



UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS DE LA COSTA CARIBE NICARAGÜENSE URACCAN

Monografía.

Sistema tradicional y silvopastoril con enfoque de agricultura, suelo y agua municipio de Siuna 2016

Para optar el título de Ingeniería en Zootecnia.

Autoras: Ayda Luz Jarquín Hernández
Aleyda Carolina Montalván Olivas

Tutor: MSc. Oscar Flores Pérez

Siuna, mayo 2017

**UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES
AUTÓNOMAS DE LA COSTA CARIBE
NICARAGÜENSE
URACCAN**

Monografía.

**Sistema tradicional y silvopastoril con enfoque de
agricultura, suelo y agua municipio de Siuna 2016**

Para optar el título de: Ingeniería en Zootecnia.

Autoras: Ayda Luz Jarquín Hernández
Aleyda Carolina Montalván Olivas

Tutor: MSc. Oscar Flores Pérez

Siuna, mayo 2017

A Dios Padre Todo Poderoso y a la Reyna Celestial Virgen María

Por la sabiduría, conocimiento, amor, paciencia, perseverancia, y la salud que me han brindado para ver mi sueño hecho realidad.

A mi padre, mi madre y mis hermanos(a)

Bayardo Montalván y Alba Luz Olivas por su apoyo incondicional, esfuerzo y sacrificio que siempre me han demostrado en los momentos más difíciles de mi vida y, así un día estar orgullosos de mi victoria llena de valores morales y espirituales.

A mis queridos abuelos, tíos, (as) primas(os).

Por su apoyo incondicional, esfuerzo y sacrificio que siempre me lo han demostrado en los momentos más difíciles de mi vida. Porque de una u otra manera han sido parte importante y también fuente de alegría para llegar a obtener mi sueño.

A todos mis compañeros de estudio y amistades que me motivaron y estuvieron presentes en los buenos y malos momentos en mi carrera profesional.

A mis maestras y maestros. Por su espíritu, entusiasmo, comprensión y amor de enseñarme día a día los conocimientos científicos y técnicos para el cumplimiento de mis objetivos para llegar a la meta.

A mi tutor MSc. Oscar Flores Pérez quien siempre me mostró paciencia, tiempo y me guio en el proceso de realización de esta investigación.

Aleyda Carolina Montalván Olivas.

A Dios por haberme prestado la vida, iluminar mi camino y la inteligencia necesaria para que mis sueños sean una realidad, de éxito y provecho para mi futuro y por poner en mi camino a personas especiales que han estado en todos los momentos de mi vida.

A mi mama Verónica Hernández, mi papa Guillermo Jarquín y mis hermanas y hermano por haberme dado su amor, comprensión, apoyo incondicional en todo momento para que pudiera culminar mi carrera, además por sus consejos para ser una buena persona cada día. A la familia Devis Miguel por el apoyo incondicional que me brindaron para que mi sueño fuera realidad.

A todos mis compañeros de estudio y amistades que me motivaron y estuvieron presentes en los buenos y malos momentos durante el aprendizaje y así también compartieron sus conocimientos.

Ayda Luz Jarquín H.

AGRADECIMIENTOS

Gracias padre celestial, por darnos la vida, la salud y la inteligencia para que nuestros sueños sean una realidad.

A nuestro tutor MSc Oscar Flores Pérez por su ardua labor, dedicación, apoyo, comprensión y tolerancia al realizar este trabajo monográfico, por compartir sus experiencias y conocimientos para hacer realidad este sueño.

A las y los docentes quienes por cinco años consecutivos compartieron el pan del saber, trabajando arduamente en nuestra formación, preparándonos a través de sus experiencias y conocimientos para desenvolvemos en el campo laboral y profesional.

A nuestros padres y hermanos por compartir el sacrificio, trabajo, pan de cada día, que por su compañía, amor y apoyo hemos logrado culminar nuestra carrera universitaria.

A compañeros de clases por acompañarnos en las alegrías, apoyarnos, tolerarnos en momentos difíciles y con sus ideas compartidas hacer más fácil la comprensión de los contenidos.

Ayda Luz Jarquín Hernández
y
Aleyda Carolina Montalván Olivas

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
III. MARCO TEÓRICO.....	4
3.1. Generalidades.....	4
3.2. Propiedades físicas y químicas del suelo en el sistema silvopastoril.....	6
3.3. Propiedades físicas y químicas del suelo en el sistema Tradicional.....	10
Textura.....	10
3.4. Biomasa del <i>Panicum maximum</i>	15
3.5. Biomasa del <i>Panicum maximum</i>	15
3.6. Costo / beneficio del establecimiento del sistema silvopastoril.....	16
3.7. Costo / beneficio del establecimiento del sistema tradicional.....	18
Sistemas de corte y pastoreo.....	18
3.8. Valorar el aporte del <i>Cajanus cajan</i> en la fertilidad del suelo.....	20
IV. METODOLOGÍA.....	22
4.1. Ubicación.....	22
4.2. Tipo de estudio.....	22
4.3. Universo. Todas las unidades productivas que tenían pasto Mombaza en un clima tropical húmedo.....	23
4.4. Marco Muestral. Comunidades con las que trabaja el proyecto Catholic Relief Service (CRS) en Siuna.....	23

4.5.	Diseño del estudio.....	23
4.6.	Unidad de análisis. Panicun maximun y Suelo.....	23
4.7.	Unidad de observación.....	23
4.8.	Criterios de inclusión.....	23
4.9.	Criterios de exclusión Unidades productivas que no tienen áreas de pastos establecidas.....	23
4.10.	Variables.....	23
4.11.	Fuentes y obtención de datos.....	24
4.12.	Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	24
4.13.	Etapas del estudio.....	24
4.14.	Procesamiento y análisis de la investigación.....	25
4.15.	Operacionalización de variables.....	25
4.16.	Aspectos éticos.....	26
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
5.1.	Las propiedades físicas y químicas del suelo en el sistema silvopastoril.....	27
5.2.	Las propiedades físicas y químicas del suelo en el sistema tradicional.....	29
5.3.	Estimar la biomasa producida del Panicun Maximun en el sistema tradicional.....	32
5.4.	Estimar la biomasa producida del Panicun Maximun en el sistema silvopastoril.....	32
5.5.	Costo / beneficio del establecimiento con Panicun Maximun y Cajanus cajan y el sistema tradicional.....	34
5.6.	Aporte del Cajanus cajan en la fertilidad del suelo en el sistema silvopastoril.....	37
VI.	CONCLUSIONES.....	38
VII.	RECOMENDACIONES.....	39
VIII.	Bibliografía.....	40
IX.	ANEXOS	47

INDICE DE TABLAS Y GRAFICOS

Páginas

3.2.1. Tabla Valores de densidad aparente.....	6
3.2.2. Tabla Clasificación de la materia orgánica para suelos agrícolas.....	7
3.2.3. Taba Clasificación del nitrógeno disponible.....	8
3.2.4. Tabla Clasificación del potasio disponible.....	8
3.3.1. Tabla Clasificación de la Textura.....	11
3.3.2. Tabla Valores de las propiedades químicas y físicas....	14
Tabla 7. Característica física del suelo.....	31
Grafico 8.Resultado de propiedades físicas y químicas del suelo.....	31
Grafico 9. Biomasa verde producida en ambos sistemas.....	33
Tabla 10. Costos en el acondicionamiento en ambas parcelas.....	36

INDICE DE ANEXO.

Anexo 1. Valores de Nutrientes en el suelo en los dos sistemas.

Anexo 2. Esquema de Diseño del sistema silvopastoril y tradicional.

Anexo 3.Formatos de campo.

Anexo 4. Formatos de laboratorio.

Anexo 5. Resultados en las propiedades físicas del sistema Tradicional.

Anexo 6. Foto sistema silvopastoril.

Anexo 7. Foto 2 sistema silvopastoril con un año de establecido.

RESUMEN.

Este estudio fue realizado en la comunidad San José Hormiguero, municipio de Siuna, Región Autónoma Costa Caribe Norte con el objetivo de comparar las propiedades físico-químicas del suelo en el sistema tradicional (*P. maximum*) de manejo de pasturas con el sistema silvopastoril (*P. maximum* y *Cajanus cajan*) con enfoque agricultura, suelo y agua (ASA)

El estudio fue cuasi – experimental con una variable fija categórica (Tratamientos) y una aleatoria (Respuesta a los tratamientos), además fue prospectivo y longitudinal, en cual se utilizó la técnica de la observación; se hicieron dos muestreos, el primero como línea base en las parcelas experimentales y la otra después de la siembra del *Cajanus cajan* (intervención) y el análisis estadístico se basó en la t student para muestras pareadas.

En cuanto a las propiedades físicas del suelo no se encontró suficiente evidencia sobre un posible efecto del *Cajanus cajan* en el suelo en ambos sistemas, ello no significa que lo tenga, pues, la densidad aparente y la textura requieren de intervención más prolongada en el tiempo. Sin embargo, la densidad aparente indica una calidad de suelo promedio (d.a = 1.2).

En cuanto a la diferencia en las propiedades químicas del suelo, los datos no mostraron suficiente evidencia, tanto para el sistema tradicional ($p = 0.10$) como para el sistema silvopastoril ($p = 0.29$). El fósforo tuvo incremento en ambos sistemas, la materia orgánica, incrementó (193.37%) únicamente en el sistema silvopastoril.

En cuanto a la biomasa en materia fresca en el sistema silvopastoril fue de 11,474 kg/ha, mientras que en el sistema

tradicional la biomasa en materia fresca fue de 1,050 kg/ha, siendo un mucho más baja.

Palabras claves: Propiedades físicas, propiedades químicas, biomasa, suelo

ABSTRACT

This study was carried out in the San José Hormiguero community, Siuna city, Autonomous Region of the North Caribbean Coast, with the objective of comparing the physical-chemical properties of the soil in the traditional system (*P. maximum*) of pasture management with silvopastoral system (*Panicum. maximum* and *Cajanus cajan*) with agriculture, soil and water (ASA)

The study was quasi - experimental with a fixed categorical variable (Treatments) and a random one (Response to treatments), in addition it was prospective and longitudinal, in which the technique of observation was used; Two samples were taken, the first one as base line in the experimental plots and the other after the *Cajanus cajan* (intervention) sowing and the statistical analysis was based on the t student for paired samples.

As to the physical properties of the soil, there was not enough evidence on a possible effect of *Cajanus cajan* on the soil in both systems, this does not mean that it has, therefore, the bulk density and texture require a longer intervention over time. However, the apparent density indicates an average soil quality ($d.a = 1.2$).

