, económica, a mi hijo Ángel Arancibia quien es el motor de mi vida, el motivo y la inspiración para lograr cada objetivo y prueba que se me presenta en mi vida personal y profesional, a mi sobrino Danfer Vallejos y a mi madre Eveling Ruiz que de igual manera han sido parte de este gran proceso de mi logro. Me siento muy orgullosa porque gracias a ellos hoy culmino mi carrera profesional, una de las tantas metas que lograre primamente Dios.

Algunos de mis amigos compañeros de clase, deporte por su cariño, su gran apoyo que siempre me han brindado, consejos de animación por el cual jamás me rendirme.

A parte de mi familia que de una u otras circunstancias siempre estuvieron pendiente de mis logros creyendo en mí en mi capacidad, valentía, esfuerzo y dedicación como profesional y humana.

Br. Ingrid del Carmen Vallejos Ruiz

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a:

Dios por acompañarme y permitirme concluir una etapa más en mi vida, guiando cada uno de mis pasos, dándome vida, salud y sabiduría para poder realizar uno de mis sueños.

A mis padres: Ronald García y Amelia Garay, por apoyarme en cada decisión y proyecto durante toda la carrera, por cada esfuerzo y entrega que me brindaron para poder llegar hasta el final, gracias por sus consejos y valores inculcados.

A mi hermano Ronald García y mi cuñada Gloria Trewin, por sus consejos, motivación y apoyo en cada momento.

A la familia Rodríguez, mi segunda familia, quienes me dieron un apoyo incondicional, por creer en mí y ser parte de mi vida y formación.

A la familia Báez, por todo su amor y cariño, por inculcarme valores, deseos de superación y ser parte de mi vida.

A mis amigos y compañeros con los cuales compartimos gratos momentos, ustedes han dejado una huella en mi vida.

Br. Gabriela Michelle García Garay

AGRADECIMIENTO

A:

Dios y la Virgencita por darme su infinito amor, misericordia, sabiduría y salud por permitirme lograr este excelente profesional en la vida. Gracias padre celestial porque sin ti hoy no sería una gran profesional como Ingeniera Agrónoma.

A nuestros asesores, en especial al Ing. MSc. Juan Carlos Moran Centeno porque siempre ha sido una persona que me ha brindado parte de su precioso tiempo, energías, dedicación, consejos, esfuerzos y sus valiosas orientaciones para cada día ser mejor persona y mejor profesional. Por siempre estaré eternamente agradecida.

A parte de la directiva de deporte y el presidente de vida estudiantil Lic. Sergio Ramírez porque de una u otra razón me apoyo en el paso de culminación de mi carrera dándome apoyo con becas, consejos, animaciones.

Br. Ingrid del Carmen Vallejos Ruiz

AGRADECIMIENTO

Agradezco a:

Dios sobre todas las cosas, por darme sabiduría y fuerzas hasta el final de mi carrera universitaria y empezar una nueva etapa como profesional.

A mi familia y amigos por el apoyo, amor, esfuerzo, motivación durante toda mi carrera, siendo ellos un pilar fundamental en mi formación.

Agradezco a mis asesores Ing. MSc. Juan Carlos Morán Centeno, Ing. MSc. Camilo del Carmen Gutiérrez Bermúdez por guiarme y haberme dado la oportunidad de recurrir a sus capacidades y conocimientos.

A mi compañera Ingrid Vallejos por la amistad durante toda la carrera y entrega realizado en este trabajo, mostrando total dedicación hasta el final.

Agradezco a nuestra alma mater Universidad Nacional Agraria, por acogerme durante toda mi carrera y brindarme los recursos necesarios para concluirlos.

A todos los docentes que con toda dedicación y entrega me brindaron sus conocimientos para convertirme en una profesional.

Br. Gabriela Michelle García Garay

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN		PÁGINA
	DEDICATORIA	i
	AGRADECIMIENTO	iii
	ÍNDICE DE CUADROS	v
	ÍNDICE DE FIGURAS	vi
	ÍNDICE DE ANEXOS	vii
	RESUMEN	viii
	ABSTRACT	ix
I	INTRODUCCIÓN	1
II	OBJETIVOS	3
2.1.	Objetivo general	3
2.2.	Objetivos específicos	3
III.	MARCO DE REFERENCIA	4
3.1.	La ganadería en Nicaragua	4
3.2.	Descripción general de las especies de los bancos forrajeros	5
3.3.	Importancia, uso de las especies forrajeras	8
3.4.	Efecto de los sistemas silvopastoriles sobre el suelo	10
3.5.	Efectos de las especies forrajeras sobre la actividad biológica del suelo	11
3.6.	Parámetros químicos del suelo	12
3.7.	Parámetros físicos del suelo	15
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	16
4.1.	Ubicación del estudio	16
4.2.	Características climáticas de los sitios de estudio	17
4.3.	Descripción del estudio	18
4.4.	Variable evaluadas	19
4.5.	Procedimiento de obtención de muestras	21
4.6.	Análisis de datos	21
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
5.1.	Características del suelo	22
5.2.	Rendimiento de biomasa de especies forrajeras arbustiva evaluadas	25
5.3.	Valor nutricional de las especies forrajeras	26
5.4.	Análisis de componentes principales	28
5.5.	Especies de árboles encontrados en los sistemas ganaderos	31
5.6.	Producción de leche empleando bancos forrajeros	33
VI.	CONCLUSIONES	34
VII.	RECOMENDACIONES	35
VIII.	LITERATURA CITADA	36
IX.	ANEXOS	41

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Rango de clasificación de pH, en suelos de Nicaragua (Quintana <i>et al.</i> , 1983)	13
2.	Localización geográfica en sistemas ganaderos en los departamentos de Rivas y Carazo, Nicaragua	16
3	Propiedades físico y químicas del suelo en los diferentes sistemas ganaderos en los municipios de los departamentos de Rivas y Carazo	17
4	Significación estadística ($Pr \leq 0.05$), de variables de fertilidad y manejo de los suelos, en los sistemas evaluados	22
5	Significación estadística (Fisher=0.05), en las ubicaciones de los diferentes sistemas productivos, y elementos evaluados	23
6	Separación de medias (Fisher=0.05), en los diferentes sistemas productivos y elementos evaluados	24
7	Separación de media (Fisher= 0.05) en los diferentes niveles de muestreo en los sistemas evaluados	25
8	Separaciones de media (Tukey= 0.05), rendimiento de biomasa fresca de las especies forrajeras arbustivas evaluadas	25
9	Separaciones de media (Tukey= 0.05), para el rendimiento de biomasa fresca de las especies forrajeras arbustivas evaluadas en diferentes momentos de cortes	26
10	Separaciones de media (Tukey= 0.05), para la cantidad de Proteína bruta en diferentes periodos de muestreo y especies forrajeras evaluadas	26
11	Separaciones de media (Tukey= 0.05), para la cantidad de Fibra Neutro Detergente en diferentes periodos de muestreo y especies forrajeras evaluadas	27
12	Separaciones de media (Tukey= 0.05), para la cantidad de Materia Seca, en tallos y hojas comestibles, en los en diferentes periodos de muestreo y especies forrajeras evaluadas	28
13	Síntesis del Análisis de Componentes Principales considerando los productores, profundidad de muestreo y especies evaluadas	29
14	Especies de árboles encontrados en fincas ganaderas bajo estudio	32

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Climograma en los diferentes meses del año, considerando la precipitación (mm) y temperatura (°C), para los departamentos de Rivas y Carazo (Datos proporcionado por INETER, 2019)	18
2.	Proyección bidimensional de la relación de las especies forrajeras y las características físicas y químicas del suelo en los sistemas ganaderos evaluados	30
3.	Proyección bidimensional de la relación de las profundidades de muestreo y las características físicas y químicas del suelo en los sistemas ganaderos evaluados	31
4.	Producción de leche empleando especies forrajeras	33

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Plano de campo empleado en el establecimiento de bancos forrajeros en sistemas ganaderos de doble propósito	42
2.	Formato de levantamiento de muestras de suelo	42
3.	Formato de levantamiento de muestras de follaje	43

RESUMEN

El sector ganadero representa una actividad económica de gran importancia, en el país empleando especies gramíneas para la alimentación, las cuales presentan un bajo rendimiento en biomasa y disminución de la calidad nutricional. El objetivo de esta investigación fue generar información sobre parámetros físicos y químicos del suelo en bancos forrajeros, en sistemas ganaderos de doble propósitos, en donde se determinó el valor nutritivo de diversas especies forrajeras arbustivas: *Leucaena leucocephala*, *Cratylia argentea*, *Gliricidia sepium*, y *Moringa oleífera*, establecida en bancos de proteína. Se utilizó un diseño de Bloque Completo al Azar, con siete repeticiones (Fincas). Se tomaron muestras de suelo a diferentes profundidades para analizar las características físicas y químicas, al inicio y final del estudio, los rendimientos de biomasa comestible, con aprovechamiento cada 4 semanas (1mes) iniciando el primer corte a las 8 semanas (2 meses) de haber sido establecido el banco de proteína. Para evaluar el valor nutritivo se tomaron muestras de cada corte y determino la Proteína Bruta, Fibra Neutro Detergente y Materia seca. La cantidad de biomasa fresca se cuantifico en cada uno de los cortes realizados. Para el análisis estadístico se empleó el programa estadístico Infostat. Se encontró que, los contenidos nutricionales y de partícula del suelo fue variable en los sistemas estudiados, el pH se encuentra en valores de ácido a ligeramente ácido, los contenidos de arena oscilan entre los 16 y 34 %, la cantidad de Limo entre los 22 y 37 %. El porcentaje de materia orgánica estuvo en el rango de 2.43 a 3.89 %, el contenido de nitrógeno fue bajo, no obstante, la cantidad de fosforo fluctuó desde los 2.45 a 41.52 ppm y el potasio estuvo en el rango de 0.35 a 154 meq/100 g de suelo. *Moringa oleífera* muestra el mayor rendimiento en biomasa fresca de tallos y hojas comestibles por árbol y por hectárea, así como el porcentaje de proteína bruta, en cuanto al contenido de materia seca tuvo un comportamiento similar para esta especie. La Fibra Neutro Detergente, *Gliricidia sepium* y *Cratylia argentea* presentaron los mayores valores, a los 24 y 32 semanas para estas variables. Se identificaron 22 especies de árboles, sobresaliendo *Guazuma ulmifolia*, *Gliricidia sepium* y *Albizia saman*.

Palabras Claves: Forraje, Calidad nutricional, Suelo, Ganado, Cortes

ABSTRACT

The livestock sector represents an economic activity of great importance, in the country using grass species for food, which have a low yield in biomes and decreased nutritional quality. The objective of this research was to generate information on physical and chemical parameters of the soil in forage banks, in dual-purpose livestock systems, where the nutritional value of various bush forage species was determined: *Leucaena leucocephala*, *Cratylia argentea*, *Gliricidia sepium*, and *Moringa oleifera*, established in protein banks. A Full Random Block design was used, with seven repetitions (Farms). Soil samples were taken at different depths to analyze the physical and chemical characteristics, at the beginning and end of the study, the yields of edible biomass, with use every 4 weeks (1 month) starting the first cut at 8 weeks (2 months) of the protein bank has been established. To evaluate the nutritional value, samples were taken from each cut and the Crude Protein, Neutral Detergent Fiber and Dry Matter were determined. The amount of fresh biomass was quantified in each of the cuts made. The statistical program Infostat was used for statistical analysis. It was found that the nutritional and particle contents of the soil were variable in the studied systems, the pH is in values of acid to slightly acid, the sand contents oscillate between 16 and 34%, the amount of Limo between 22 and 37 %. The percentage of organic matter was in the range of 2.43 to 3.89%, the nitrogen content was low, however, the amount of phosphorus fluctuated from 2.45 to 41.52 ppm and potassium was in the range of 0.35 to 154 meq / 100 g of soil. *Moringa oleifera* shows the highest yield in strawberry biomass of edible stems and leaves per tree and per hectare, as well as the percentage of crude protein, in terms of dry matter content, had a similar behavior for this species. Neutral Detergent Fiber, *Gliricidia sepium* and *Cratylia argentea* presented the highest values, at 24 and 32 weeks for these variables. 22 tree species were identified, standing out *Guazuma ulmifolia*, *Gliricidia sepium* and *Albizia saman*.