As for the difference in soil chemical properties, the data did not show sufficient evidence for both the traditional system ($p = 0.10$) and the silvopastoral system ($p = 0.29$). Phosphorus increased in both systems, organic matter, increased (193.37%) only in the silvopastoral system.

As for the biomass in fresh matter in the silvopastoral system was 11.474 kg / ha, while in the traditional system the biomass in fresh matter was 1,050 kg / ha, being a much lower.

Key words: Physical properties, chemical properties, biomass, soil.

I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo consiste en comparar pasto en monocultivos con pastos asociados con leguminosas (*Panicum Maximum* y *Cajanus cajan*), para valorar las posibles variaciones no solo en la producción de biomasa en los pastos, sino también, en las posibles mejoras en las propiedades físicas y químicas de los suelos.

Uno de los problemas en las unidades de producción, es el mal uso del suelo aunado a las prácticas inadecuadas de manejo de cultivos que conllevan a la erodabilidad por erosión hídrica y degradación generalizada del suelo, en cuanto a la fertilidad química, fertilidad física y fertilidad biológica. En la actualidad se trata de hacer prácticas más armoniosas con el ambiente y establecer sistemas que sean eco amigable con la vida, en general.

En Nicaragua, se han realizado estudios de sistemas silvopastoriles, en donde muchos ganaderos, agricultores y técnicos agropecuario conocen el valor nutricional de numerosas especies botánicas las cuales son a menudo recomendadas y adoptadas como fuentes de fibras y proteínas u otros nutrientes para el ganado. Especies leguminosas como: Leucaena, madero negro, gandul, Guanacaste, etc. (González, 2003, p.12)

En este sentido, la meta es desarrollar sistemas silvopastoriles modernos que mejoren la productividad del suelo, que sean resistentes al cambio climático y que contribuyan al mejoramiento de suelos en busca de un balance entre la producción de biomasa como alimento del ganado y la oferta de nutrientes del suelo y, según Botero (2010) es posible tener éxito en el montaje de un sistema de producción ganadero que sea sostenible espacialmente y temporalmente con oferta de beneficios armónicos entre lo social, lo ecológico y lo económico.

En esta investigación ha generado información técnica sobre el asocio de leguminosa con gramínea y puede ser utilizada por estudiantes, investigadores y por los productores agropecuarios, cada uno desde sus aceras aportando al mejoramiento de sistemas de producción de forrajes y mejoras en las propiedades físicas y químicas del suelo con establecimientos de sistemas silvopastoril que contribuyan a la conservación del suelo y del agua.

La información edafológica hace posible no solamente una selección sabia de los cultivos, la adaptación de prácticas de manejo de acuerdo con las condiciones físico-químicas del suelo y otras aplicaciones agrícolas, sino que también contribuye a lograr una mayor planificación del desarrollo económico en general. (Uribe, 2007, pág. 5)

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Comparar el sistema tradicional (*Panicum maximum*) de manejo de pasturas con el sistema silvopastoril (*Panicum. maximum* y *Cajanus cajan*) con enfoque agricultura suelo y agua.

2.2. Objetivos específicos

- ✓ Identificar las propiedades físicas y químicas del suelo en el sistema silvopastoril.
- ✓ Identificar las propiedades físicas y químicas del suelo en el sistema Tradicional.
- ✓ Estimar la biomasa producida del *Panicum maximum* en el sistema tradicional.
- ✓ Estimar la biomasa producida del *Panicum maximum* en el sistema silvopastoril
- ✓ Cuantificar el costo / beneficio del establecimiento con *Panicum maximum* y *Cajanus cajan* y el sistema tradicional.
- ✓ Valorar el aporte del *Cajanus cajan* en la fertilidad del suelo.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Generalidades.

Sistema tradicional:

Sistema de producción basado en conocimientos y prácticas indígenas, que han sido desarrollados a través de muchas generaciones. (Restrepo, 2015, pág. 15)

Silvopastoril

Los sistemas silvopastoriles es una opción para la explotación pecuaria que interactúan plantas leñosas perennes, pastos y animales bajo un sistema de manejo integral que ayuda a contrarrestar los impactos negativos que genera los sistemas tradicionales, así también reducir la dependencia de insumos externos y producir diversos productos sin deteriorar el recurso suelo. (Giraldo, 2014, pág. 10)

Propiedades químicas del suelo:

Se define como aquella parte de la ciencia del suelo que estudia la composición, las propiedades y las reacciones químicas de los suelos, y corresponden fundamentalmente a los contenidos de diferentes sustancias importantes como micro y macro nutrientes. (Aguero, 2015, pág. 5)

Propiedades físicas del suelo.

Determina en gran medida, la capacidad de muchos de los usos a los que el hombre los sujeta. Determinan la rigidez, el sostenimiento la facilidad de penetración de las raíces, aireación, drenaje, plasticidad y retención de nutrientes. Las propiedades son: textura, estructura, color, densidad aparente y porosidad. (Aguero, 2015, pág. 8)

Cajanus cajan

Es una leguminosa arbustiva erguida de 1,5 a 2,5 m de altura. Hojas trifoliadas con glándulas pequeñas en la superficie. Racimos axilares hasta de 10 cm de longitud, flores amarillas, a veces con estrías rojas. Vaina rojiza comprimida y aguda, con varias semillas globosas o comprimidas. Tiene la tolerancia a la sequía. Contiene alto nivel de proteína bruta oscila entre 15 a 22%, se utiliza para el banco de proteína Instituto Nacional Tecnológico. (INATEC, 2009, pág. 15)

El sistema radicular es profundo y alcanza hasta 3 metros, lo que le permite subsistir en condiciones de sequía extrema y tiene capacidad de fijar una elevada cantidad de nitrógeno en el suelo, su raíz permite descompactar suelos. (Rodríguez M. , 2009, pág. 29)

Pasto Mombaza (*Panicum máximum*):

Es una gramínea perenne de gruesos macollos, sus tallos alcanzan hasta 1.30 m de altura, con abundante producción de hojas (82% de la planta) y una baja cantidad tallo (18% de la planta), posee hojas largas sin pubescencia, sus entrenudos son levemente rojizos y sus tallos son suaves, la proteína bruta oscila entre 10 a 14%. Instituto Nacional Tecnológico (INATEC, 2009, pág. 12)

El Mombaza es uno de los cultivares de la especie *Panicum máximum*; los pastos de esta especie requieren suelos de fertilidad media a alta, se desarrollan mejor en terrenos con un contenido de materia orgánica mínimo de 2%, con textura desde arenosa hasta arcillo-arenosa, incluso en suelos pedregosos, pero con buen drenaje y sin problemas fuertes de acidez, con pH mínimo de 5.5. Estos pastos son capaces de resistir altas temperaturas y sequías muy prolongadas de hasta 7 meses. (García, 2014, pág. 6)

3.2. Propiedades físicas y químicas del suelo en el sistema silvopastoril.

Propiedades físicas.

La densidad aparente de un suelo está afectada por 3 factores: textura, estructura y la cantidad de materia orgánica.

Los árboles en sistemas agroforestales cumplen funciones ecológicas de protección del suelo disminuyendo los efectos directos del sol, el agua y el viento (Montagnine et al., 1992; Fassbender H.,1993). También pueden modificar las características físicas del suelo como su estructura (por la adición de hojarasca, raíces y tallos incrementan los niveles de materia orgánica), la capacidad de intercambio catiónico y la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio (Yung,1989). El sistema radicular extendido y profundo aumenta el área disponible para captar agua y nutrientes. (Sadeghian, Rivera, & Gómez, 1998)

Textura, como regla general tenemos que los suelos de textura fina tienen mayor volumen de poros, por lo tanto, los suelos arcillosos tendrán una densidad aparente menor que los arenosos. Los suelos arcillosos poseen densidades aparente que varían entre 1.0 y 1.3 mientras que los arenosos oscilan entre 1.2 y 1.6 g/cm³. (Ortiz, 2000, pág. 88)

Tabla 1. Valores de densidad aparente.

	Unidad de medida	Media	Mínimo	Máximo
Rango	g/cm ³	0.9 - 1.8	< 1	>1.8
Valoraciones		Óptimo	Esponjoso	Compactado

Fuente: (EcuRed, 2010, pág. 13)

La densidad aparente del suelo es un buen indicador de importantes características del suelo, tales como porosidad, grado de aireación y capacidad de drenaje. En un tipo de suelo los valores bajos de densidad aparente implican suelos porosos, bien aireados y con buen drenaje. Por otro lado, si los valores son altos, quiere decir que el suelo es compacto o poco poroso, que tiene poca porosidad en su composición, que la infiltración del agua es lenta, lo cual puede provocar anegamientos. (Hurtado, 2001, pág. 5)

Propiedades químicas

Materia orgánica

Son los residuos de plantas y animales descompuestos, da al suelo algunos alimentos que las plantas necesitan para su crecimiento y producción, mejora las condiciones del suelo para un buen desarrollo de los cultivos. De la materia orgánica depende la buena constitución de los suelos un suelo de consistencia demasiada suelta (Suelo arenoso) se puede mejorar haciendo aplicaciones de materia orgánica (Compost), así mismo un suelo demasiado pesado (suelo arcilloso) se mejora haciéndolo más suave y liviano mediante aplicación de materia orgánica. (Argüelles, 2010, pág. 2)

Tabla 2. Clasificación de la materia orgánica.

Rango (%)	Clasificación
< 2	Pobre
2 – 4	Medio
> 4	Alto

Fuente: (Castillo, 2005, pág. 19)

El nitrógeno: esta disponibilidad en los suelos depende del contenido de materia orgánica. La deficiencia se verifican con mayor frecuencia en suelos degradados por su manejo inadecuado y con baja disponibilidad de materia orgánica, en

condiciones desfavorables a los proceso de mineralización. La práctica de quema de rastrojos ha acentuado la deficiencia de materia orgánica en la mayoría de los suelos. (Castillo, 2005, pág. 19)

Tabla 3. Clasificación del nitrógeno disponible

Rango (%)	Clasificación
< 0.07	Pobre
0.07 – 0.15	Medio
> 0.15	Alto

Fuente: (Castillo, 2005, pág. 19)

Fósforo disponible en los suelos. Los suelos de Nicaragua contienen cantidades medias y bajas de fósforo disponible. El análisis de 4,867 muestras de suelos de Nicaragua, indica que el 36.8% contienen menos de 10 ppm. Por tanto, la fertilización fosfórica debe ser una práctica a considerarse. (Castillo, 2005, pág. 19)

Tabla 4. Clasificación del fósforo disponible

Rango (ppm)	Clasificación
<10	Pobre
10 – 20	Medio
>20	Alto

Fuente: (Castillo, 2005, pág. 20)

Potasio.