Key Words: Forage, Nutritional quality, Soil, Cattle, Cuts

I. INTRODUCCIÓN

El mayor conflicto de uso del suelo está dado por la ganadería, la producción agrícola son en gran parte modelos inapropiados de producción. Esto conlleva a la pérdida de la cobertura boscosa alterando el flujo de producción y regulación de las aguas, pérdida de fertilidad de los suelos y disminución de los microorganismos y macro que habitan el suelo, interviniendo en la dinámica de reciclaje de nutrientes en la relación planta suelo para mantener la fertilidad en los ecosistemas naturales (Pérez, J; Guillen, R; Hernández, S; Hernández, P, 2005, p. 1).

El suelo se caracteriza por tener una alta diversidad estructural y funcional, esto le confiere además de complejidad, dinamismo. Dependiendo prácticamente del manejo de cada productor efectuado sobre este recurso se esté conservará, reducirá o mantendrá su potencial productivo. De acuerdo a Espinoza y Castellón, (2015), mencionan que:

los estudios de suelo están orientados a conocer el estado de fertilidad, siendo el método más empleado, el análisis de la disponibilidad de elementos minerales, disponibles para la planta. En Nicaragua esta práctica es muy importante al ser este un país cuya principal actividad económica es la agricultura y ganadería (p. 156).

Castañeda, N; Álvarez, J; Chanchy, L, García, G; Sánchez, V; Solarte, V; Sotelo, M y Zapata, C, (2016) explicaron que:

los sistemas silvopastoriles son útiles para mejorar el bienestar animal, la producción de leche, carne y al mismo tiempo hacer la producción ganadera más amigable con el medio ambiente. Por lo general, un sistema silvopastoril incluye especies arbóreas que proveen sombra a los animales, arbustos y hierbas que sirven de alimento para el ganado. Al mismo tiempo, estas especies vegetales ofrecen beneficios al medio ambiente, como mejorar la fertilidad, estructura del suelo, proteger fuentes hídricas, proveer hábitat y alimento a otras especies de mamíferos, aves e insectos benéficos que cumplen roles importantes en los agroecosistemas (p. 5).

La producción ganadera, en las zonas rurales, se observa que es principalmente a base de pasturas de gramíneas (naturales y naturalizadas) de baja calidad, existiendo deficiencia de proteína en la alimentación animal ya que las gramíneas aportan mayormente nutrientes energéticos siendo bajos en nutrientes proteicos, obteniéndose bajos rendimientos (carne, leche, crías, etc.) y animales más predispuestos a ser afectado por enfermedades.

De acuerdo a Pérez *et al.*, (2005), establecieron que:

los estudios efectuados hacen mención que las técnicas de alimentación suministrada al ganado no cubren los requerimientos nutricionales de los animales, lo que conlleva a emplear mayor área por unidad ganadera y la introducción de alimento suplementario, sin embargo, la implementación de bancos forrajeros complementa la alimentación de los animales y potencializan la productividad y contribuyen a mejorar las características del suelo (p. 2).

Entre las especies que son útiles en la ganadería bovina, para bancos de forraje están el madero negro (*Gliricidia sepium* Jacq.) cratylia (*Cratylia argentea* O. Kuntze), marango (*Moringa oleífera* Law). El uso de estas especies favorece la fijación de fósforo y la fijación del nitrógeno, son útiles en la recuperación y/o protección de los suelos (Gutiérrez y Mendieta, 2018, p. 5).

En Nicaragua los sistemas de producción demandan suelos fértiles que permitan incrementar rendimientos por superficie cultivada (Araica, B; Gutiérrez, B y Noguera T, 2020, p. 33). Considerando los aspectos negativos en los sistemas de producción ganaderos tradicionales, se han integrado los bancos de proteínas como una alternativa para mantener la disponibilidad de forraje y conservar la fertilidad del suelo. El presente estudio tiene como objetivo determinar el estado nutricional del suelo en siete fincas con bancos de forrajeros en los departamentos de Rivas y Carazo.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Generar información sobre parámetros físicos y químicos del suelo en bancos forrajeros, en sistemas ganaderos de doble propósitos en los departamentos de Rivas y Carazo, Nicaragua, 2020

2.1. Objetivos específicos

- Analizar las características químicas y físicas del suelo en bancos forrajeros, en sistemas ganaderos de doble propósitos en los departamentos de Rivas y Carazo, Nicaragua
- Evaluar la producción y calidad de la biomasa en bancos forrajeros, en sistemas ganaderos de doble propósitos en los departamentos de Rivas y Carazo, Nicaragua
- Identificar la diversidad florística arbórea presente en sistemas ganaderos de doble propósitos en los departamentos de Rivas y Carazo, Nicaragua

III.MARCO DE REFERENCIA

De acuerdo al IV Censo Nacional Agropecuario (INIDE, MAGFOR, 2012, citado por Gutiérrez y Mendieta, 2018, p.5), existen aproximadamente 2,796 explotaciones agropecuaria, en 2,788 productores individuales, de los cuales 2,141 varones y 647 mujeres. El 22 % de los productores (a) manejan las explotaciones agropecuarias de 0.5 manzana.

3.1. La ganadería en Nicaragua

La ganadería en Nicaragua, se remonta a la introducción del ganado por los conquistadores hasta nuestros días. Se conoce la tradición ganadera de Chontales, Boaco y Rivas. Continuamente se mencionan de las grandes haciendas de Chontales con numerosos hatos hasta de 40,000 cabezas de ganado mayor. La ganadería se encuentra en una relación directa entre la tierra y el ganado en un balance natural. Se puede asegurar, que la ganadería ha sido y es, la columna vertebral de la economía del país, como la mayor productora de divisas, fuente permanente de trabajo y productos vitales para la familia. La estabilidad de la ganadería tiene también una función social importante (Rodríguez - Chávez, 2016, p. 20).

Gutiérrez y Mendieta, (2018), hacen referencia que el sistema de doble propósito persigue dos objetivos principales la producción de leche, obtenida de manera manual, con el apoyo de becerro para estimular el descenso y la producción de carne mediante la cría de becerro y adultos que son descartado del sistema y pasan al suministro de carne del mercado. Para mejorar la producción de ganado se debe considerar una buena alimentación a base de gramíneas y leguminosas que cubran los requerimientos nutricionales. Para mejorar la productividad del hato ganadero se debe introducir al sistema especies arbustivas forrajeras, que mejoren la dieta de los animales y logren mejorar su condición corporal y productividad (p. 15).

3.2. Descripción general de las especies de los bancos forrajeros

El Madero negro (*G. sepium*), la cratyliia (*C. argentea*) y marango (*M. oleífera*). son especies taxonómicamente diferentes (Castañeda et al., 2016, p. 22), pertenecen a la familia Fabaceae. Estas especies poseen hábitos de crecimiento asociados al manejo aplicado. En cuanto a su distribución geográfica y adaptabilidad, se pueden hallar en un amplio rango de pisos térmicos y pueden sobrevivir en condiciones variables de pluviosidad. De igual modo, toleran una moderada a baja exposición a sombra, suelos con pH ácido, baja disponibilidad de nutrientes, baja fertilidad (Gallego-Castro, L, Mahecha, L y Angulo, J, 2017, p. 216).

De acuerdo Correa y Niño-Mariño, (2010, p. 39), las plantas forrajeras arbustivas tienen gran potencial para mejorar los sistemas de producción de rumiantes, particularmente en zonas del trópico. Producen mayor biomasa que las herbáceas, toleran mejor el mal manejo y tienen la capacidad de rebrotar y ofrecer forraje de buena calidad en localidades con sequías prolongadas. Presentan otros usos alternativos, tales como fuentes de leña, barreras vivas rompe vientos o ara controlar erosión en zonas de laderas.

Cratyliia argéntea, es una especie que crece bien en un amplio rango de suelos que van desde ácidos de baja fertilidad a fértiles. Florece y produce abundante cantidad de semillas. Las semillas poseen baja latencia y no precisan escarificación. Responde al corte y posee alta capacidad de rebrote y retención de hojas en periodos secos. Es un excelente suplemento proteico, que puede ser ofrecido en forma natural o conservada.

Cuervo-Jiménez, A; Narváez-Solarte, W., & Hahn von-Hessberg, C, (2013) mencionan que *Gliricidia sepium*:

esta especie es una planta originaria de Centroamérica y el Norte de Suramérica, desde donde se ha distribuido para toda la América Tropical, el Caribe, África, Asia y las islas del Pacífico, llegando a desarrollarse desde el nivel del mar hasta los 1300 metros de altitud, en ambientes con precipitaciones de los 600 a 6000 mm anuales (p. 2).

Pertenece a la familia de las Fabáceas, es una planta arbórea, perenne, caducifolia, que posee raíces profundas crece de 10 a 15 m de altura y 40 cm de diámetro. Los tallos pueden diferir en árboles adultos y plantas jóvenes siendo en los primeros de corteza un poco fisurada de color gris verdoso a pardo verdoso y el último liso de color gris verdoso; con ramas inicialmente erectas y luego de algunos meses de crecimiento se disponen en ángulos de 45 grados.

Durante el periodo de floración tiene numerosas flores amariposadas de color entre rosa y púrpura claro. La longitud aproximada de las flores es de dos centímetros agrupándose en racimos de 25 a 50. El tipo de fruto es en vainas aplanadas de color verde amarillo convirtiéndose en amarillo y finalmente de color marrón o negrozco en la madurez; su tamaño es de 10-15 centímetros de largo, conteniendo de tres a ocho semillas Cuervo-Jiménez *et al.*, (2013, p.4).

Reyes y Mendieta, (2017), hacen referencia que:

esta planta es un árbol de la familia Moringaceae que crece en el trópico y es originaria del sur del Himalaya, noreste de India, Pakistán, Bangladesh y Afganistán. Es de crecimiento rápido, alcanza una altura de 7 a 12 m hasta la corona, su tronco posee un diámetro de 20 a 30 cm, tiende a echar raíces fuertes y profundas, con hojas compuestas alternas imparipinnadas con una longitud entre 30 y 70 cm. Flores de color blanco cremoso, con frutos en forma de vaina colgante y semillas color castaño oscuro con tres alas delgadas. Esta planta se emplea en la alimentación del ganado (p. 5).

Para que un arbusto sea calificado como forrajero debe reunir ventajas tanto en términos nutricionales como de producción y de versatilidad agronómica sobre otros forrajes utilizados tradicionalmente, es decir; que su consumo por los animales sea adecuado como para esperar cambios en sus parámetros de respuesta. Las leguminosas arbustivas contienen y conservan niveles aceptables de minerales disponibles cuando el animal las consume, reportan que el contenido de minerales y nitrógeno en follaje (Gallego-Castro *et al.*, 2017, p. 75).

Manríquez-Mendoza L., S. López-Ortíz, P. Pérez-Hernández, E. Ortega-Jiménez, Z.G. López-Tecpoyotl, y M. Villarruel-Fuentes, (2011), mencionan que *G. ulmifolia* (Law) es otra especie empleada de la alimentación animal:

un árbol nativo de América tropical que tiene un alto potencial forrajero y sin embargo se conoce poco sobre su manejo agronómico. El guácimo es una especie que aparece en muchos estudios de diagnóstico de especies forrajeras en diversos sitios y asociaciones de vegetación, pero existe escasa información publicada sobre su manejo agronómico adecuado para ser cultivado como árbol forrajero. Pertenece a la familia Sterculiaceae, es un árbol de porte pequeño a mediano, que puede alcanzar hasta 15 m de altura. De copa redonda y extendida. Su tronco es torcido y ramificado, con hojas simples, alternas, ovaladas a lanceoladas.