El análisis de 4,867 muestras de suelo indicó que el 82 % de los suelos de Nicaragua contienen más de 0.5 Meq/100g de suelo, solamente un 4.4% contiene menos de 0.2 Meq /100 g de suelo. En suelos donde la disponibilidad de este nutrimento es mayor de 1.5 Meq/100g se ha presentado desbalance nutricional, donde la fertilización con potasio ha inducido deficiencia de Mg. (Castillo, 2005, pág. 20)

Tabla 5. Clasificación del potasio disponible

Rango (Meq/100g suelo)	Clasificación
< 0.2	Pobre
0.2 – 0.3	Medio
> 0.3	Alto

Fuente: (Castillo, 2005, pág. 20)

Este estudio consistió en ver los aportes que da el sistema silvopastoril al suelo, teniendo como resultado: los sistemas silvopastoriles cuentan con tres importantes pasos que benefician y permiten mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo; el primero de ellos está conformado por el pasto que aporta el cubrimiento permanente del suelo reduciendo así el impacto del viento y la lluvias, y el segundo y tercero se conforma por los arboles leguminosos que incorporan al suelo nitrógeno atmosférico aumentando la protección solar y su fertilización sin la necesidad de utilizar fertilizantes químicos ya que muchas veces solo ocasionan el deterioro del medio ambiente más rápidamente. (Jimenez, 2012, pág. 13)

Recurso de suelo: los suelos del municipio de Siuna generalmente son suelos de color rojo, ricos en óxido de hierro, arcillosos y con pH ácidos, ricos en arcillas y muy bajos en contenido en materia orgánica y por consiguiente de fertilidad baja. (Mejia, 2007, pág. 13)

El uso de abono verde del gandul es una práctica frecuente en la agricultura sostenible tanto por la riqueza del material orgánico que se aporta al suelo, como por su contribución al control de la erosión, la reducción de malezas y la conservación de la humedad, mantener o mejorar las características del suelo como las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. Las condiciones físicas son mejoradas como resultado de la adición de materia orgánica la cual promueve la formación de los agregados del suelo. Las raíces

también ejercen un efecto mecánico benéfico pues, al profundizar dentro del perfil, contribuyen al rompimiento de las capas duras del suelo. Por otro lado, mantener el suelo con una cobertura vegetal ayuda a reducir el efecto erosivo de las lluvias disminuyendo las pérdidas de suelo y los nutrientes en el sistema. (Anacafe, 2007, pág. 10)

3.3. Propiedades físicas y químicas del suelo en el sistema Tradicional.

Propiedades físicas.

Las principales propiedades físicas del suelo son el color, la textura, la estructura y las relacionadas con la capacidad de retención de agua en el suelo.

Textura.

El suelo está constituido por partículas de diferente tamaño. Básicamente todas aceptan los términos de grava, arena, limo y arcilla, pero difieren en los valores de los límites establecidos para definir cada clase. Definimos textura del suelo como la relación existente entre los porcentajes de las diferentes fracciones (arena, limo y arcilla) (Guerrero, 2016, pág. 3). Las combinaciones posibles de estos porcentajes pueden agruparse en unas pocas clases de tamaño de partículas o clases texturales. (Alvarado, 2014)

En edafología las partículas de un suelo se clasifican en elementos gruesos (tamaño de diámetro superior a 2 mm) y elementos finos (tamaño inferior a 2 mm). Estos últimos son los utilizados para definir la textura de un suelo. (Ortiz, 2000, pág. 18)

Tabla 6. Clasificación de la Textura.

Fracción de Suelos	Diámetro límites (mm)
Arena muy gruesa	2.00 a 1.00
Arena gruesa	1.00 a 0.50
Arena media	0.50 a 0.25
Arena fina	0.25 a 0.10
Limo	0.10 a 0.05
Arcilla	0.05 a 0.002

Fuente: (Ortiz, 2000, pág. 19)

En general se puede decir que los suelos arenosos tienen buena aireación, son fáciles de labrar, son deficientes en nutrientes para las plantas, con baja retención de agua ya que se desecan con facilidad y son muy permeables. En los suelos limosos se producen efectos de impermeabilidad y mala aireación, carecen de propiedades coloidales y no tienen apenas la posibilidad de formar agregados. (Aguero, 2015, pág. 18)

Densidad aparente

La densidad aparente refleja el contenido total de porosidad en un suelo y es importante para el manejo de los suelos (refleja la compactación y facilidad de circulación de agua y aire (Barbosa, 2017, pág. 24)

El pisoteo animal, tiene como resultado final su efecto en la compactación del suelo, lo cual termina afectando el hábitat de las raíces, microorganismos y la productividad de los pastos, ya que el suelo reduce su capacidad para retener agua y suministrar oxígeno. Además, la compactación del suelo puede originar o acelerar otros procesos de degradación del suelo, como la erosión o los deslizamientos de tierras, ya que, al reducir la capacidad de infiltración, incrementa la escorrentía en los terrenos con pendiente. (Salas & Cabalceta, 2010, pág. 80)

La presencia de una capa compactada hace que la capa superior del suelo sea más proclive a la saturación hídrica y, por ende, más pesada permitiendo su deslizamiento. (Salas & Cabalceta, 2010, pág. 12)

Varios autores coinciden al reportar que el crecimiento de los pastos se ve reducido por la compactación del suelo ya que reduce la tasa de rebrotes e incrementa el número de malezas. (Salas & Cabalceta, 2010, pág. 13)

Este estudio realizado en diferentes pastizales demuestra que la inadecuada utilización de los suelos en pastizales tiene como consecuencia daños en la parte física y química del suelo: Física: endurecimiento, desertización, erosión, erosión hídrica, erosión eólica y pérdida de materia orgánica. (Miliarium Aureum, S.L, 2004, pág. 20)

Propiedades químicas.

Materia orgánica.

Las fuentes de materia orgánica son los residuos de cultivos, abono animal y verde, compost y otros materiales orgánicos. La pérdida de materia orgánica obedece a la menor presencia de organismos en descomposición o un aumento de la descomposición como resultado de modificaciones en factores naturales o antropogénicos. La materia orgánica es un componente esencial de un suelo sano; la pérdida de materia orgánica da lugar a suelos degradados. (Aguero, 2015, pág. 10)

Química: disminución de la fertilidad, desequilibrio elemental, acidificación y pérdida de macros y micros nutrientes. (Miliarium Aureum, S.L, 2004, pág. 20)

Este estudio señala que los pastizales sobre pastoreado significan para el suelo desolación, erosión, compactación y ganado desnutrido. La desertificación se produce como consecuencia del inadecuado manejo y de la cosecha indiscriminada de recursos, lo que genera una pérdida masiva de la información del ecosistema en términos de especies animales, vegetales, compuestos químicos y estructura del suelo, lo que se traduce en disturbios progresivos que reducen cada vez más su productividad y estabilidad. (Padilla, 2016, pág. 30)

La pérdida de los diferentes componentes del suelo, debido al mal manejo están ocasionando la degradación de los pastos y la baja fertilidad de los suelos, la alta presión de pastoreo, la agresividad de plantas invasoras, las fuertes sequías y ataque de plagas y enfermedades, la pobre adaptación de las especies introducidas, las deficiencias en los sistemas de establecimiento y manejo de las pasturas, el uso limitado de la fertilización, la ausencia de leguminosas, las políticas inadecuadas de desarrollo de los pastos y la deficiente generación y transferencia de tecnologías pecuarias. (Padilla, 2016, pág. 31)

Con respecto al fósforo se presenta una diferencia considerable con respecto al banco mixto el cuál involucra una especie leguminosa como es la *E. edulis*. Primavesi 1987 dice que existe una movilización potencial del fósforo en la rizósfera por micro organismos como bacterias (*Aerobacter*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Azospirillum*), hongos (*Aspergillus*, *Alternaria* y *Penicillium*) y las micorrizas son las más estudiadas. También la disponibilidad de fósforo puede estar ligada a leguminosas herbáceas y las cuales movilizan cantidades apreciables por ejemplo caupí (*Vigna sinensis*) y kudzú (*Pueraria phaseoloides*) y árboles como matarratón (*Gliricidia sepium*) (Gómez M. E. 1993) y pízamo (*E. fusca*) (Rodríguez L 1992). (Sadeghian, Rivera, & Gómez, 1998)

Tabla 9. Valores de las propiedades químicas y físicas.

Parámetro	U/M	Rangos medios	Media	Mínimo	Máximo
pH	-	5.5 – 6.5	5.95	5.20	6.80
Materia orgánica	%	1.9 – 4.2	7.71	0.81	10.97
nitrógeno	Ppm	0.03 – 0.2	0.39	0.04	0.55
Fósforo	Ppm	11 – 20	19.31	4.30	91.90
Potasio	Meq/100g	0.3 – 0.6	0.52	0.20	1.40
Calcio	Meq/100g	4.1 – 20	11.17	3.60	23.30
magnesio	Meq/100g	2.1 – 10	1.90	0.30	6.50
Hierro	Ppm	11 – 100	118.64	60.80	162.60
Cobre	Ppm	3 – 20	13.34	6.20	26.80
Zinc	Ppm	3.1 – 10	2.96	1.20	8.20
Manganeso	Ppm	6 – 50	7.13	2.40	28.30
Densidad aparente	g/ml		0.9 – 1.4 Óptimo	< 1 esponjosos	> 1.4 Compactados

Fuente: (Bolaños, Castillo, & Oviedo, 2014, pág. 10)

3.4. Biomasa del *Panicum maximum*.

Sistema tradicional

Estudio realizado en *Panicum maximum* cv Mombaza bajo tres frecuencias de cortes (15, 22 y 30 días) y su efecto sobre la producción de materia verde y materia seca en condiciones con y sin árboles. Tiene como resultado: en cortes cada 15 días, la condición sin árboles produjo en promedio 1,481 kg/ha de materia verde y 105 kg ha seca; en cortes cada 22 días se obtuvo mayor producción en el orden de 3,771 Kg/ha de materia verde y 843 Kg/ha de materia seca, para la condición sin árboles; terminando en los cortes de 30 días en la que obtuvo en promedio 5,925 Kg ha de materia verde y 1,775 Kg/ha de materia seca, para una mayor producción en la condición sin árboles. (Díaz & Manzanares, 2006, pág. 5).

El *Panicum maximum* bajo condiciones naturales puede llegar a producir aproximadamente de 10,000 a 12, 000 kg/ha de forraje fresco por año. (Marlovi, 2014, pág. 12)

3.5. Biomasa del *Panicum maximum*.

Sistema silvopastoril.

Estudio realizado en adaptación y productividad de seis gramíneas forrajeras en Puerto Díaz, Chontales, Nicaragua, 2007. Tiene como resultado de peso fresco: El cultivar *Panicum máximo* cv Tanzania obtuvo una producción media de 12,866 kg/ha seguida del cultivar Mombaza con 13,598 k g/ha, *Brachiaria brizantha* cv. Toledo llegó a producir 12,133 Kg/ha de forraje fresco. Los cultivares de *Brachiaria brizantha* cv Toledo y Marandú pueden llegar a producir 8,250 kg/ha y 10,000 kg/ha respectivamente en un clima húmedo con precipitaciones altas. (Miranda, 2009, pág. 20)

Otro estudio demuestra que la asociación de *Panicum máximum* con leguminosas produce un ensilaje de buena calidad. Producción de materia verde 80,000 a 90,000 kg/ha/año Proteína bruta 10 a 14 % Palatabilidad buena (Meyer & Pérez, 2011, pág. 24)

Con sistemas de fertilización, se han alcanzado niveles de producción de (150,000 – 200,000 kg de MV/ha /año) .En cuanto a suelo se requiere condiciones de pH de 6 a 8 y bien drenados, una precipitación de 900 a 2000 mm y temperatura de más de 18 grados centígrados. (Rodríguez M. , 2009, pág. 41)

Panicum maximum, es un pasto que se desarrolla muy bien y crece en macollas, se asocia bien con otros pastos y leguminosas tropicales, resiste alas sequias y tiene un alto contenido de nutrimentos cuando es joven puede rendir hasta 122,000 kg de materia verde por hectárea.

3.6. Costo / beneficio del establecimiento del sistema silvopastoril.

Costo.

Un sistema silvopastoril (SSP) es aquel uso de la tierra y tecnologías en que leñosas perennes (árboles, arbustos, palmas y otros) son deliberadamente combinados en la misma unidad de manejo con plantas herbáceas (cultivos, pasturas) y/o animales, incluso en la misma forma de arreglo espacial o secuencia temporal, y en que hay interacciones tanto ecológicas como económicas entre los diferentes componentes. (Lombardo, 2016, pág. 1)

Diseño y distribución de los árboles: se debe considerar el objetivo de producción maderera y tener en cuenta que, a mayor espaciamiento de los árboles, mayor será la producción

de forraje y la calidad de los rollizos. Otro factor a tener en cuenta para el diseño de la plantación, serán los implementos agrícolas que se posean en el establecimiento, tratando de hacer un uso lo más eficiente posible, considerando sus anchos de labor para que no sean desaprovechados. (Lombardo, 2016, pág. 2)

Manejo del pastizal: se desarrolla vegetación herbácea (gramínea y leguminosa) que tienen distinto valor forrajero y además tienen diferentes hábitos de crecimiento. El diseño y la distribución de los árboles definirán la posibilidad de desarrollo del componente herbáceo debajo de los mismos. Es por este motivo que se hace necesario raleo para mantener un sombreado por debajo del 60 %. (Lombardo, 2016, pág. 3)

Estudio realizado en sistema silvopastoril indican que aproximadamente un 92% del ingreso económico de la familia representa las ganancias derivadas por actividades silvopastoriles. Al indagar sobre sus ingresos y gastos económicos antes de establecer el sistema y después de implementar dicho sistema, indican que en promedio tanto los ingresos y los gastos aumentaron del rango de \$827 - \$1,240 a \$1,240 - \$1,654 pesos. Y que en promedio, la composición del gasto es de aproximadamente un 30% en alimentación, un 66% en reinvertir en actividades productivas y el restante 4% en actividades varias (salud y mejoramiento de la vivienda). (Sophie & Revollo, 2012, pág. 100)

Beneficio.

Se evidencia algunos bienes y servicios ambientales que puede llegar a prestar un sistema silvopastoril, en comparación a un sistema tradicional de producción ganadera. Principalmente, se pueden separar en dos grandes grupos: bienes y servicios ambientales tangibles y bienes y servicios ambientales no tangibles. Dentro los bienes y servicios

ambientales tangibles que puede ofrecer un sistema silvopastoril se puede mencionar la (mayor) producción y mejor calidad de leche carne madera, fruta, semilla. No tangible, entre estos están los efectos positivos sobre el suelo (pastos), específicamente el incremento de la fertilidad, mejora en su estructura, reducción en los procesos de erosión, mayor reciclaje de nutrientes, fijación de nitrógeno, sombra para los animales originando una reducción del estrés calórico, microclima favorable para el crecimiento de las pasturas. (Sophie & Revollo, 2012, pág. 90)

Las interacciones benéficas que se pudieran presentar con la presencia de los árboles y arbustos de leguminosas en los sistemas de pastoreo se traducen también en el aumento del reciclaje de nutrientes por el retorno al suelo de hojas, frutas, ramas, heces y orines, derivado fundamentalmente por el incremento de la actividad biológica del suelo. (Ruiz, 2011, pág. 5).

Otros beneficios son la captura y almacenamiento de carbono, conservación de la biodiversidad, regulación hídrica y conservación de fuentes de agua, prevención de derrumbes, erosión, compactación y formación de cárcavas, mejoramiento de la productividad del suelo. (Libreros, 2015, pág. 2)

3.7. Costo / beneficio del establecimiento del sistema tradicional

Costo.

Sistemas de corte y pastoreo

En este enfoque se dará énfasis a la forma tradicional de utilización; es decir, al corte y a la implementación del uso del pasto elefante en pastoreo directo, aspecto que requiere un conocimiento más profundo, especialmente de la fisiología de crecimiento y del manejo de la especie. (Salinas, 1999, pág. 1)

El sistema de implantación es semejante a la caña dulce. Arada y rastreada normales de 20 cm con espaciamiento entre 0,80 a 1,00 metros. No hay necesidad de picar la muda en el surco, recomendándose mudas dobles distribuidas en el sentido pie con punta. La cantidad de mudas requeridas es de 4 a 5 toneladas por hectárea. Aquellas plantas que posean una edad entre 3 y 12 meses pueden ser utilizadas como semillas. En caso de que no se pueda plantar en el momento indicado, las mudas se pueden almacenar bajo sombra hasta tres semanas, pero en este caso el porcentaje de brotación se puede reducir en un 42%. (Salinas, 1999, pág. 1)

El estiércol animal debe ser incorporado en la cantidad de 20 a 50 toneladas por hectárea, especialmente durante la formación; después de cada corte es recomendable aplicar una tonelada por hectárea.

Es importante mencionar que el fósforo y el potasio deben ser aplicados durante la plantación y el nitrógeno después de los cortes, en cobertura. El costo de todo lo mencionado alcanza aproximadamente 720 dólares por hectárea. (Salinas, 1999, pág. 2)

Las inversiones fijas y semifijas, en el sistema tradicional, ascienden a \$8'686,584; de los cuales, el 55.90% corresponde al costo de las tierras; el 28% a las construcciones e instalaciones; el 2.90% a maquinaria y equipo; el 10.30% al pie de cría y el 2.90% a las plantaciones de 21 ha de pastos *Panicum maximum*. Y para el proyecto establecido con el sistema silvopastoril, \$10'561,480; de los cuales, el 46% corresponden al costo de las tierras, el 28.40% a las construcciones e instalaciones, el 4.60% a maquinaria y equipo, el 14.20% al pie de cría y el 6.80% a las plantaciones de 53 ha del sistema silvopastoril a base de *Leucaena leucocephala*. (González, 2013, pág. 18)

El sistema silvopastoril tiene mayor porcentaje en el pie de cría que en el tradicional, esto se debe a que el sistema silvopastoril presenta una mayor capacidad de carga animal; además, muestra en lo general mejores parámetros técnicos. (González, 2013, pág. 28)

Beneficio.

Los sistemas tradicionales son caracterizados por una baja eficiencia en el uso del suelo, sumado a un gran deterioro ambiental a causa de problemas como la deforestación, las quemas, la erosión, la pérdida de la biodiversidad y la inequidad social, factores que han hecho que la ganadería bovina sea vista como un sector productivo que atenta contra la sostenibilidad ecológica mundial. (Valladares, 2000, pág. 8)

3.8. Valorar el aporte del *Cajanus cajan* en la fertilidad del suelo

Los forrajes proporcionan materia orgánica al suelo, lo que ayuda a su conservación debido a que el material (hojas, tallos, semillas) que se desprenden de las plantas se incorpora al suelo. Restauran la fertilidad del suelo, aportan nutrientes mediante la fijación de nitrógenos atmosférico del aire. (Rodríguez A. A., 2015, pág. 196)

“El *cajanus cajan* suministran nitrógeno (N) por medio de las bacterias en los nódulos de la raíz, la cantidad de fertilización de N puede ser menor si asociamos pastos con leguminosas”. (INATEC, 2009, pág. 57)

El gandul representa una alternativa muy importante, ya que fija nitrógeno al suelo, es utilizado como cubierta vegetal, como abono orgánico y su raíz penetrante es bastante útil para descompactar los suelos. (Rodríguez & Garcías, 2009, pág. 1)

Con el aporte de materia orgánica se mejoran las propiedades químicas del suelo porque se aumenta la capacidad de intercambio y la disponibilidad de los nutrientes, se mejora el pH del suelo y se reduce la toxicidad de ciertos iones como el aluminio y el manganeso que están presentes en suelos con marcada acidez. Pero sin lugar a dudas, una de las mayores contribuciones de las leguminosas como abonos verdes lo constituye la incorporación de una considerable cantidad de nitrógeno que proviene de la atmósfera. Este nitrógeno es fijado en el tejido vegetal por la acción simbiótica de bacterias formadoras de nódulos en el sistema radicular de las leguminosas. Se sabe que a través de esta simbiosis, algunas leguminosas son capaces de fijar más del 80 por ciento del nitrógeno contenido en sus tejidos. (Anacafe, 2007)

La asociación de cultivos con leguminosas y su posterior incorporación, promueve la actividad biológica del suelo al incrementar la población de insectos polinizadores, parasitoides y predadores de plagas de los cultivos. Algunas especies liberan también sustancias químicas proporcionando un efecto alelopático al desarrollo de malezas y evitando el desarrollo de organismos patógenos. (Marin & Francois, 2012)

En la Estación Experimental Agropecuaria Cerro Azul se evaluó su potencial como recuperadora de suelos degradados por sucesivos cultivos anuales. Las posibilidades de generar cambios en los sistemas agrícolas convencionales hacia sistemas conservacionistas y rentables, pueden efectivizarse con mayores probabilidades de éxito en las pequeñas propiedades, porque conserva la humedad del suelo, protege contra el viento, controla las malezas y la raíz pivotante mejora la capacidad de infiltración del suelo a mediano plazo. (Morel & Piccolo, s.f.)