Con flores pequeñas y amarillas, se agrupan en panículas en la base de las hojas. Sus frutos son cápsulas verrugosas y elípticas, negras cuando están maduras, con numerosas semillas pequeñas y duras. Crece bien en zonas cálidas con temperaturas promedios de 24 grados centígrados, de 700 a 1500 mm de precipitación/año y desde el nivel del mar a los 1200 msnm (p. 454).

Leucaena (*Leucaena leucacephala* (LAM.) DE WIT):

Esta especie es originaria de México y Centro América. Es una planta arbustiva, aunque en ocasiones se le puede encontrar en la vegetación natural como un árbol. Las hojas son bipinadas, con 4 a 9 pares de pinas situadas a lo largo del raquis de 15 a 20 cm de largo. Cada pina puede tener entre 10 y 17 pares de foliolos. Las inflorescencias son blancas con 100 - 180 flores densamente rodeando al pedúnculo. Las vainas son delgadas, de hasta 20 cm de longitud y 2 cm de ancho, y contienen entre 15 y 25 semillas (Solorio y Solorio, 2008, p. 4).

3.3. Importancia, uso de las especies forrajeras

La utilización de plantas forrajeras ha recibido considerable atención, destacándose las siguientes ventajas: disponibilidad en las fincas; accesibilidad; proporcionan variedad a la dieta; influencia laxativa en el tracto digestivo; reducen costos de alimentación y son fuente de nitrógeno, energía, minerales y vitaminas. Otra ventaja del uso de las arbóreas es que estas proporcionan sombra, y ejercen un efecto marcado sobre la tasa de crecimiento, prolongando, de esta manera, el tiempo de pastoreo; además, incrementan la micro fauna en el suelo.

“Asimismo, estas especies poseen un sistema radicular más profundo, lo cual beneficia la estructura y la fertilidad química, física y biológica de los suelos; pueden extraer agua y nutrientes en la época de sequía” (Pérez *et al.*, 2005, p. 4).

Rincon (2005), en investigaciones efectuada sobre las especies forrajeras expresa que:

desde el punto de vista ecológico, muchas especies arbustivas (leguminosas) tienen la capacidad de fijar nitrógeno ya que las raíces tienen una asociación con bacterias del género *Rhizobium*; de esta forma actúan como portadoras de nitrógeno al suelo. El uso frecuente de tierras de buena aptitud agrícola para ganadería, con una baja capacidad de carga animal, debe hacernos pensar en buscar sistemas más eficientes en la producción de forrajes (p. 5).

El uso de follaje de árboles y arbustos para alimentar rumiantes es una práctica conocida por los productores en América Central desde hace siglos. Y el conocimiento local de los productores es de mucha importancia para la sistematización de investigación en leñosas; especies como, madero negro (*G. sepium*), y guácimo (*G. ulmifolia*), son generalmente utilizadas durante la época seca como complemento alimenticio para los animales en los sistemas de producción extensivos y semi-intensivos o de doble propósito.

Mediante investigaciones realizadas por el CATIE para diseñar estrategias de alimentación, utilizando leñosas forrajeras. Análisis detallados de la fracción nitrogenada, madero negro mostraron que el 75 % de esta se encuentra constituido por compuestos de nitrógeno no-proteico). Lo anterior puede ser una limitante para su uso en monogástricos, pero no en rumiantes. Así mismo, una buena proporción de su nitrógeno insoluble está ligado a la fibra detergente ácido; por tanto, es de baja disponibilidad para los animales que los consumen (Rodríguez Chávez, 2016, p. 11).

El potencial de las especies arbustivas en la alimentación de rumiantes se debe al alto nivel de proteína, que puede variar entre 13,3 y 28,7 %, similar al de las leguminosas, una producción de biomasa entre 17,6 y 24,7 t ha⁻¹ (Gallego, 2016, p. 82), niveles significativos de fósforo que pueden variar de 0,27 a 0,28 %, carbohidratos no estructurales con un 7,8 a 18,41 %), una alta digestibilidad entre 75,2 y 78,5 % y una rápida recuperación (rebrote), este último rasgo es el que permite su uso para ramoneo (Gallego-Castro *et al.*, 2017, p. 83).

“Factores intrínsecos como las características de la especie arbustiva y extrínsecos como el clima, el tipo de suelo, la densidad de siembra y la época del año, influyen tanto en la producción de forraje como en las características bromatológicas de la planta” (Flórez, 2012, p. 349).

Pérez *et al.*, (2005), para que las plantas sean consideradas adecuadas para el consumo de los animales deben reunir ventajas nutricionales y de producción, el consumo de los animales debe ser adecuado y sus parámetros de respuesta óptimos, es decir la cantidad suministrada debe ser consumida por el animal en más del 90 %, además de la calidad nutricional deben ser tolerante a la poda y resistente a la sequía (p. 3).

Gallego-Castro *et al.* (2017), las especies forrajeras como el madero negro y cratyliia, contienen:

diferentes metabolitos secundarios que varían en concentración y presentación, según la especie, edad, parte de la planta y condiciones medioambientales. Estos metabolitos pueden generar cambios metabólicos y fisiológicos en los rumiantes, según la adaptación del animal y los mecanismos de respuesta del organismo. Se cree que la presencia en flores y raíces se ve influenciada por las características edafológicas en cuanto a concentraciones de nutrientes como calcio, magnesio, fósforo, potasio y cobre (p. 75).

3.4. Efecto de los sistemas silvopastoriles sobre el suelo

Holguín & Ibrahim, (2005), mencionan que:

la incorporación de especies de árboles y arbustos forrajeros dentro de los sistemas ganaderos es necesario ya que algunas de estas especies llegan a producir grandes cantidades de follaje y presentan un buen balance de nutrientes llegando a reducir la dependencia de insumos importados para la alimentación del ganado. La siembra de especies forrajeras dentro de las fincas ganaderas garantiza disponibilidad de forraje en las épocas seca (p.8).

Ledesma (2002), expresa:

tradicionalmente los sistemas silvopastoriles es un tipo de agroforestería, considerada como una opción de producción pecuaria en donde las leñosas perennes (árboles y/o arbustos) interactúan con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales) bajo un sistema de manejo integral. Los árboles pueden ser de vegetación natural o plantados con fines maderables, para productos industriales, como frutales o como árboles multipropósito en apoyo específico para la producción animal.

La incorporación de bancos forrajeros en los sistemas ganaderos tradicionales, permite incrementar la fertilidad del suelo, mejorar su estructura y disminuir los procesos de erosión. La incorporación de nitrógeno, la profundización de las raíces de los árboles, la mayor actividad de la macro y micro fauna y el control de la erosión (p. 227).

Araica *et al.*, (2020) mencionan que:

los beneficios de los sistemas silvopastoriles hacia el recurso suelo han sido abordados, en términos del incremento en el contenido de carbono, la retención de humedad, el reciclaje de nutrientes y la activación de la cobertura vegetal y la diversificación. Esto se traduce, a su vez, en el aumento de la eficiencia simbiótica de la macrofauna edáfica, que permite establecer tendencias acerca del potencial productivo del hato lechero y cárnico (párr. 7).

3.5. Efectos de las especies forrajeras sobre la actividad biológica del suelo

El funcionamiento de los agrosistemas depende de los diseños espaciales y temporales que promueven sinergias entre los componentes de la biodiversidad del suelo, que condicionan procesos ecológicos claves, como la regulación biótica, el reciclaje de nutrientes y la productividad, en donde la vegetación asociada influye en el comportamiento de los organismos que viven en el suelo y que ayudan a mejorar las propiedades físicas y químicas (Araica *et al.*, 2020, p. 3).

Chávez Licet; Labrada-Hernández, Y. & Álvarez Fonseca, A, (2016), manifiesta que:

se ha destacado la importancia de la biota del suelo en los procesos de transformación del suelo la formación de poros y la trituración de restos vegetales. Entender las funciones de la vida edáfica permite determinar su aporte a la sostenibilidad, lo que la convierte en un indicador importante a nivel de sistema, en la evaluación del estado de conservación o perturbación del suelo (p. 26).

Los beneficios de los sistemas silvopastoriles hacia el recurso suelo han sido abordados en términos del incremento en el contenido de carbono, la retención de humedad, el reciclaje de nutrientes y la activación de la cobertura vegetal y la diversificación. Esto se traduce, a su vez, en el aumento de la eficiencia simbiótica de la fauna edáfica, que permite establecer tendencias acerca del potencial productivo del hato lechero y cárnico, mediante la mejora de la alimentación (Rosero, F., Rosales, H., Pérez, L., Hernández, J. 2018, p. 9).

Araica *et al.*, (2020) menciona:

las funciones ecológicas importantes en los sistemas ganaderos, lo que contribuye a incrementar la materia orgánica y mejorar las propiedades del suelo, está condicionada por la presencia de especies forrajeras y el manejo que el productor de al suelo, así mismo, la incorporación de material orgánico y el reciclaje de nutrientes (p. 5).

3.6. Parámetros químicos del suelo

3.6.1. pH del suelo

Se hará muy frecuente encontrar el término pH el cual se define como la acidez y basicidad relativa de una sustancia (en este caso suelo), también se conoce como la concentración de iones hidrógeno. Un valor de pH 7.0 es neutro, los valores menores a 7.0 son ácidos y los superiores a 7.0 son básicos. La importancia del pH radica en que los nutrientes del suelo y los organismos biológicos que transforman los minerales que sean disponibles en la solución del suelo y absorbidos por los cultivos necesitan estén en un rango de pH adecuado.

Cuando el pH es menor de 4.0 es catalogado como extremadamente ácido y cuando tiene el valor entre 4.1 y 4.9 es considerado muy fuertemente ácido, en ambos casos el fósforo se combina con el Hierro y el Aluminio para formar compuestos minerales insolubles que la planta no puede utilizarlos, debido a que es una acumulación tóxica que afecta el crecimiento vegetativo de raíces, tallos y ramas. El suelo para el cultivo tiene que estar en el rango adecuado de pH entre, 5.5 y 6.5, considerado de mediano a ligeramente ácido y es en este rango, que la mayor parte de los elementos minerales disponibles en la nutrición de la mayor parte de los cultivos. (Morán y Benavides, 2015, p. 28).

Cuadro 1. Rango de clasificación de pH, en suelos de Nicaragua (Quintana *et al.*, 1983)

pH	Clasificación
<4.6	Extremadamente ácido
4.6-5.2	Muy Frecuentemente ácido
5.2-5.6	Fuertemente ácido
5.6-6.2	Medianamente ácido
6.2-6.6	Ligeramente ácido
6.6-6.8	Muy Ligeramente ácido
6.8-7.2	Neutro
7.2-7.4	Muy Ligeramente alcalino
7.4-7.8	Ligeramente alcalino
7.8-8.4	Medianamente alcalino
8.4-8.8	Frecuentemente alcalino
8.8-9.4	Muyfrecuentente alcalino
>9.4	Extremadamente alcalino

** utilizada por el laboratorio de suelos y agua de la Universidad Nacional Agraria*

3.6.2. Materia Orgánica en el suelo (MO)

En cuanto al contenido de materia orgánica (MO), la originan los restos vegetales como las hojas, ramas, tallos, etc., que caen al suelo, y que poco a poco se transforman por descomposición y mineralización en nutrientes solubles y por humificación a complejos coloidales húmicos que favorecen la nutrición de los cultivos y el crecimiento de las raíces. En el resultado del análisis de suelos, el contenido de materia orgánica se reporta en porcentaje (%), el rango de materia orgánica está en los rangos de 0 a 5.7 %, los valores menores a 2.1% indica que es un suelo Bajo, mientras que un valor arriba de 5.7 % indica que es un suelo alto.