IV. METODOLOGÍA.

4.1. Ubicación

La presente investigación se realizó en la comunidad San José Hormiguero entre la coordenada UTM 723677 y 1519779 y altitud 150 msnm, área con características de clima tropical y topografía irregular. Este trabajo consistió en comparar pasto en monocultivos con pastos asociados con leguminosas (*Panicum Maximun* y *Cajanus cajan*), y se valoró las posibles variaciones no solo en la producción de biomasa en los pastos, sino también, en las posibles mejoras en la productividad de los suelos.

4.2. Tipo de estudio

El estudio fue cuasi – experimental con una variable fija categórica (Tratamientos) y una aleatoria (Respuesta a los tratamientos), además fue prospectivo y longitudinal, en cual se utilizó la técnica de la observación; se hicieron dos muestreos, el primero como línea base en las parcelas experimentales y la otra después de la siembra del *Cajanus cajan* (intervención) y el análisis estadístico se basó en la t student para muestras pareadas dado que este análisis es utilizado para determinar si la media de las diferencias entre dos muestras pareadas es diferente de 0 (o un valor objetivo).

$$t = \frac{\bar{X}_D - \mu_0}{S_D / \sqrt{n}}$$

Donde, \bar{X}_D es la media de las diferencias, μ_0 es la media población, en este caso cero, S_D es la desviación típica de la diferencia y n es el número de individuos en cada muestra.

4.3. Universo. Todas las unidades productivas que tenían pasto Mombaza en un clima tropical húmedo.

4.4. Marco Muestral. Comunidades con las que trabaja el proyecto Catholic Relief Service (CRS) en Siuna.

4.5. Diseño del estudio.

El área del experimento fue en 41.2 metros de ancho y 60 metros de largo en ambos sistemas, cultivados con *P. maximum*

4.6. Unidad de análisis. Panicun maximun y Suelo

4.7. Unidad de observación:

Unidad productiva Buenos Aires propiedad del señor Porfirio López.

4.8. Criterios de inclusión

La unidad de producción ya tenía el sistema tradicional. Voluntad del productor para permitir la realización del experimento en su parcela productiva.

4.9. Criterios de exclusión Unidades productivas que no tienen áreas de pastos establecidas.

4.10. Variables

Propiedades físicas

Propiedades químicas

Biomasa producida por el Panicun Maximun

Costo- Beneficios.

4.11. Fuentes y obtención de datos:

Suelo de las Parcelas experimentales.
Medición directa de la biomasa, análisis de laboratorio.

4.12. Técnica e instrumentos de recolección de datos.

La técnica utilizada fue la observación directa, tanto en campo como el laboratorio.

Los instrumentos que se utilizaron para registrar la información fueron la guía de observación y formato de registro de laboratorio. Otros instrumentos auxiliares fueron, GPS, Lapicero, Tabla de campo, machete, cinta métrica, báscula, coba.

4.13. Etapas del estudio.

Primera etapa: Primer muestreo de suelo

Se hizo un muestreo en esta parcela, con un marco de 2 cm² al azar, estas muestras se hicieron a una profundidad de 30cm después se tomó una sola muestra para realizar los análisis de las propiedades físicas y químicas en el suelo, y después las mandaron al laboratorio LAQUISA.

Segunda etapa: intervención

Esta fase de campo la iniciamos con acondicionar el terreno en el sistema silvopastoril. Luego hicimos la siembra del pasto *Panicum maximum* a una distancia de 40 cm y el *Cajanus cajan* a 1 metro de distancia.

Tercera etapa: Segundo muestreo.

Nuevamente se utilizó un marco de 2 cm² y al azar, se obtuvieron muestras sacrificios de ambos sistemas a una profundidad de 30cm para realizar el segundo análisis de las propiedades físicas y químicas en el suelo. Estos análisis se hicieron en el laboratorio de la universidad de las regiones autónomas de la costa caribe de Nicaragua recinto las Minas (URACCAN).

También se midió la biomasa de materia verde en el sistema silvopastoril y sistema tradicional aquí se tomaron 5 muestras en cada sistema. La medición de la biomasa solo se hizo una sola vez, es decir al año que se sembró. La distancia en el corte del pasto en el sistema silvopastoril fue de 30cm. Para luego realizar el peso en una báscula. En el sistema tradicional se hizo a una distancia de 10 se realizó así porque en el pasto ya habían introducido el ganado en este sistema.

Cuarta etapa Procesamiento y análisis de la investigación.

4.14. Procesamiento y análisis de la investigación-

El procesamiento se realizó en el software SPSS v 23 y el análisis se hizo mediante la prueba de t student para muestras pareadas con un nivel de significancia = 0.05.

4.15. Operacionalización de variables.

Variable	Indicador	Valor	Escala
Propiedad físicas	Densidad aparente Textura	g/cm ³ %	Razón Nominal
Propiedades químicas	PH Nitrógeno Fósforo	Unidad ppm ppm	Razón Razón Razón

	Potasio Calcio Hierro Azufre Magnesio Zinc Sodio	Meq/100g Meq/100g ppm ppm Meq/100g ppm Meq/100g	Razón Razón Razón Razón Razón Razón Razón
Biomasa verde	<i>Cajanus cajan</i> <i>Panicum maximum</i>	Kg/m ²	Razón
Costo/beneficio	Externalidades	Córdobas	Intervalo

4.16. Aspectos éticos

Se siguió el estudio según lo planificado, sin embargo, tuvimos que hacer resiembra en la parcela de silvopastoril puesto que el pasto *Panicum maximum* no germinó bien. También se nos terminó la semilla del pasto y esta limitante también nos afectó, al tomar más tiempo en la siembra.

Las muestras de suelo fueron analizadas en el laboratorio LAQUISA, Managua Nicaragua. Estos al igual que los anteriores se analizaron con la mayor objetividad posible, procurando el cotejo de datos de campo.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Las propiedades físicas y químicas del suelo en el sistema silvopastoril.

Propiedades físicas en el sistema silvopastoril

La textura en ambos sistemas es la misma, franco arenosa, lo que implica poca evidencia en los datos recolectados, para determinar el efecto del sistema silvopastoril en esta propiedad del suelo.

La densidad aparente según los datos obtenidos no evidenció diferencias significativas de la posible contribución del sistema silvopastoril en esta propiedad de suelo.

Sin embargo, la densidad aparente ($d.a = 1.5 \text{ g/cm}^3$) en este suelo es buena porque es un suelo suelto y poroso, el cual permite aeración, infiltración.

Coincidiendo con EcuRed, (2010) donde demuestra que los valores optimos son de 0.9 – 1.8 y, según aportes de Hurtado (2001) dice que la densidad aparente del suelo es un buen indicador de importantes características del suelo, tales como porosidad, grado de aireación y capacidad de drenaje.

Medir los efectos de estas propiedades con intervenciones agroecológicas, requieren de evaluaciones con un mayor rango de tiempo y área. Puesto que estas propiedades son muy estáticas y su cambio textural y de densidad aparente requieren de muchos años.

Propiedades químicas en el sistema silvopastoril.

La materia orgánica según los datos obtenidos demuestra diferencia, antes de establecer el sistema estaba en 1.81 y actualmente está en 3.5, es decir que este suelo se considera medio.

Ya que las hojas caídas durante el año contribuyeron a mediano plazo al aumento de la materia orgánica en el suelo, aportando la principal vía para el reciclaje de nutrientes en los sistemas silvopastoriles.

Se coincide con Castillo (2005), en donde se los valores ($M_o = 2 - 4$) son suelos medio, apto para los cultivos.

Una mejor cobertura del suelo, no solo proporciona condiciones y mayor cantidad de materia prima para su posterior transformación a materia orgánica, sino que también, la retiene.

El pH del suelo de acuerdo con los resultados obtenidos del sistema silvopastoril hubo una ligera variación, pero esta no es significativa (antes de establecer el sistema $pH = 5.8$ y después $pH = 5.5$)

Es un suelo fuertemente ácido, por lo que se espera afecten la solubilidad y disponibilidad de algunas propiedades químicas, como la materia orgánica ya que en la descomposición forman ácidos tanto orgánico como inorgánico.

Según Bolaños, Castillo, & Oviedo, (2014) los valores medio de pH son de 5.5 a 6.5.

El sistema silvopastoril, logró mantener el nitrógeno en los mismos niveles en que se encontraron inicialmente (0.09 ppm) a pesar que, los niveles de materia orgánica incrementaron.

Esto coincide con Castillo (2005) que la disponibilidad en los suelos depende del contenido de materia orgánica. Las deficiencias se verifican con mayor frecuencia en suelos degradados por su manejo inadecuado y con baja disponibilidad de materia orgánica y los valores medio de nitrógeno son de 0.07 – 0.15.

En este estudio se observó como característica principal la presencia de altos contenidos de Fe y Mn, es decir estos altos índices son comunes en esta región debido a que los suelos son altamente ácidos, y son bajos en Ca, Mg, K debido al aumento de estos elementos anteriores.

En términos generales se puede decir que la cantidad disponible de algunos elementos se encuentran en niveles críticos debido al descenso del pH, esto provocó el aumento de disponibilidad de B, Zn, Mn, S y Cu y disminuyó la de N, K, Ca, y Mg.

Esto se debe a que disminuyó el pH afectando a los demás nutrientes es decir provoca un desequilibrio porque unos aumentan y otros bajan, ya que a menor pH mayor limitación en la disponibilidad de dichos elementos.

5.2. Las propiedades físicas y químicas del suelo en el sistema tradicional.

Propiedades físicas en el sistema tradicional.

La densidad aparente según los datos obtenidos no demuestra diferencia significativa en esta propiedad del suelo (d.a. = 1 g/cm³) mas, es un valor muy favorable que permite que las plantas desarrollen bien sus raíces por que no está compacto y así contribuye a mejorar los procesos de aireación, infiltración y retención de humedad en el suelo y a un incremento en la proporción de nutrientes.

Coincide con EcuRed, (2010) donde demuestra que los valores optimos son de de 0.9 – 1.8.

Propiedades químicas en el sistema tradicional.

En cuanto a la materia orgánica no hubo variabilidad (1.81 y 1.80). lo que indican estos valores es que el suelo, no está en condiciones óptimas.

Coincide con Castillo (2005), en donde valores ($M_o = < 2$) son suelos pobres en materia orgánica. Según aportes la pérdida de materia orgánica obedece a la menor presencia de organismos en descomposición o un aumento de la descomposición como resultado de modificaciones en factores naturales o antropogénicos. La materia orgánica es un componente esencial de un suelo sano; la pérdida de materia orgánica da lugar a suelos degradados. (Aguero, 2015, pág. 10)

El pH: de acuerdo a los resultados obtenidos del sistema tradicional se deduce que el pH hubo cambio, porque antes de establecer el sistema el rango estaba en 5.8 y actualmente está en 6.2 siendo un suelo ácido, provocando el aumento de los elementos como es el caso del B, Zn, Mn, S, Al, Fe y Cu y reduciendo los índices del N, K, Ca, y Mg.

Según Bolaños, Castillo, & Oviedo, (2014) los valores medio de pH son de 5.5 a 6.5.

El nitrógeno presentó disminución en este sistema debido a que la distribución del N en la superficie del suelo va de la mano con contenidos de materia orgánica y la M_o en este sistema también disminuyó a 1.80, porque en el primer análisis era de 0.09.

Coincidiendo con Castillo, (2005) que los valores medio de nitrógeno son de 0.07 – 0.15. Aportes de Miliarium Aureum, S.L, (2004) dicen que el mal manejo que se les da a los suelos viene afectando la disminución de la fertilidad, desequilibrio elemental, acidificación y pérdida de macros y micros nutrientes.

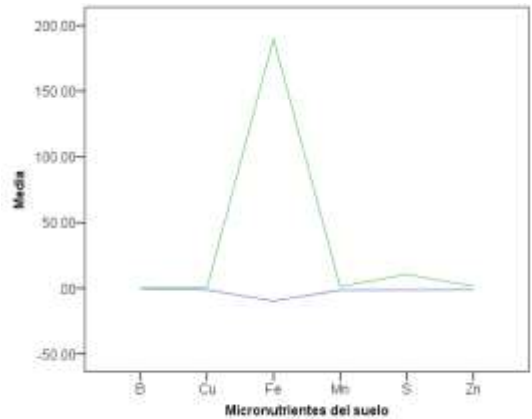
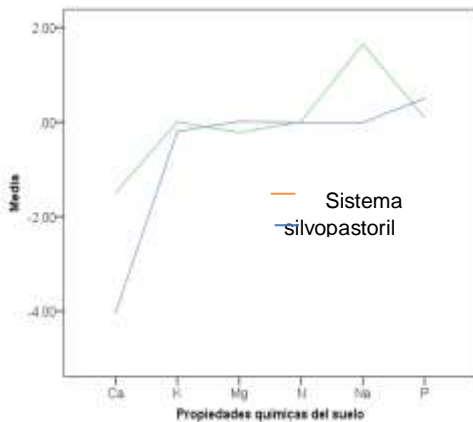
En términos generales el Fe, Al, B, Zn, Mn, S y Cu se encuentran en grandes cantidades se puede decir que la cantidad disponible de algunos elementos se encuentran en niveles críticos debido al descenso del pH y esto provocó desequilibrio disminuyendo el N, K, Ca, y Mg.

Coincide con Padilla, (2016) los pastizales sobre pastoreado significan para el suelo desolación, erosión, compactación y ganado desnutrido. La desertificación se produce como consecuencia del inadecuado manejo y de la cosecha indiscriminada de recursos, lo que genera una pérdida masiva de la información del ecosistema en términos de especies animales, vegetales, compuestos químicos y estructura del suelo, lo que se traduce en disturbios progresivos que reducen cada vez más su productividad y estabilidad.

Tabla 1. Características físicas del suelo en San José Hormiguero 2017.

Característica	Sistema tradicional	Sistema silvopastoril
Textura	Franco Arenoso	Franco Arenoso
Densidad aparente	1	1.5

Graficas 1. De las propiedades físicas y químicas del suelo.



5.3. Estimar la biomasa producida del Panicum Maximun en el sistema tradicional.

Los resultado del sistema tradicional son bajo con respecto al silvopastoril porque la producción de biomasa verde es de 1050 kg/ha.

Los resultados de biomasa en este sistema son muy bajos, se puede observar en el gráfico, debido a que las macollas cubrían poco área y además estaban invadidas por malezas que no permiten que las macollas se desarrollen y también otro factor que influyó fue que en este sistema ya habían introducido ganado y por ende el ganado se estaba alimentando desde hace 10 días.

Estudio realizado en *Panicum maximum*" cv Mombaza bajo tres frecuencias de cortes (15, 22 y 30 días) y su efecto sobre la producción de materia verde y materia seca en condiciones con y sin árboles. Tiene como resultado: en cortes cada 15 días, la condición sin árboles produjo en promedio 1,481 kg/ha de materia verde y 105 kg ha seca; en cortes cada 22 días se obtuvo mayor producción en el orden de 3,771 Kg/ha de materia verde y 843 Kg/ha de materia seca, para la condición sin árboles; terminando en los cortes de 30 días en la que obtuvo en promedio 5,925 Kg ha de materia verde y 1,775 Kg/ha de materia seca, para una mayor producción en la condición sin árboles. (Díaz & Manzanares, 2006, pág. 5).

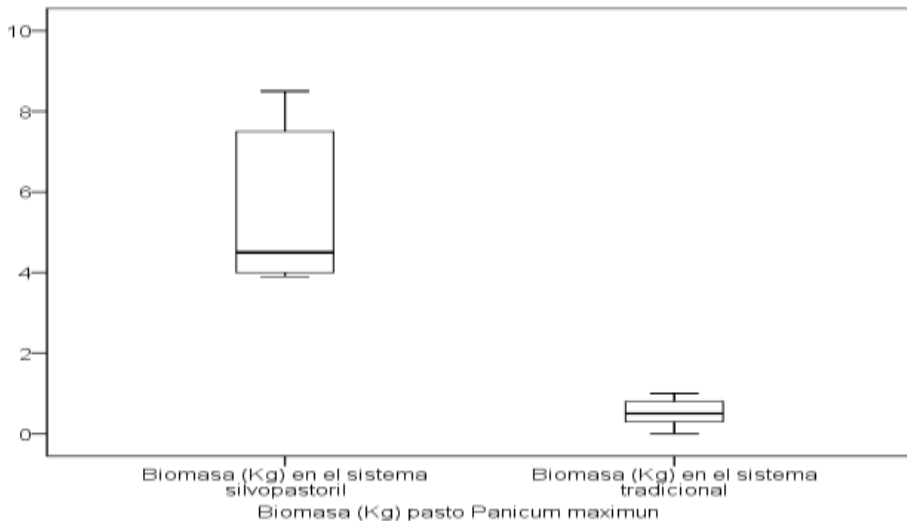
5.4. Estimar la biomasa producida del Panicum Maximun en el sistema silvopastoril.

En este sistema silvopastoril hubo una producción de biomasa de 11,474 kg/ha de materia verde.

Es decir la producción de biomasa no fue ni muy alta ni muy baja, comparada con otros estudios que su producción es mayor. La mayoría de los suelos dedicados al cultivo de los pastos son aquellos que, por una y otra razón, son inadecuados para otro tipo de cultivos y su fertilidad es generalmente baja

Según estudio realizado en adaptación y productividad de seis gramíneas forrajeras en Puerto Díaz, Chontales, Nicaragua, 2007. Tiene como resultado de peso fresco: El cultivar *Panicum máximum* cvTanzania obtuvo una producción media de 12,866 kg/ha seguida del cultivar Mombaza con 13,598 k g/ha, *Brachiaria brizantha* cv. Toledo llego a producir 12,133 Kg/ha de forraje fresco. Los cultivares de *Brachiaria brizantha* cv Toledo y Marandú pueden llegar a producir 8,250 kg/ha y 10,000 kg/ha respectivamente en un clima húmedo con precipitaciones altas. (Miranda, 2009, pág. 20)

Graficas 2. Biomasa verde producida en ambos sistemas.



5.5. Costo / beneficio del establecimiento con Panicun Maximun y Cajanus cajan y el sistema tradicional.

Para realizar el presente estudio de este sistema silvopastoril asociado con Panicun Maximun y Cajanus cajan se hizo con una inversión de 6550 c\$ invertidos en dicho sistema.

Se invirtió una gran cantidad de dinero para el establecimiento de este sistema pero sin embargo estos costos serán reemplazados ya que el suelo se modifica y muestra las mejores condiciones para el desarrollo de los cultivos y es una alternativa amigable con el medio ambiente.

Coincidiendo con Sophie & Revollo, (2012) estudio realizado en sistema silvopastoril indican que aproximadamente un 92% del ingreso económico de la familia representa las ganancias derivadas por actividades silvopastoriles. Al indagar sobre sus ingresos y gastos económicos antes de establecer el sistema y después de implementar dicho sistema, indican que en promedio tanto los ingresos y los gastos aumentaron del rango de \$827 - \$1,240 a \$1,240 - \$1,654 pesos. Y que en promedio, la composición del gasto es de aproximadamente un 30% en alimentación, un 66% en reinvertir en actividades productivas y el restante 4% en actividades varias (salud y mejoramiento de la vivienda).

Los bienes del sistema silvopastoril son la mayor producción y mejor calidad de leche carne madera, fruta, semilla, el incremento de la fertilidad, mejora en su estructura, reducción en los procesos de erosión, mayor reciclaje de nutrientes, fijación de nitrógeno, sombra para los animales originando una reducción del estrés calórico, microclima favorable para el crecimiento de las pasturas Otros beneficios son la captura y almacenamiento de carbono, conservación de la biodiversidad, regulación hídrica y conservación de fuentes de agua,

prevención de derrumbes, erosión, compactación y formación de cárcavas, mejoramiento de la productividad del suelo.

Coincidiendo con Ruiz, (2011) que las interacciones benéficas que se pudieran presentar con la presencia de los árboles y arbustos de leguminosas en los sistemas de pastoreo se traducen también en el aumento del reciclaje de nutrientes por el retorno al suelo de hojas, frutas, ramas, heces y orines, derivado fundamentalmente por el incremento de la actividad biológica del suelo. (Ruiz, 2011, pág. 5).

Sistema tradicional.

En la realización del sistema tradicional Panicun Maximun se hizo con un ingreso de 2900, fue una cantidad menor a la del sistema silvopastoril.

Lo invertido en este sistema es poco, pero tiene sus desventajas porque siempre se tiene que estar limpiando las malezas y además aplicarle fertilizantes y causa deterioro del suelo y la producción de biomasa es baja con respecto al otro sistema. Además en este sistema provoca daños ambientales y estrés calórico en los animales, disminuyendo así su producción de leche y carne en los animales.