La mejor época del muestreo de suelo se recomienda hacerlo antes de que inicie la época de lluvia, esto es porque las lluvias incrementan la acidez del suelo (pH) y favorecen la descomposición de la materia orgánica por bacterias, hongos, lombrices, etc., lo que puede mantener o incrementar levemente el contenido nutricional en la solución del suelo. Morán y Benavides (2015, p.4)

Morán y Benavides (2015), expresan que:

los muestreos se deben realizar a diferentes profundidades no obstante la mayor frecuencia se realiza entre los 0 y 20 cm para cuantificar estos elementos debido a su movilidad. En primer lugar, la compactación en el barreno y la mezcla de horizontes pueden llevar a cometer un grave error al momento de realizar el análisis. Por otra parte, la absorción de nitrógeno puede tener una correlación más alta con la disponibilidad a 0-30 cm que con 0-60 cm (p. 27).

3.6.3 Fosforo en el suelo (P)

El fósforo es un elemento fundamental para la nutrición de las plantas. Las plantas lo absorben como fosfato. Este elemento es poco móvil en el suelo por lo que su tendencia es a reaccionar dando formas fosforadas no disponibles para los cultivos, por lo tanto, se considera un elemento crítico en la nutrición vegetal. La fuente original de fósforo es la material madre, constituido por rocas fosfatadas. La cantidad de fósforo total de la capa arable de un suelo agrícola (suma del fósforo orgánico e inorgánico) no está relacionada directamente con la disponibilidad (Delgado, 2016, p. 32).

3.6.4 Potasio en el suelo (K)

Este elemento se encuentra en los suelos agrícolas como componente de la roca madre encontrándose en forma de silicatos, en el interior de las láminas de la arcilla, fijado al complejo arcillo-húmico y en la disolución del suelo. Únicamente el que está en la disolución de suelo, es el asimilable por las plantas. Su absorción es activa y rápida, en forma de catión potasio, es muy móvil dada su solubilidad (Norori, 2014, p. 24).

3.6.5. El Calcio en el suelo (Ca)

El calcio es un catión (Ca⁺⁺) constituyendo la fracción más importante del complejo de cambio catiónico, en tanto que los cationes monovalentes se hallan en menor proporción. Este elemento es antagonismo con el potasio por lo cual se debe tener una relación muy balanceada. (Norori, 2014, p. 28), encontró una variación en el contenido y composición de la materia orgánica de los suelos estudiados con respecto a la altitud y a la disponibilidad de calcio y fósforo. Así mismo indica que el contenido y la composición de la materia orgánica en los suelos, y la actividad microbiológica, están influenciadas por la altitud, la cual está asociada a diferencias en la vegetación, temperatura, humedad, precipitación y características de los suelos.

3.7. Parámetros físicos del suelo

Dentro de los parámetros físicos del suelo, la cantidad de Arena, Limo y Arcilla, determinan la clase textural del suelo y por ende la selección del rubro o especie a ser establecida. Para determinar los porcentajes de las partículas sólidas del suelo se envió muestras al laboratorio de suelos y agua (LABSA) de la Universidad Nacional Agraria, de esta manera determinar la clase textural, se empleó el Método de Bouyoucos (USDA, 1996).

“Así mismo, se determinó la Densidad Aparente, siendo la relación existente entre el peso de una porción de suelo y su volumen, incluyendo en este el ocupado por los poros, para su determinación se utilizará la siguiente ecuación”.

$$Da = \frac{G}{Vt}$$

Dónde:

Da: Densidad aparente (gr/cm³)

G: Es el peso de la parte sólida del suelo más los poros (gr)

Vt: Volumen ocupado por el sólido más los poros (cm³)

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del estudio

El estudio se efectuó en los departamentos de Rivas y Carazo. El departamento de Rivas la temperatura promedio oscila entre los 27 y 30 °C, y la precipitación media anual es de 1 400 mm. El departamento de Carazo presentó temperaturas entre los 25 a los 30 °C con precipitaciones promedios mayores a los 1400 mm anuales. Se seleccionaron fincas ganaderas de los municipios de Rivas (n=2) y Belén (n=2) en el departamento de Rivas y La Conquista (n=3) en el departamento de Carazo, Nicaragua. Para la selección de los productores se consideraron como criterios de importancia, poseer sistemas ganaderos con ganado de doble propósito, tener disponibilidad de tiempo y área para establecer los bancos forrajeros, tener la disponibilidad de participar activamente en el estudio y que pertenecieran a las 54 fincas de investigación e innovación tecnológica (FIIT), que ha venido desarrollando el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA).

Cuadro 2. Localización geográfica en sistemas ganaderos en los departamentos de Rivas y Carazo, Nicaragua

Departamentos	Municipio	Código del sistema	Productor	Longitud	Latitud	Altitud
				(UTM)	(UTM)	(msnm)
Rivas	Rivas	F1	Ana Martínez	626196	1262775	79
		F2	Humberto Brenes	625544	1255323	67
	Belén	F3	Omar Carmona	612955	1285460	80
		F4	Josué Puerto	618505	1275771	59
Carazo	La conquista	F5	Javier Toledo	590215	1295209	198
	La conquista	F6	Fernando Medal	588675	1307123	328
	La conquista	F7	Erika Meléndez	625637	1235352	127

**UTM= Universal Transversal de Mercator,

En el Cuadro 3, se muestra un análisis inicial del suelo en los sistemas ganaderos bajo estudios en donde el pH fue de 5.50 a 7.62 en las fincas, con contenidos de materia orgánica de 2.47 a 4.78 %, y nitrógeno de 0.12 a 0.24 %, el contenido de fósforo en el suelo es de 0.37 a 96.38 ppm, con 0.22 a 2.91 meq/100 g suelo de potasio intercambiable.

Petit-Aldana, J., Casanova-Lugo, F., Solorio-Sánchez, J., & Ramírez-Avilés, L (2010, p.8) indican que estos contenidos son considerados bajos, por lo que la incorporación de especies fijadoras de nitrógenos es de gran importancia para mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo. Este se tomó en consideración al momento de calcular la cantidad de compost suministrado a cada postura de siembra, en los bancos forrajeros.

Cuadro 3. Propiedades físico y químicas del suelo en los diferentes sistemas ganaderos en los municipios de los departamentos de Rivas y Carazo

Propiedades del suelo	Departamento de Rivas				Departamento de Carazo		
	Municipios				Municipios		
	Belén		Rivas		La conquista		
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
pH	5,63	7,62	6,46	6,19	6,43	6,31	6,20
MO (%)	4,78	4,04	2,99	3,41	3,78	2,47	3,83
N (%)	0,24	0,20	0,15	0,17	0,19	0,12	0,19
P (ppm)	3,60	96,38	14,07	12,92	0,37	1,12	5,97
K (meq/100 g suelo)	1,64	2,91	1,04	1,82	1,03	0,52	0,97
Textura	F_arc	Arc	Arc	F_arc	Arc	Arc	Arc

*F1- 7= Sistemas ganaderos, F-arc= Franco arcilloso, Arc= Arcilloso

4.2. Características climáticas de los sitios de estudio

El Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (2019), expresa que:

en el departamento de Carazo registra una precipitación promedio anual de 1750 mm y temperaturas promedio de los 25 a 30 °C, en lo concerniente al departamento de Rivas las precipitaciones promedio anuales es de 1500 mm y temperaturas en el rango de los 27 a 30 °C (INETER, 2019, citado por Araica *et al.*, 2020, p. 33).

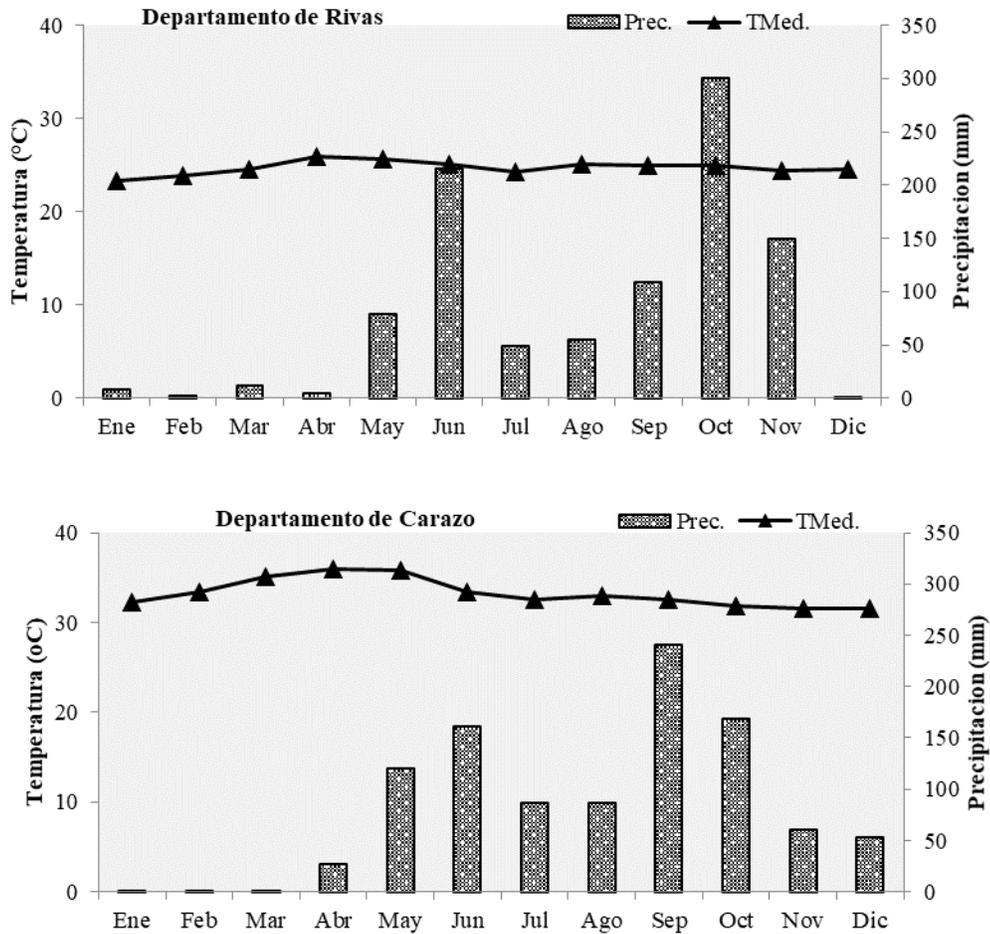


Figura 1. Climograma en los diferentes meses del año, considerando la precipitación (mm) y temperatura (°C), para los departamentos de Rivas y Carazo (Datos proporcionado por INETER, 2019)

4.3. Descripción del estudio

Se empleó un Diseño de Bloques Completo al Azar, en siete sistemas ganaderos las cuales sirvieron de réplicas. Los tratamientos consistieron en cuatro especies arbustivas forrajeras, las cuales fueron: *Leucaena leucocephala*, *Cratylia argentea*, *Gliricidia sepium*, y *Moringa oleifera*. En cada sistema se eligieron seis lotes de 360 m² (12 x 30 m) por especie. Se realizó siembra manual de plantas de 60 días de edad, a una distancia de 1 m entre postura e hileras, para un total de 50 plantas por replica en cada especie.

4.3.1. Establecimiento de la parcela en campo

Las especies arbustivas se establecieron en viveros (marzo, 2019) y se trasladaron al campo hasta los 60 días, fueron establecidas a una distancia de 1 metro entre plantas y surcos, para una densidad aproximada de 50 plantas por parcela. El manejo cultural durante la fase de establecimiento se limitó al control de malezas y fertilización orgánica. Las aplicaciones se realizaron al momento del establecimiento y a los 40 y 70 días, a una dosis de 0.908 kilogramos por planta. En todas las parcelas se cuantificó la cantidad de biomasa fresca, realizando cortes cada 8, 16, 24 y 32 semanas, durante la época seca y lluviosa. Se tomó una muestra de 250 gramos de biomasa comestible en cada corte la cual se envió al laboratorio de bromatología (Laboratorio químico S, A).

Para establecer los bancos forrajeros se preparó el suelo, de manera manual (chapia, y ahoyado). Al momento de la siembra se realizó fertilización orgánica con compost en cada postura, las aplicaciones se realizaron al momento del establecimiento (mayo 2019) y a los 40 y 70 días, a una dosis de 0.908 kilogramos por planta de compost. Cada una de las especies fue establecida en parcelas de 12 m x 30 m, dejando 1 m de borde para obtener una parcela útil de 360 m², las cuales se replicaron en cada uno de los sistemas. Para el establecimiento del ensayo se efectuó la preparación del suelo dos días antes de la siembra, mediante control de la vegetación espontánea por medio de control mecánico (Chapia, limpieza del área). El estudio duró 10 meses de (mayo 2019, a febrero, 2020).

4.4. Variables evaluadas

4.4.1. Parámetros químicos del suelo

Se realizaron análisis de macronutrientes (N, P, K) y pH, análisis de calcio y magnesio, en las instalaciones del laboratorio de suelos y agua (LABSA), de la Universidad Nacional Agraria.

Nitrógeno total (%): Se calculó por aproximación basada en el contenido de materia orgánica presente en el suelo, para ello se empleó el método de titulación con sulfato ferroso.

Fósforo (ppm): Se empleó el método de Olsen modificado, empleando un espectrofotómetro UV a una intensidad de luz de 880 nanómetros.

Potasio (meq/100 g suelo): Se implementó un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer (Analysis, 200), la preparación de las muestras (2.5 g de suelo), se utilizó el método de acetato de amonio.

4.4.2. Parámetros físicos del suelo

Se cuantifico el porcentaje de Arena, Arcilla, Limo y Densidad aparente de los suelos donde se establecieron los bancos forrajeros de leguminosas arbustivas. Para ello e enviaron muestras al laboratorio, se empleó el Método de Bouyoucos (USDA, 1996).

4.4.3. Características del follaje

Se determinó la cantidad de follaje producido, en cada una de las especies forrajeras evaluada para ello se cuantifico las siguientes variables.

Producción de follaje comestible fresco: Se cuantifico la cantidad de follaje producido en cada una de las especies forrajeras en los diferentes cortes realizados.

Producción de materia seca: Se determinó, tomando una muestra del material fresco y enviándolo al laboratorio para ser secado en horno a una temperatura de 65 grados centígrado por un periodo de 48 horas.

4.4.4. Calidad del follaje

Todas las muestras fueron secadas a 65 °C por 48 horas, las muestras secas se les realizó un análisis químico para su evolución empleando el procedimiento propuesto por AOCA (1990), la concentración de proteína cruda (PC) fue determinada usando el método Kjeldahl (AOAC, 1984). En lo concerniente al contenido de la Fibra detergente Neutra (FDN) se empleó lo descrito por Van Soest, P. V., Robertson, J. B., & Lewis, B. A (1991, p.3584).

4.4.5. Producción de leche

Para determinar los aportes de los bancos forrajeros a mejorar la calidad de vida de las familias productoras, se cuantificó la producción de leche, se tomaron cinco vacas en edad de lactancia con tiempo similar de parto, y raza, se cuantificó la producción de leche producida por las vacas al inicio del estudio, siendo el productor quien llevaba un registro diario de las mediciones hasta las 32 semanas (Mendieta-Araica, B., Spörndly, E., Reyes-Sánchez, N., Salmerón-Miranda, F., & Halling, M, 2013, p.5). El follaje proveniente de los bancos forrajeros se suministraba como complemento a la dieta de las vacas-

4.5. Procedimiento de obtención de muestras

La obtención de la muestra se efectuó mediante cortes de la biomasa aérea de la planta a una altura de 30 cm, empleando un machete. La biomasa fresca se separó para cada especie, se pesó para determinar el rendimiento de la biomasa fresca. A las que se le hizo un análisis químico. El promedio de peso se determinó mediante el peso de 5 plantas seleccionadas al azar, para cada especie en cada repetición.

Para determinar la diversidad florística arbórea asociada a los sistemas ganaderos bajo estudio se contabilizó con el acompañamiento del productor las especies presentes, para ello se realizó un recorrido por los potreros y cercos de las fincas.

4.6. Análisis de datos

Los datos se organizaron en una hoja electrónica, para su posterior análisis. Se efectuaron análisis de varianza, y separación de medias mediante la prueba de rango múltiple de Fisher y Tukey con un 95 % de confianza para las variables bajo estudio y estadística descriptiva para los árboles presente en los sistemas ganaderos. Para ello se emplearon el software InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2012).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Características del suelo

Al efectuar el análisis de varianza a las características físicas y químicas de las muestras de suelo extraídas en las fincas bajo estudio se determinó que existe diferencias altamente significativas entre los productores, sin embargo, la acidez (pH), fósforo (P), Arena, Arcilla no difieren en las diferentes profundidades de muestreo (Cuadro 4). Estudio efectuado por Norori (2014), menciona que el contenido de materia orgánica presente en el suelo depende del reciclaje de material vegetal, esto conlleva a mantener la fertilidad natural dándose un balance en sus propiedades físicas y químicas (p. 22).

Cuadro 4. Significación estadística ($Pr \leq 0.05$), de variables de fertilidad y manejo de los suelos, en los sistemas evaluados

Código	Variable	R ²	CV	Especie	Productor	Profundidad
Limo	Limo	0.78	18.68	0.1056	0.0001	0.1241
Arena	Arena	0.69	32.75	0.0001	0.0001	0.2764
Arcilla	Arcilla	0.88	9.13	0.005	0.0002	0.2054
Da	Densidad Aparente	0.75	15.86	0.9744	0.0125	0.0011
Nt	Nitrógeno total	0.49	27.95	0.2492	0.0001	0.0001
pH	acidez	0.58	5.22	0.0001	0.0295	0.8180
MO	Materia orgánica	0.49	27.67	0.2117	0.0001	0.0001
K	Potasio	0.72	28.48	0.6707	0.0001	0.0297
P	Fósforo	0.76	27.03	0.4516	0.0001	0.1639

R² = Coeficiente de Determinación. CV = Coeficiente de Variación (%), $Pr \leq 0.05$

En el Cuadro 5, se muestra el comportamiento de las propiedades físicas y química del suelo, en cada una de las especies bajo estudio en donde se determinó que, los valores de pH, oscilaron entre 6.23 y 6.45, siendo *Leucaena leucacephala*, en donde se encontró los niveles de mayor acidez, sin embargo, *Moringa oleífera* y *Cratylia argentea*, mostraron valores ligeramente ácidos. Las partículas de arena, limo y arcilla se agrupan a la vez en unidades de diferentes tamaños; estos son conocidos como agregados, las características de las partículas determinan la clase textural del suelo, el menor porcentaje de limo se cuantificó en la especie *Cratylia argentea*, y el menor porcentaje de arena en las parcelas establecidas con *Leucaena leucacephala*.

Cuadro 5. Significación estadística (Fisher=0.05), en las ubicaciones de los diferentes sistemas productivos, y elementos evaluados

Especie	Nombre Científico	pH		Arcilla		Limo		Arena	
		H ₂ O				%			
Marango	<i>Moringa oleifera</i>	6.45	a	54.56	a	31.00	ab	25.12	a
Cratylia	<i>Cratylia argentea</i>	6.44	a	39.56	b	29.26	b	24.86	a
Madero negro	<i>Glirisidia sepium</i>	6.27	ab	30.56	c	31.20	ab	19.60	b
Leucaena	<i>Leucaena leucacephala</i>	6.23	b	32.56	d	33.25	a	16.73	b

**Promedio con letra en común no difieren estadísticamente ($\alpha= 0.05$), pH=iones de hidrogeno libre

En cuanto al comportamiento en cada uno de los sistemas evaluados, se encontró que el pH se encuentra de ligeramente ácidos a ácidos siendo el sistema F1 quien muestra el mejor pH en el suelo, sin embargo, al analizar el contenido de materia orgánica, se encontró los sistemas F7, F6, F5 y F4 presentaron los mayores contenidos, en cuanto a la cantidad de fosforo los sistemas F1, F4 y F2 constaron con las mayores concentraciones. El contenido de potasio los sistemas F7, F6, F5 y F2 mostraron los mayores valores (Cuadro 6).

Las características físicas de los sistemas se determinaron que el contenido de limo es mayor en los sistemas F7, F6, F5 y F2 con porcentaje mayores al 30 %, al analizar la arena los sistemas F1, F3 y F4 contaron con porcentaje mayores, las fincas F5, F6 y F7, mostraron la mayor cantidad de arcillas. La densidad aparente en todo lo sistemas fue superior a 1 e inferior a 1.30. Las fincas son catalogadas con textura de Franco arcilloso a arcilloso, siendo la arcilla la partícula de mayor presencia en los agregados del suelo (Cuadro 6).

Cuadro 6. Separación de medias (Fisher=0.05), en los diferentes sistemas productivos y elementos evaluados

Código de sistema	pH	Materia orgánica	Nitrógeno (Nt)	Fosforo (P)	Potasio (K)	Limo	Arena	Arcilla	Da
	H ₂ O	%	%	ppm	meq/100g suelo			%	
F1	6.97 a	2.43 c	0.12 c	41.52 a	1.54 a	28.63 cd	33.34 a	37.60 b	1.14 ab
F2	6.56 b	2.72 bc	0.13 bc	24.61 a	1.06 ab	31.36 a-c	17.13 b	39.60 b	1.20 ab
F3	6.34 b	2.28 c	0.11 c	3.85 b	0.50 b	22.33 d	26.40 a	36.60 b	1.27 a
F4	6.22 bc	3.89 a	0.19 a	30.62 a	1.79 a	29.83 bc	28.07 a	37.60 b	1.08 b
F5	6.19 bc	3.78 a	0.18 a	5.69 b	0.35 b	36.00 ab	12.84 b	46.60 ab	1.20 ab
F6	5.96 c	3.27 ab	0.16 ab	2.35 b	1.09 ab	36.80 a	13.40 b	47.60 ab	1.08 b
F7	5.93 c	3.63 a	0.18 a	6.87 b	1.44 a	36.53 a	16.80 b	61.60 a	1.06 b

*Da= Densidad aparente

Un elemento de vital importancia en los sistemas agrícolas, es el fosforo que influye directamente en el crecimiento y desarrollo de la planta, por lo tanto, cuando existe una buena disponibilidad en el suelo, se obtendrán mayores rendimientos. Morán y Benavides (2015) reportan que:

el manejo que el productor realiza en sus áreas de producción condicionan el contenido de elementos minerales en el suelo, siendo el reciclaje una opción para mantener un equilibrio entre lo que se extrae y lo que se recicla después de efectuar la cosecha. Encontrando las mayores disponibilidades de este elemento en las fincas en donde se depositaba cobertura vegetal en el suelo (p. 29).

Al analizar las diferentes profundidades de muestreo se pudo determinar que el contenido de materia orgánica, nitrógeno, fosforo, potasio son mayores en los primeros 10 cm del suelo, a medida que se profundiza en el muestreo, disminuyen las cantidades y disponibilidad para la planta (Cuadro 7). En cuanto al contenido de Arena y Arcilla no mostraron diferencias significativas en las diferentes profundidades de muestreos efectuados.

Cuadro 7. Separación de media (Fisher= 0.05) en los diferentes niveles de muestreo en los sistemas evaluados

Profundidad	Materia orgánica	Nitrógeno	Fosforo	Potasio	Limo	Da
cm	%		ppm	meq/100g suelo	%	
0 - 10	3.50 a	0.17 a	21.82 a	1.37 a	32.33 a	1.12 b
10 - 20	2.58 b	0.12 b	15.89 ab	0.91 b	30.20 ab	1.1 b
20 - 30	2.42 b	0.12 b	9.40 b	0.85 b	29.09 b	1.29 a

*Da= Densidad aparente

5.2. Rendimiento de biomasa de especies forrajeras arbustiva evaluadas

Al evaluar las especies forrajeras se obtuvo un rendimiento en biomasa fresca por árbol y por hectárea, mediante la sumatoria de los cortes realizados el mayor peso en los tallos y hojas comestibles por árbol y por hectárea corresponde a *Moringa oleífera*, llegando a producir 1904 kg de tallos comestibles y 6391 kg de hojas por hectárea seguida de *Gliricidia sepium*, siendo *Cratylia argentea* en donde se obtuvieron los menores pesos (Cuadro 8).