Coincidiendo con González, (2013) que las inversiones fijas y semifijas, en el sistema tradicional, ascienden a \$8'686,584; de los cuales, el 55.90% corresponde al costo de las tierras; el 28% a las construcciones e instalaciones; el 2.90% a maquinaria y equipo; el 10.30% al pie de cría y el 2.90% a las plantaciones de 21 ha de pastos Panicum maximum. Y para el proyecto establecido con el sistema silvopastoril, \$10'561,480; de los cuales, el 46% corresponden al costo de las tierras, el 28.40% a las construcciones e instalaciones, el 4.60% a maquinaria y equipo, el 14.20% al pie de cría y el 6.80% a las plantaciones de 53 ha del sistema silvopastoril a base de

Leucaena leucocephala. El sistema silvopastoril tiene mayor porcentaje en el pie de cría que en el tradicional, esto se debe a que el sistema silvopastoril presenta una mayor capacidad de carga animal; además, muestra en lo general mejores parámetros técnicos.

Los beneficios de este sistema son pocos porque la mayoría son negativos para el ecosistema, trayendo graves consecuencia para el suelo y los recursos hídricos, sin embargo la mayoría de los productores lo usan sin pensar que están provocando grandes daños y que no son rentables.

Coincidiendo con Valladares, (2000) que los sistemas tradicionales son caracterizados por una baja eficiencia en el uso del suelo, sumado a un gran deterioro ambiental a causa de problemas como la deforestación, las quemas, la erosión, la pérdida de la biodiversidad y la inequidad social, factores que han hecho que la ganadería bovina sea vista como un sector productivo que atenta contra la sostenibilidad ecológica mundial. (Valladares, 2000, pág. 8)

Tabla 2. Costos en el acondicionamiento en ambas parcelas.

	Silvopastoril	Tradicional
Cantidad	Precio	Precio
1 kilo (Mombaza)	500 c\$	500 c\$
1 saco (Cajan Cajanus)	250 c\$	
Limpieza del terreno	400 c\$	400 c\$
Siembra	400 c\$	400 c\$
Limpieza de maleza	600 c\$	600 c\$
Cerco del terreno	400 c\$	300 c\$
Materiales	4000 c\$	700 c\$
Total	6550 c\$	2900 c\$

5.6. Aporte del Cajanus cajan en la fertilidad del suelo en el sistema silvopastoril

En este sistema el *Cajanus cajan* ayudo un poco en el suelo ya que la materia orgánica fue de 3.5 es decir está en un rango adecuado. La materia orgánica en este estudio jugo un papel muy importante porque debido al poco tiempo en que se hicieron los análisis si se obtuvo un cambio, porque para tener buenos resultados se tiene que espera más tiempo.

Coincide con Rodríguez, (2015) los forrajes proporcionan materia orgánica al suelo, lo que ayuda a su conservación debido a que el material (hojas, tallos, semillas) que se desprenden de las plantas se incorpora al suelo. Restauran la fertilidad del suelo, aportan nutrientes mediante la fijación de nitrógenos atmosférico del aire.

El nivel de nitrógeno mantuvo estable con un 0.09.

Según aporte INATEC, (2009) el *Cajanus cajan* suministra nitrógeno por medio de las bacterias en los nódulos de la raíz, la cantidad de fertilización de N puede ser menor si asociamos pastos con leguminosas.

El aporte de nitrógeno fue muy bueno porque no hubo disminución durante todo el proceso de crecimiento y desarrollo del pasto *Panicum Maximum* Mombaza.

VI. CONCLUSIONES.

En base a los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente.

Las propiedades físicas del suelo no se encontró variabilidad significativa en ambos sistemas en cuanto a la textura y densidad aparente ($d.a = 1.2$)

Las propiedades químicas del suelo en términos generales, en sistema tradicional ($p = 0.10$) y en el sistema silvopastoril ($p = 0.29$).

El fósforo tuvo incremento en ambos sistemas, la materia orgánica, incrementó (193.37%) únicamente en el sistema silvopastoril.

La biomasa producida en el sistema silvopastoril fue mayor en comparación con el sistema tradicional, debido a que en el tradicional no hubo un gran incremento porque el productor introdujo a pastar el ganado provocando que nuestros resultados no sean aceptables.

La inversión en los dos sistemas es diferente, en el silvopastoril se gasta más, tiene más actividades y manejo que realizar, sin embargo, a corto y mediano plazo se obtienen otros beneficios, muchos estudios indican que aproximadamente un 92% del ingreso económico de la familia representa las ganancias derivadas por actividades silvopastoriles y también no solo ganancia económica, sino que también ambientales. En cambio en el tradicional siempre se tiene que seguir invirtiendo porque las malezas invaden los pasto y esto crea una competencia y provoca la pérdida de algunas propiedades del suelo, debido al agotamiento del mismo.

El aporte del *Cajanus cajan* no fue significativo en el tiempo de evaluación del mismo.

VII. RECOMENDACIONES.

Realizar investigaciones que involucren sistemas silvopastoriles con más componentes de leguminosas.

Profundizar investigaciones sobre los efectos de sistemas silvopastoriles en las propiedades químicas y físicas del suelo.

Investigar en forma sistémica los beneficios de los sistemas silvopastoriles en nuestra región en comparación con los sistemas tradicionales.

Fomentar sistemas silvopastoriles en los diferentes estudios que se realicen en las investigaciones. e involucrar más asocio de leguminosas en los pastos.

VIII. Bibliografía

- Anacafe. (octubre de 2007). *Leguminosas, una alternativa de abono en el cultivo de café*. Obtenido de http://anacafe.org/glifos/index.php?title=Leguminosas_abono
- Aguero, R. (2015). *Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo*. Churuguara: Programa de ingeniería Agronomica U.C.
- Alvarado, B. A. (2014). Suelos del Orden Molisol. <https://es.slideshare.net/dugr89/suelos-del-orden-molisol>.
- Anacafe. (Octubre de 2007). *Leguminosas, una alternativa de abono en el cultivo de café*. Obtenido de http://anacafe.org/glifos/index.php?title=Leguminosas_abono
- Argüelles, E. (Martes de Mayo de 2010). *propiedades químicas del suelo*. obtenido de propiedades químicas del suelo: <http://html.rincondelvago.com/propiedades-quimicas-del-suelo.html>
- Barbosa, J. A. (2017). *www.monografias.com*.
- Betterground. (2010). *suelo y sus componentes*. Masaya. Obtenido de <http://conceptodefinicion.de/suelo/>
- Bolaños, k., Castillo, X., & Oviedo, C. (7 de Noviembre de 2014). *Interpretacion de las propiedades del suelo*. Obtenido de <http://www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/guias/guia%20sobre%20la%20fertilizacion%20de%20los%20suelos.pdf>

- Burgos, Ramírez Torres, U., & Benítez, A. (2014). *El crecimiento del pasto Panicum maximum vc Mombaza en la Amazonía Ecuatoriana*. Cuba: Universidad de Granma.
- Castillo, C. (Septiembre de 2005). *Selección y calibración de indicadores locales y técnicos para evaluar la degradación de los suelos, laderas en la microcuenca cusamá El Tuma - La Dalia Matagalpa, 2005*. Obtenido de <http://repositorio.una.edu.ni/1094/1/tnp35c352.pdf>
- Díaz, J., & Manzanares, E. (20 de Agosto de 2006). *Producción de biomasa de "Panicum maximum" cv Mombaza a tres frecuencias de corte y dos condiciones ambientales (con y sin árboles), en la Hacienda "Las Mercedes", UNA, Managua, Nicaragua*. Obtenido de <http://repositorio.una.edu.ni/1350/>
- Díaz, J., & Manzanares, E. (2006). *Producción de biomasa de "Panicum maximum" cv Mombaza a tres frecuencia de corte*. Obtenido de <http://repositorio.una.edu.ni/1350/1/tnf01d542p.pdf>
- EcuRed. (12 de Mayo de 2010). *Densidad Aparente*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Densidad_aparente
- Elliot, J. (2009). *Pasto mombaza*. México: Agricampo, S.A. de C.V.
- FAO. (Mayo de 2011). *Manejo de malezas para países en desarrollo*. Recuperado el 04 de 05 de 2017, de Métodos preventivos y culturales para el manejo de malezas - Paolo Bàrberi: <http://www.fao.org/docrep/007/y5031s/y5031s0e.htm#ToPofPage>

- Fernando, U. (2007). *Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles*.
- García, T. (2014). *Establecimiento de los pastos mombasa (*Panicum maximum*) y chetumal (*Brachiaria humidicola*)*. Veracruz: Centro de Investigación Regional Golfo.
- Giraldo, C. (Noviembre de 2014). *Bitacora Sistema Silvopastoril*. Obtenido de Sistema Silvopastoril.
- González, F. (4 de Octubre de 2013). *Costo y beneficio de sistema tradicional y silvopastoril*. Obtenido de <http://www.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2013/sept/3.pdf>(A
- Guerrero, C. (Martes de Noviembre de 2016). *Determinación de la Textura del Suelo*. Obtenido de monografias.com: <http://www.monografias.com/trabajos15/suelos-textura/suelos-textura.shtml>
- Hurtado, J. (5 de Abril de 2001). *Suelo*. Obtenido de Densidad Aparente: <http://www.mopc.gov.py/userfiles/files/suelos.pdf>
- INATEC. (2009). *Pasto y Forraje*. Managua, Nicaragua: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- INATEC. (2013). *Conservacion del suelo y agua*.
- Jimenez. (25 de Julio de 2012). *Sistema silvopastoril*. Obtenido de Cómo el sistema silvopastoril se puede utilizar como un mecanismo para mejorar la productividad de las praderas forrajeras sin afectar el medio ambiente: <http://sistemassilvopastoril.blogspot.com/p/teorico.html>
- Jimenez, A., Farfan, F., & Morales, C. (Julio de 2006). *Biomasa seca y con tenidos de nutrientes del gandul*.