Estudios realizados por Murgueitio, E., Rosales, M. y Gómez, M. E, (2003) mencionan que:

estas especies poseen un alto potencia como plantas forrajeras, así mismo Reyes y Mendieta (2018) reportan que *Moringa oleífera* y *Gliricidia sepium* tienen gran potencial en los sistemas ganaderos al ser empleadas como forraje. Esto se relaciona con la disponibilidad de nutrientes en el suelo disponible para las plantas (p. 17).

Cuadro 8. Separaciones de media (Tukey= 0.05), rendimiento de biomasa fresca de las especies forrajeras arbustivas evaluadas

Especies forrajeras	Tallos (g/árbol)	Hojas (g/árbol)	Tallos (kg.ha ⁻¹)	Hojas (kg.ha ⁻¹)
<i>Moringa oleífera</i>	190.47 a	20.99 a	1904.71 a	6391.4 a
<i>Gliricidia sepium</i>	42.07 b	20.5 a	420.75 b	1645.93 b
<i>L. leucecephala</i>	90.99 c	19.75 b	309.91 c	1542.8 c
<i>Cratylia argentea</i>	26.12 e	17.12 c	261.2 e	1428.71 d

*Media con la misma letra no presenta diferencias significativas

Al analizar los momentos de corte se encontró que a las 32 semanas se obtiene los mayores rendimientos tanto en tallos como en hojas comestibles, por lo que a mayor edad obtendremos mayor peso (Cuadro 9).

Cuadro 9. Separaciones de media (Tukey= 0.05), para el rendimiento de biomasa fresca de las especies forrajeras arbustivas evaluadas en diferentes momentos de cortes

Cortes	Variables							
	Tallos (g/árbol)		Hojas (g/árbol)		Tallos (kg.ha-1)		Hojas (kg.ha-1)	
8 semanas	23.33	d	98.48	d	233.39	d	984.83	d
18 semanas	50.47	c	205.15	c	504.79	c	2051.51	c
24 semanas	79.74	b	314.19	b	797.45	c	3141.95	b
32 semanas	100.96	a	385.11	a	1009.61	a	3851.15	a

*Media con la misma letra no presenta diferencias significativas

5.3. Valor nutricional de las especies forrajeras

En el Cuadro 10, se presenta la cantidad de proteína bruta de las especies utilizadas, encontrando diferencias significativas. Los niveles de proteína bruta son elevados en todas las especies y en los diferentes cortes evaluados. Siendo *Moringa oleífera* la especie que mostró los mayores niveles, seguida de *Leucaena leucocephala*. Según Araica *et al.*, (2020) el contenido nutricional puede ser afectado por las condiciones climáticas, tipo de suelo, fertilización y madurez de la planta (p. 33).

Al analizar los cortes sobresale los realizados a las 8 y 16 semanas para las especies mencionadas, siendo las hojas jóvenes que contienen un alto contenido proteico, por lo que se debe realizar esta actividad antes de que las hojas alcancen la madures.

Cuadro 10. Separaciones de media (Tukey= 0.05), para la cantidad de Proteína bruta en diferentes periodos de muestreo y especies forrajeras evaluadas

Especies	Cortes	
	Promedio (%MS)	Promedio (%MS)
<i>Moringa oleifera</i>	35.82 a	8 Semanas 32.29 a
<i>L. leucocephala</i>	30.90 b	16 Semanas 31.38 a
<i>Cratylia argentea</i>	26.48 c	24 Semanas 24.51 b
<i>Gliricidia sepium</i>	22.87 d	32 Semanas 20.51 c

*Media con la misma letra no presenta diferencias significativas

Los niveles de Fibra Neutro Detergente mostraron diferencias significativas en las especies evaluadas siendo *Cratylia argentea* que mostro el mayor valor, en lo referente a los momentos de corte se registran a las 32, 24 y 16 semanas (Cuadro 11). Cruz y Sánchez (2013) en estudios efectuados en ganado lechero hacen referencia que la Fibra Neutro Detergente es una estimación más precisa del total de fibra o pared celular en el alimento, cuantificando el volumen que ocupa el forraje en el tracto gastrointestinal, así mismo hace mención que la fibra juega un papel importante para mantener la funcionalidad del animal permitiéndole una buena salud y digestión (p. 41).

Estos mismos autores hacen alusión que la cantidad de fibra debe ser controlada al momento de elaborar las raciones a los animales manteniendo la ración entre 29 y 35%, ya que a mayor cantidad de fibra el ganado tarda mayor tiempo en el ingerirlo y digerirlo. Por lo que los valores promedios encontrados en el presente estudio se encuentran en este rango (Cuadro 11).

Cuadro 11. Separaciones de media (Tukey= 0.05), para la cantidad de Fibra Neutro Detergente en diferentes periodos de muestreo y especies forrajeras evaluadas

	Especies			Cortes	
	Promedio (%MS)			Promedio (%MS)	
<i>Cratylia argentea</i>	40.17	ab	8 Semanas	31.54	b
<i>Gliricidia sepium</i>	38.95	ab	16 Semanas	35.86	ab
<i>L. leucocephala</i>	33.12	bc	24 Semanas	37.89	a
<i>Moringa oleifera</i>	29.22	c	32 Semanas	41.75	a

*Media con la misma letra no presenta diferencias significativas

En cuanto a los contenidos de materia seca en tallos y hojas comestible *Moringa oleífera* y *Gliricidia sepium* superan a las demás especies evaluadas, con respecto a los momentos de corte del material vegetal contiene mayor cantidad de materia seca a las 24 semanas (6 meses) y 32 semanas (8 meses). Valles-De la Mora, B., Castillo-Gallegos, E., Ocaña-Zavaleta, E., & Jarillo-Rodríguez, J, (2014, p. 282) hace referencia que la edad de corte tiene efecto sobre la calidad del forraje, que se le puede proporcionar como forraje al ganado, obteniendo resultados similares al presente estudio (Cuadro 12).

Cuadro 12. Separaciones de media (Tukey= 0.05), para la cantidad de Materia Seca, en tallos y hojas comestibles, en los en diferentes periodos de muestreo y especies forrajeras evaluadas

	Especies					Cortes	
	Promedio Tallos (%MS)		Promedio Hojas (%MS)			Promedio Tallos (%MS)	Promedio Hojas (%MS)
<i>Moringa oleifera</i>	20.99 a		24.99 a		8 Semanas	17.10 c	20.13 c
<i>Gliricidia sepium</i>	20.50 a		25.25 a		16 Semanas	19.40 b	24.93 b
<i>L. leucocephala</i>	19.75 b		23.50 b		24 Semanas	20.79 a	25.20 a
<i>Cratylia argentea</i>	17.12 c		21.40 c		32 Semanas	20.80 a	25.20 a

*Media con la misma letra no presenta diferencias significativas

5.4. Análisis de componentes principales

Este análisis nos permite reunir toda la variación en una matriz de datos, en pocos ejes llamados componentes, de esta manera se visualiza la variación de cada variable en cada componente. En el Cuadro 13 se muestra una síntesis de los dos primeros componentes en cada uno de los factores bajo estudio. Al analizar el aporte por productores los dos primeros componentes aislaron el 86 % de la variación, siendo el pH, arena y limo quienes mayor aportan a la variación en el CP-1, en cambio en el CP-2 el potasio, densidad aparente y limo (Cuadro 13).

En cuanto a la profundidad de muestreo los dos primeros componentes aíslan el 100 % de la variación, en el CP-1, siete variables aíslan el 81 % de la variación, en el CP-2 aisló el 19 % de la variación, sobresaliendo la arena y el potasio como las variables que mayor aportan a esta variación. Al analizar las especies forrajeras, se determinó que los dos primeros componentes aíslan el 93 % de la variación. El CP-1 aisló el 77 %, siendo siete variables las que mayor aportan a dicha variación, en el CP-2 (16 %), la arcilla es la variable que mayor aportan a esta variación (Cuadro 13).

Cuadro 13. Síntesis del Análisis de Componentes Principales considerando los productores, profundidad de muestreo y especies evaluadas

No.	Variables	Productor		Profundidad		Especie	
		CP-1	CP-2	CP-1	CP-2	CP-1	CP-2
1	pH	0.43	0.03	0.32	0.40	-0.36	-0.24
2	MO	-0.38	0.26	0.34	-0.32	0.38	-0.05
3	N	-0.38	0.27	0.33	-0.33	0.38	-0.04
4	P	0.33	0.34	0.37	-0.03	-0.36	0.08
5	K	0.10	0.51	0.29	-0.47	0.27	-0.22
6	Arcilla	-0.24	-0.45	-0.36	-0.15	0.32	0.44
7	Limo	-0.39	0.17	0.36	-0.18	0.36	-0.26
8	Arena	0.41	0.19	0.28	0.49	-0.37	-0.20
9	Densidad Aparente	0.20	-0.47	-0.33	-0.33	-0.11	0.76
Autovalores		4	3	7	2	7	1
Proporción		0.49	0.36	0.81	0.19	0.77	0.16
Proporción acumulada		0.49	0.86	0.81	1.00	0.77	0.93

CP-1 = Componente Principal 1 (%), CP-2 = Componente Principal 2 (%)

En la Figura 2, se muestra la asociación existente entre las características del suelo y las especies forrajeras, se encontró que el contenido de nitrógeno, materia orgánica, potasio y limo están relacionado a *Leucaena leucacephala* y *Gliricidia sepium*, en cambio el fosforo disponible se asoció en mayor grado con *Cratylia argentea*, el contenido de arena y pH se asocian a *Moringa oleífera*.

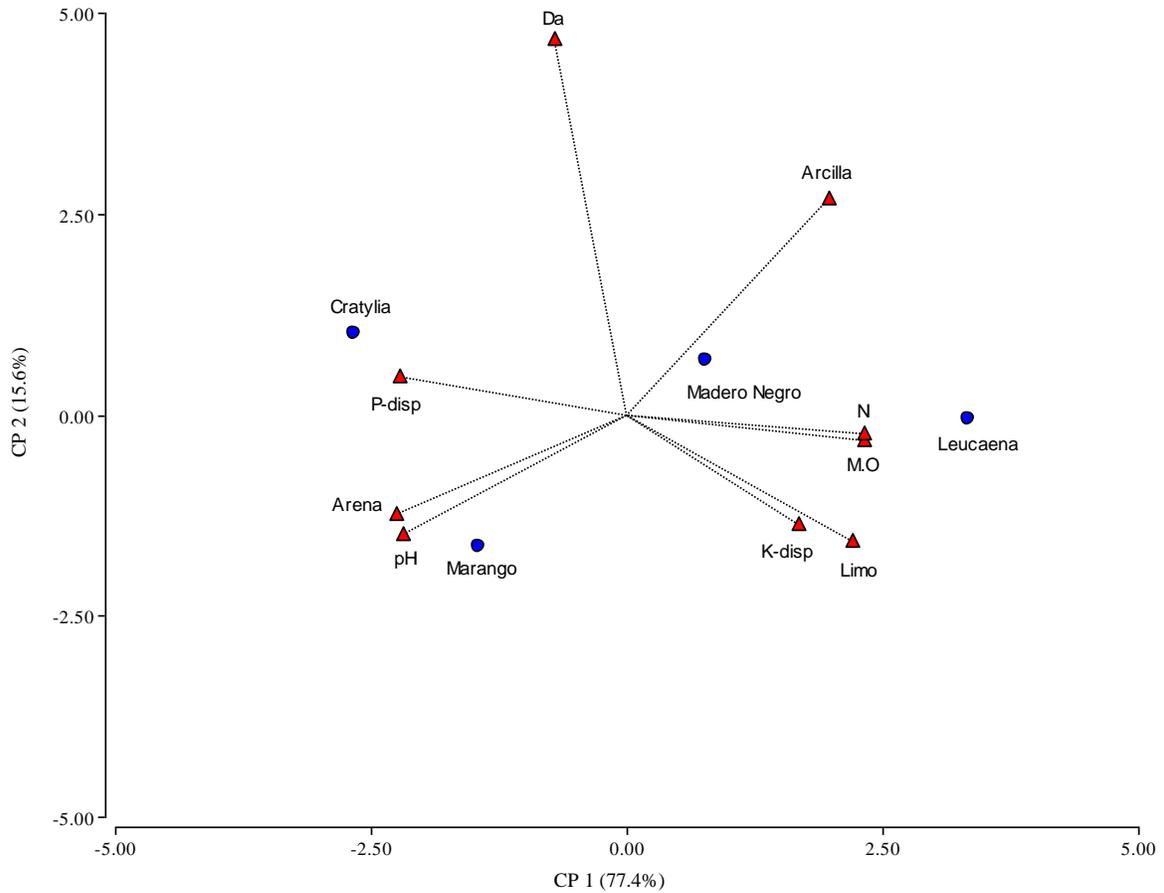


Figura 2. Proyección bidimensional de la relación de las especies forrajeras y las características físicas y químicas del suelo en los sistemas ganaderos evaluados

Al analizar el contenido nutricional en los diferentes estratos de muestreo, se encontró que el potasio, fósforo, nitrógeno, materia orgánica y limo, se encontraron los mayores valores a profundidades menores a los 10 cm, a profundidades entre los 10 y 20 cm, se asoció con el contenido de arena y pH, a mayor profundidad se relaciona con el porcentaje de arcilla y densidad aparente del suelo (Figura 3).

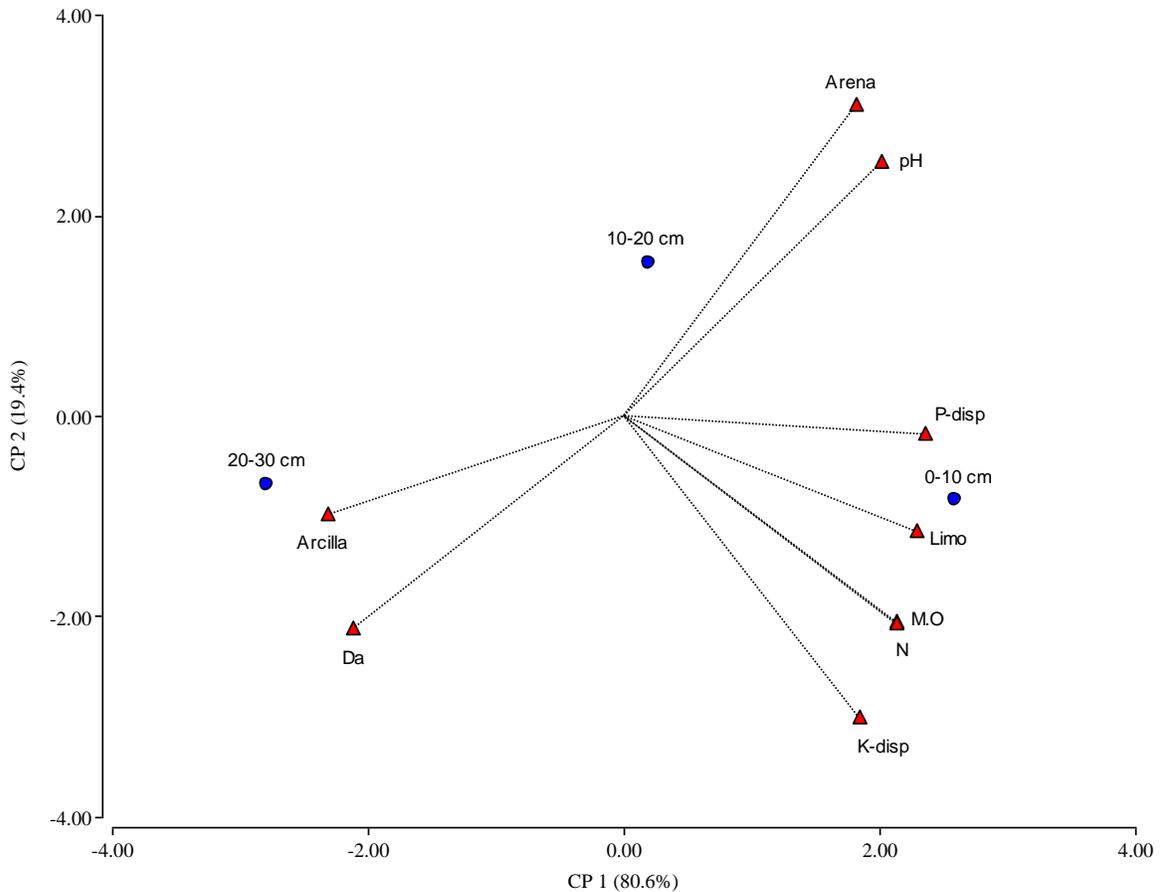


Figura 3. Proyección bidimensional de la relación de las profundidades de muestreo y las características físicas y químicas del suelo en los sistemas ganaderos evaluados

5.5. Especies de árboles encontrados en los sistemas ganaderos

Los árboles presentes en los sistemas ganaderos ejercen un papel importante para el bienestar animal, se realizó un inventario de los árboles que los ganaderos mantienen en sus fincas, las especies encontradas con mayor frecuencia son *Gliricidia sepium* (Jacq.), *Guazuma ulmifolia* Lam, *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC, *Albizia saman* (Jacq.) Muell, *Enterolobium cyclocarpum*, *Simarouba glauca* y *Manguifera indica*, las cuales representan el 54.2 % del total de los individuos. Así mismo podemos mencionar que dentro de los sistemas ganaderos existen otras especies menos comunes como *Cordia alliodora*, *Sideroxylon* spp, *Byrsonima crassifolia* y *Cedrela odorata* (Cuadro 14).

Cuadro 14. Especies de árboles encontrados en fincas ganaderas bajo estudio

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Frec	%
Acetuno	<i>Simarouba glauca</i>	Simaroubaceae	11	5.79
Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Fabaceae	2	1.05
Cedro Real	<i>Cedrela odorata</i> L	Meliaceae	4	2.11
Cortez	<i>Tabebuia ochracea</i>	Bignoniaceae	1	0.53
Falso Roble, Macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC	Bignoniaceae	13	6.84
Genízaro	<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Muell	Mimosaceae	12	6.32
Guácimo de Ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam	Sterculiaceae	23	12.11
Guanacaste de Oreja	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Fabaceae	11	5.79
Jiñocuabo	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Burceraceae	8	4.21
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae	9	4.74
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.)	Fabaceae	2	1.05
Madero Negro	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.)	Fabaceae	23	12.11
Mango	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	10	5.26
Nancite	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Malpighiaceae	7	3.68
Naranja Agria	<i>Citrus</i> spp.	Rutaceae	2	1.05
Neem	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	Meliaceae	2	1.05
Pochote	<i>Bombacopsis quinata</i> (Jacq.)	Malvaceae	2	1.05
Tigüilote	<i>Cordia dentata</i> Poir.	Boraginaceae	10	5.26
Mora	<i>Chlorophora tinctoria</i>	Moraceae	1	0.53
Guanacaste blanco	<i>Albizia caribaea</i>	Mimosaceae	3	1.58
Tempisque	<i>Sideroxylon</i> spp.	Sapotaceae	7	3.68
Níspero	<i>Manilkara zapota</i>	Sapotaceae	2	1.05
Otras especies	Otras especies	Varias	25	13.16

*Frec= Frecuencias; %= Porcentaje del total de individuos (n=190)

De acuerdo Gutiérrez y Mendieta (2018, p. 21), expresan que:

los productores prefieren especies maderables y frutales dentro de sus sistemas con la finalidad de diversificar sus ingresos al vender madera y aprovechar el follaje y fruto para alimentar el ganado (Cuadro 14). Los árboles dispersos en las fincas ganaderas brindan al productor mayores opciones en la alimentación del ganado principalmente en los ecosistemas secos en donde existe escases de forraje en las épocas secas.

5.6. Producción de leche empleando bancos forrajeros

La producción de leche promedio en Nicaragua es de $3.5 \text{ litros}^{-1}\text{vaca}^{-1}\text{día}^{-1}$. Rodríguez Chávez (2016) hace mención que:

para mantener la producción de leche se deben incorporar tecnologías en los sistemas ganaderos como el suministro de fuentes minerales al ganado y los bancos forrajeros. En el presente estudio se comparó la producción de vacas alimentadas con *Moringa oleifera* y *Gliricidia sepium* se determinó que existe un incremento de $0.94 \text{ litros}^{-1}\text{vaca}^{-1}\text{día}^{-1}$, al emplear *Moringa oleifera* esto representa en términos económicos aproximadamente C\$ 12 córdobas, lo que representa una ganancia del 22 % por vaca diariamente, esto posibilita la inversión dentro del sistema de producción por parte del productor (p. 80).

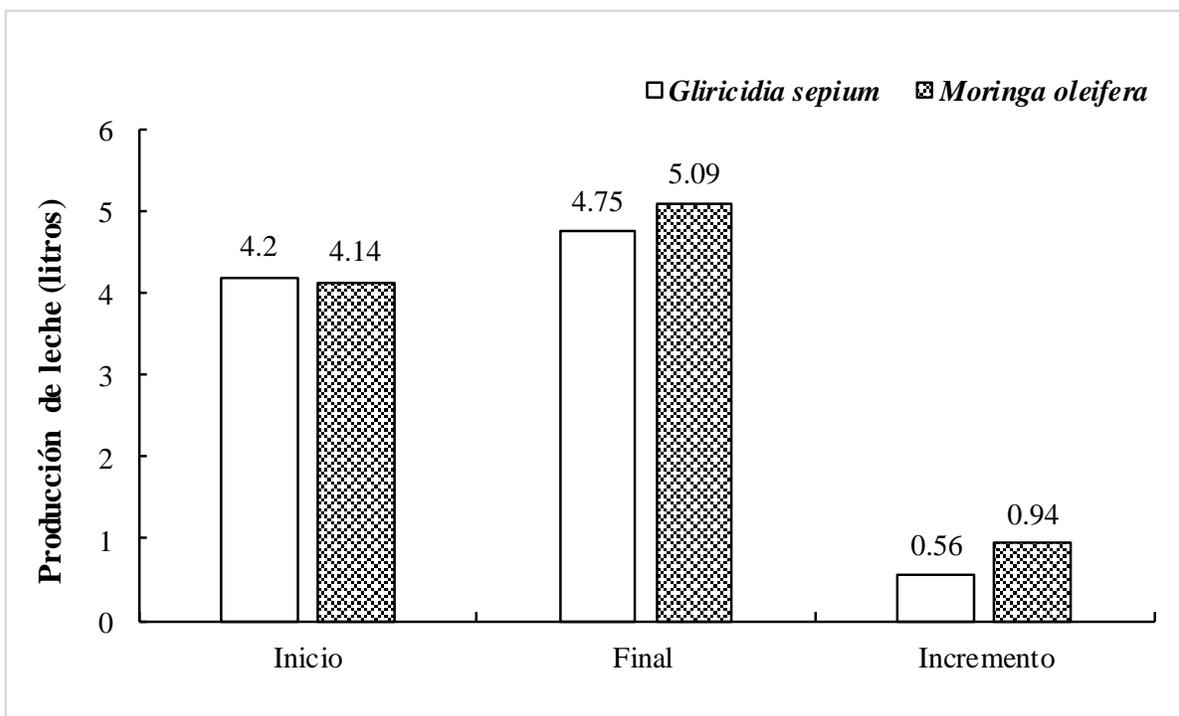


Figura 4. Producción de leche empleando especies forrajeras

VI. CONCLUSIONES

- Se encontró que, los contenidos nutricionales y de partícula del suelo fue variable, el pH se encuentra en valores de ácido a ligeramente ácido, los contenidos de arena oscilan entre los 16 y 34 %, Limo entre los 22 y 37 %, y Arcilla vario desde los 32 a 54 %. Los suelos son catalogados con textura franco arcillosas a arcillosos. El porcentaje de materia orgánica estuvo en el rango de 2.43 a 3.89 %, considerada adecuada, el contenido de nitrógeno fue bajo, la cantidad de fosforo fluctuó desde los 2.45 a 41.52 ppm y el potasio en el rango de 0.35 a 154 meq/100 g de suelo.
- *Moringa oleífera* mostro el mayor rendimiento en biomasa fresca de tallos y hojas comestibles por árbol y hectárea, el porcentaje de proteína bruta, materia seca tuvo un comportamiento similar para esta especie. La Fibra Neutro Detergente, *Gliricidia sepium* y *Cratylia argentea* presentaron los mayores valores, a los 24 y 32 semanas para estas variables.
- Se identificaron 22 especies de árboles, sobresaliendo *Guazuma ulmifolia*, *Gliricidia sepium* y *Albizia saman*, lo que representa una oportunidad para los ganaderos siendo *Guazuma ulmifolia* una especie de gran capacidad de rebrote el cual puede ser empleado como forraje al ganado.