- Lara Corzo, M. (2009). *Evaluación de adaptación y producción de biomasa de nueve gramíneas forrajeras mejoradas en Sabana, la libertad, Petén*. la libertad, Petén: universidad de San Carlos de Guatemala .
- Libreros, H. F. (2015). Sistemas silvopastoriles: opción para la mitigación y adecuación al cambio climático en bosque seco tropical. *Adaptaciones locales frente al cambio climático*, 2.
- Lombardo, P. (2016). Apuntes Agroeconomicos. 1.
- Marin, A. M., & Francois. (Agosto de 2012). *Gandul*. Obtenido de <http://liberterre.fr/gaiagnost/semillas/gandul.html>
- Marlovi, M. (14 de Enero de 2014). *Produccion de forraje en Panicum Maximun*. Obtenido de <http://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2216/1/U PSE-TIA-2015-008.pdf>
- Mejia, C. (2007). *Suelo*. Obtenido de ftp://ftp.fao.org/fi/cdrom/fao_training/fao_training/general/x6706s/x6706s04.htm#top
- Meyer, L., & Pérez, M. (Agosto de 2011). *Mejoramiento de la ganaderia*. Obtenido de Pasto: <http://zootecnia.chapingo.mx/assets/ftcapacitacion.pdf>
- Miliarium Aureum, S.L. (2004). *Principales problemas de degradacion del suelo*. Obtenido de problemas en pastizales: <http://www.miliarium.com/Proyectos/SuelosContaminados/ArchivosMemoria/Contaminacionsuelos.asp#DegradacionFisica>
- Miranda, H. (14 de Abril de 2009). *Adaptación y productividad de seis gramíneas forrajeras en Puerto Díaz, Chontales*,

- Nicaragua, 2007. Obtenido de <http://repositorio.una.edu.ni/2084/1/tnf30m672a.pdf>
- Morel, F., & Piccolo, G. (s.f.). *Evaluación del gandul*. Obtenido de Para recuperar la fertilidad del suelo: <http://www.inta.gov.ar/cerroazul/investiga/suelos%5Fanuales/guandu.htm>
- Moreno, H. (2010). *La textura del suelo*. Estados Unidos: textura de suelo franco arenoso.
- Mujica, F. (5 de Junio de 2013). *Costos y beneficios de un sistema silvopastoril intensivo, con base en Leucaena leucocephala*. Obtenido de <http://www.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2013/sept/3.pdf>
- Ortiz, F. (2000). *Edafología*. Managua, Nicaragua: UNA.
- Padilla, G. (3 de Octubre de 2016). *Pastizales*. Obtenido de Daños: <http://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/comportamiento-costos-plantacion-pastot39014.htm>
- Restrepo, T. J. (2015). *Ganadería tradicional y silvopastoril*.
- Rivera, J. M. (Martes de Octubre de 2008). *Impacto de sistemas de ganadería de suelo*. Obtenido de Aspectos generales sobre la fertilidad del suelo: <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/agrofor1/Siavosh6.htm>
- Rodríguez, A. A. (2015). *Características agronómicas y valor nutricional del gandul [Cajanus cajan(L.) Millsp.] cosechado a diferentes edades de corte*. Puerto Rico: Mayagüez.
- Rodriguez, A., & Garcias, C. (2009). *Estudio de la producción de grano de gandul bajo diferentes densidades*

poblacionales en suelos francos arenosos de la zona de Managua. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.

- Rodríguez, M. (2009). *Rendimiento y valor nutricional del pasto panicum maximun cv. mombaza a diferentes edades y alturas de corte.* San Carlos: instituto tecnológico de Costa Rica.
- Ruiz, A. (2011). Los sistemas silvopastoriles y su contribución al. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 3.
- Sadeghian, S., Rivera, J. M., & Gómez, M. E. (15 de Septiembre de 1998). *Impacto de sistemas de ganadería sobre las características físicas, químicas y biológicas de suelos en los Andes de Colombia.* Obtenido de <http://www.fao.org/ag/AGa/AGAP/FRG/AGROFOR1/Siavosh6.htm>
- Salas, R., & Cabalceta, G. (2010). *Manejo del Sistema Suelo.* Costa Rica: Centro de Investigaciones Agronómicas. Obtenido de Aspectos de Fertilidad del Suelo .
- Salinas, I. (1999). *Utilizacion del pasto.* Mexico: Sistemas de corte y pastoreo.
- Sanchez, J. (2010). *Factibilidad económica de la asociación maíz-pasto en el establecimiento de un sistema silvopastoril en el piedemonte llanero de Colombia1.* San Juan.
- SIAMBAZA. (Mayo de 2010). *Panicum maximum cv.Mombasa.* Obtenido de <http://www.tropseeds.com/es/mombasa/>
- Sophie, Á., & Revollo, D. (7 de Diciembre de 2012). *Analisis economico financiero de un sistema silvopastoril.* Obtenido de

<http://www.endesu.org.mx/assets/Uploads/Archivos-restauracin/SSPlosTuxtlasFinalSophieDaniel.pdf>

Uribe, F. (2007). *Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles*.

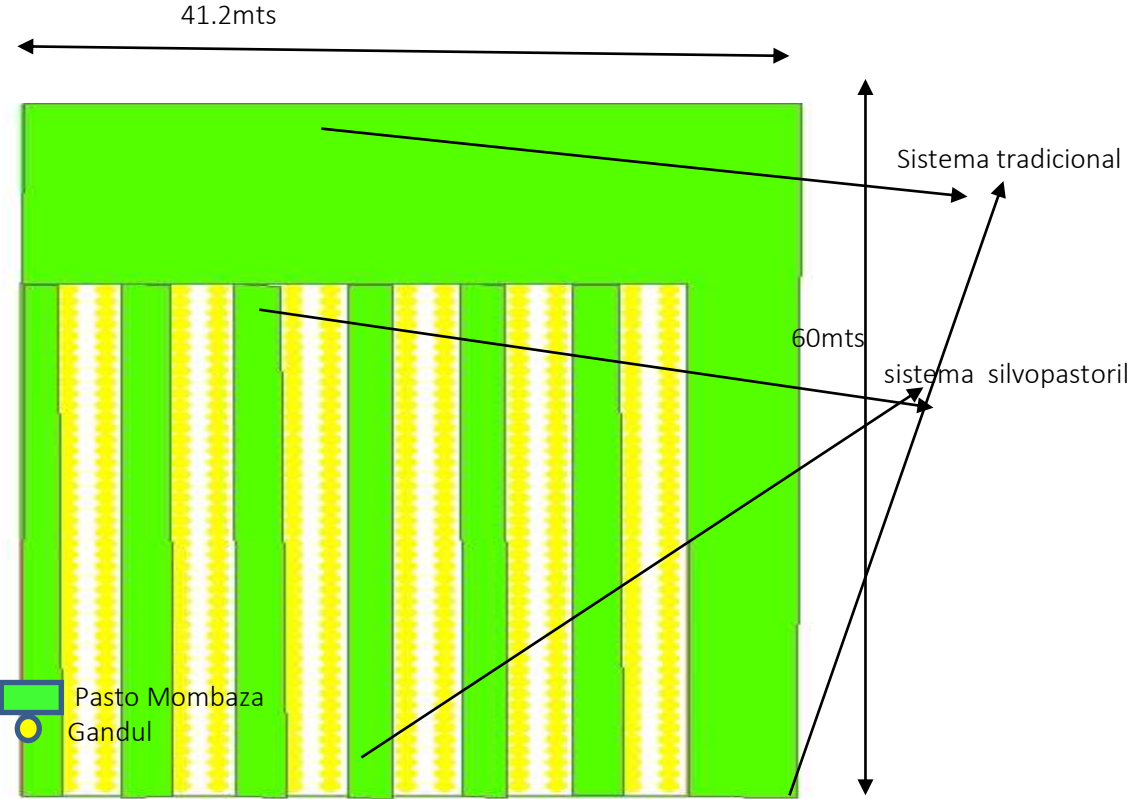
Valladares, J. (5 de Mayo de 2000). *Sistema tradicional*.
Obtenido de <https://docs.google.com/document/d/1N-fF3Q1lheiWYSZNCJQUwYz6pB8Jb4CjaiwRCTo0uHI/edit>

IX. ANEXOS

Tabla 1. Valores de Nutrientes en el suelo en los dos sistemas.

Elementos	Resultados del análisis del suelo		
	Línea base	SSP	Sistema tradicional
Ph	5.8	5.5	6.2
Mo	1.81	3.5	1.80
N	0.09	0.09	0.08
P	3.0	3.6	3.5
Na	0.160	1.80	0.150
K	0.229	0.042	0.035
Ca	5.541	0	1.5
Mg	1.105	0.9	1.12
Fe	139.7	320	130
Cu	6.9	5.8	5.6
Zn	7.7	8	6.5
Mn	4.7	4.4	3.2
B	0.4	0.5	0.2
S	6.9	16	5.5
Al	> 0.1	>1.2	>1.01

Anexo 2. Esquema de Diseño del sistema silvopastoril y tradicional.



Anexo 3. Formatos de campo

FICHA INICIAL DEL PRODUCTOR CON PARCELA ASA

1. Nombre del técnico:
2. Departamento:
3. Municipio:
4. Comunidad o cantón:
5. Nombre el productor:
6. Numero de cedula:
7. Tipo de participante:
8. ECA/lugar
9. Tipo de cultivo:
10. Nombre del ensayo:
11. Modalidad (pareada o experimental)
12. Área del ensayo:
13. Época de siembra:
14. Latitud:
15. Longitud:
16. Altitud:
17. Nombre de la finca:
18. Numero o código de la muestra:
19. Cultivo a fertilizar:
20. Rendimiento promedio del cultivo:
21. Ingresos netos:
22. Profundidad de muestreo:
23. Profundidad efectiva:
24. % de pendiente:
25. Cobertura vegetal:
26. Macro fauna (mayor de 2mm)
27. Humedad gravimétrica:
28. Densidad aparente:
29. Materia orgánica:
30. Tasa de infiltración:
31. Descripción de los problemas de degradación de suelos que tiene la parcela (características de la parcela).

Anexo 4. Formatos de laboratorio

SKW500 Complete soil kit.

Análisis	unidad
Ph	-
Materia orgánica	%
Nitrógeno	ppm
Fosforo	ppm
Sodio	Meq/100g
Potasio	Meq/100g
Calcio	Meq/100g
Magnesio	Meq/100g
Hierro	ppm
Cobre	ppm
Zinc	ppm
Manganeso	ppm
Boro	ppm
Azufre	ppm
aluminio	Meq/100g
Densidad aparente	g/ml

Anexo 5. Resultados. En las propiedades físicas del sistema Tradicional.

Textura: es un suelo de textura franco Arenoso.

A	L	Ar
11.5	29.28	56.53

Resultados del análisis físico del sistema silvopastoril del suelo en un años después de sembrar Cajanus cajan.

A	L	Ar
9.7	33.54	56.65

Anexo 6. Foto sistema silvopastoril



Anexo 7. sistema silvopastoril con un año de establecido.