VII. RECOMENDACIONES

- Continuar con las investigaciones a nivel de sistemas ganaderos, de manera participativa, y hacer mayor énfasis en las condiciones físicas y químicas del suelo. De acuerdo a la importancia que representa el recurso suelo en las unidades de producción es necesario continuar los estudios, para generar mayor información de la disponibilidad de los elementos minerales para las diferentes especies forrajeras.
- Realizar un inventario detallado de las especies de flora y fauna presentes en los sistemas ganaderos y el uso que los productores hacen de dichas especies tanto en la alimentación animal y en la generación de beneficios económicos y ambientales.

VIII. LITERATURA CITADA

- AOAC (1984) Official methods of analysis, 14th edn. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC
- AOAC (1990) Official methods of analysis, 15th edn. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg
- Araica, B. G. M., del Carmen Gutiérrez-Bermúdez, C., & Noguera-Talavera, Á. J. (2020). Composición trófica de la macrofauna edáfica en sistemas ganaderos en el Corredor Seco de Nicaragua. *Pastos y Forrajes*, 43(1), 32-40.
- Castañeda, N.P., F. Álvarez, J. Arango, L. Chanchy, G.F. García, V. Sánchez, A. Solarte, M. Sotelo, y C. Zapata. (2016). Especies vegetales útiles para sistemas silvopastoriles del Caquetá. CIAT, Cali, COL.911.
- Chávez-Suárez, Licet; Labrada-Hernández, Y. & Álvarez Fonseca, A. 2016. Macrofauna del suelo en ecosistemas ganaderos de montaña en Guisa, Granma, Cuba. *Pastos y Forrajes*. 39 (3):111-115.
- Correa, Y, T., Niño-Mariño, S. (2010). Evaluación de la calidad Nutricional de *Cratylia argentea* sometida a diferentes métodos de conservación, en el Piedemonte Llanero. Universidad de La Salle. Programa de Zootecnia. Bogotá, Colombia. 2010.
- Cruz, C., & Sánchez González, J. M. (2013). La fibra en la alimentación del ganado lechero. *Nutrición Animal Tropical Vol. 6 Núm. 1*.
- Cuervo-Jiménez, A., Narváez-Solarte, W., & Hahn von-Hessberg, C. (2013). Características forrajeras de la especie *Gliricidia sepium* (Jacq.) stend, fabaceae. *Boletín Científico, Museo de historia natural*, 17, 33-45.

- Delgado Rostrán, F. D. (2016). Características sociales, edáficas, diversidad florística arbórea en Unidades Familiares de Producción (UFP) en la comunidad Buena Vista, municipio de Las Sabanas, Madriz, 2015-2016. Universidad Nacional Agraria, Managua (Nicaragua). Facultad de Agronomía.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Espinoza, E. M. M., & Castellón, J. R. A. (2015). Tenencia de la tierra de acuerdo al IV CENAGRO de INIDE. *REICE: Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas*, 3(5), 140-162.
- Gallego, L. (2016). Evaluación agronómica y análisis productivo del botón de oro como suplemento alimenticio de vacas lecheras en trópico alto. Tesis MSc., Universidad de Antioquia, Antioquia, COL.
- Gallego-Castro, L., L. Mahecha-Ledesma, y J. Angulo-Arizala. (2017). Calidad nutricional de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A gray bajo tres sistemas de siembra en el trópico alto. *Agron. Mesoam.* 28:213-222. doi:10.15517/am.v28i1.21671.
- Gutiérrez, C., & Mendieta, B. (2018). Caracterización de sistemas ganaderos en seis municipios de Rivas y Carazo, Nicaragua. *La Calera*, 18(30), 14-25.
- Holguín, V. A., & Ibrahim, M. (2005). Bancos forrajeros de especies leñosas
- INETER. (2019). (Dirección General de Meteorología, Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). Datos climáticos de Carazo y Rivas. Managua, Nicaragua.

- Ledesma, L. M. (2002). El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 15(2), 226-231.
- Manríquez-Mendoza, L.Y., S. López-Ortíz, P. Pérez-Hernández, E. Ortega-Jiménez, Z.G. López-Tecpoyotl, y M. Villarruel-Fuentes. (2011). Agronomic and forage characteristics of *Guazuma ulmifolia* Lam. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 14(2):453-463.
- Mendieta-Araica, B., Spöndly, E., Reyes-Sánchez, N., Salmerón-Miranda, F., & Halling, M. (2013). Biomass production and chemical composition of *Moringa oleifera* under different planting densities and levels of nitrogen fertilization. *Agroforestry systems*, 87(1), 81-92.
- Moran Centeno, J. C., y Benavides-González, Á. (2015). Diagnóstico de suelos en cultivos de café (*Coffea arabica* L.), maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), comunidad de Santa Julia, El Crucero, Managua. *La Calera*, 15(24), 26-30
- Murgueitio, E., Rosales, M. y Gómez, M. E. 2003. Agroforestería para la producción animal sostenible. Cali, Colombia: CIPAV. 67p.
- Norori Mendoza, A. A. 2014. Diagnóstico del estado nutricional de los suelos en los Sistemas productivos de café (*Coffea arabica* L.), maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), en la comunidad de Santa Julia, El Crucero, Managua, 2014 (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria).
- Pérez, J. O., Guillén, R. J., Hernández, S. R., & Hernández, P. A. M. (2005). Uso de las leguminosas arbustivas en los sistemas de producción animal en el trópico. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 6(5), 1-19

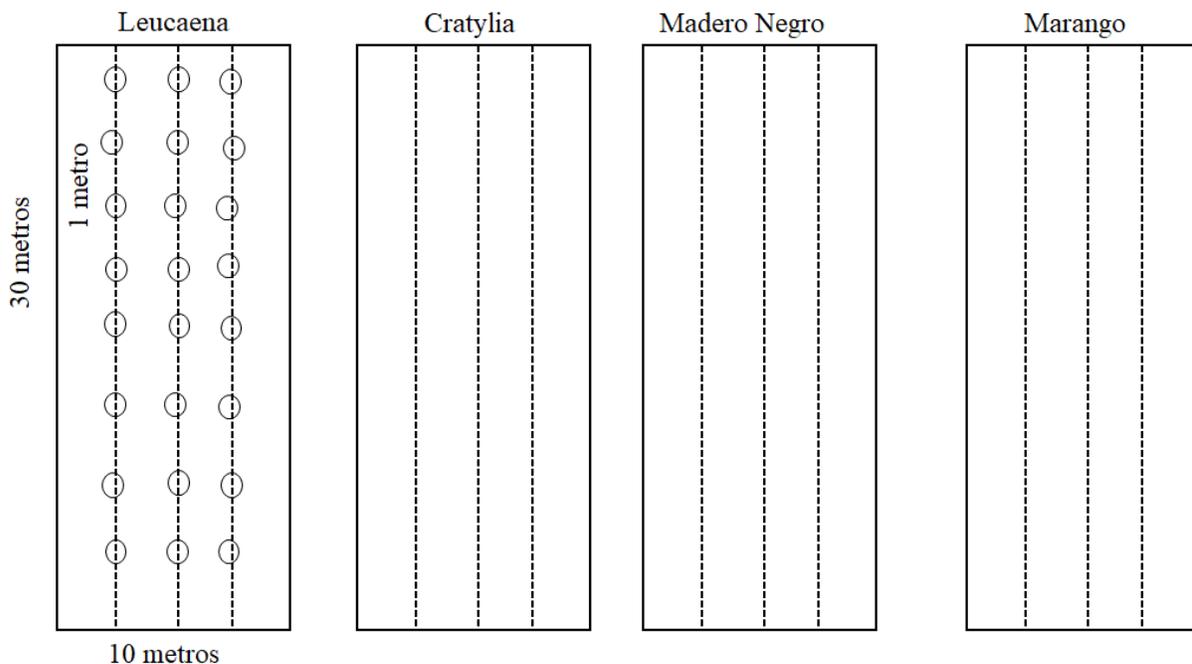
- Petit-Aldana, J., Casanova-Lugo, F., Solorio-Sánchez, J., & Ramírez-Avilés, L. (2011). Producción y calidad de hojarasca en bancos de forraje puros y mixtos en Yucatán, México. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 17(1), 165-178.
- Quintana, J.; Blandón, J.; Flores, A.; Mayorga, E. (1983). Manual de Fertilidad para los suelos de Nicaragua. Editorial Primer Territorio Indígena Libre de América Ithaca, Nueva York. Residencial Las Mercedes N° 19-A. Managua, NI. 60 p.
- Reyes Sánchez, N., & Mendieta Araica, B. (2017). Guía para el establecimiento y cultivo del marango (*Moringa Oleifera*).
- Rincón, A. (2005). Ceba de bovinos en pasturas de *Brachiaria decumbens* suplementados con caña de azúcar y *Cratylia argentea*. *Pasturas Trop.* 27(1):2-12.
- Rodríguez Chávez, D. T. (2016). *Caracterización de los ecosistemas ganaderos de doble propósito y su relación con el componente arbóreo, Río Blanco, Matagalpa, Paiwas, RAAS, Nicaragua 2011*. (Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria). Repositorio.una.edu.ni. <https://repositorio.una.edu.ni/3732/>
- Rosero, D. M.; Rosales, H. R.; Pérez, L. A. & Hernández, J. P. 2018. Población de macrofauna en sistemas silvopastoriles dedicados a la producción lechera: análisis preliminar. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida.* 27 (1):77-85.
- Solorio, F. J., & Solorio, B. (2008). Manual de manejo agronómico de *Leucaena leucocephala*. *Leucaena leucocephala*.
- USDA (United State of Department of Agricultural). 1996. Soil survey laboratory methos manual. Soil survey investigations Report N° 42. Versión 3. Washington, D.C.

Valles-De la Mora, B., Castillo-Gallegos, E., Ocaña-Zavaleta, E., & Jarillo-Rodríguez, J. (2014). *Cratylia argentea*: un arbusto forrajero potencial en sistemas silvopastoriles. Rendimiento y calidad de accesiones según las edades de rebrote y estaciones climáticas. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 20(2).

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

IX. ANEXOS

Anexo 1. Plano de campo empleado en el establecimiento de bancos forrajeros en sistemas ganaderos de doble propósito



Anexo 2. Formato de levantamiento de muestras de suelo

Municipio: _____ Finca: _____

Fecha de la evaluación: _____ Productor: _____

No. muestra	Especie forrajera	Profundidad (cm)		Peso de la muestra(gramos)
		15	30	

