

Universidad Católica del Trópico Seco
Pbro. Francisco Luis Espinoza Pineda



Trabajo de tesis para optar al título profesional de
Ingeniería Agropecuaria

**Caracterización de suelo en seis fincas ganaderas bajo sistemas
silvopastoriles y manejo de pasturas. Estelí-Condega, 2016-2017**

Autor

Wilcon Leonel Müller Chavarría

Tutores

M.Sc. Flavia María Andino Rugama

Ing. Juan Octavio Meneses Córdoba

Estelí, julio de 2017

Este estudio es desarrollado conjuntamente por la Universidad Católica del Trópico Seco (UCATSE) y Catholic Relief Services (CRS – Nicaragua) a través del Proyecto Agricultura, Suelo y Agua (ASA).

Se estimula la citación. Se pueden traducir y/o reproducir extractos cortos del texto sin previo permiso, a condición de que se indique la fuente. Para la traducción o reproducción del texto total se deberá notificar de antemano a los coejecutores. Los autores son los únicos responsables del contenido y de las opiniones expresadas; la publicación no implica la aprobación por parte de CRS-Nicaragua.



INDICE GENERAL

Contenido	Página
INDICE DE TABLAS	iii
INDICE DE ANEXOS.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
RESUMEN.....	vii
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	2
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos	2
III. MARCO TEORICO.....	3
3.1. El suelo.....	3
3.2. Agricultura de conservación	9
3.3. Sistema silvopastoril	11
3.4. Los pastos.....	13
IV. MATERIALES Y METODOS	16
4.1. Localización del área de estudio	16
4.2. Selección de fincas y productores incluidos en el estudio.....	16
4.3. Variables del estudio.....	18
4.4. Técnicas-instrumentos de recolección de datos.....	20
4.5. Procesamiento de datos.....	24
V. RESULTADOS Y DISCUSIÒN	25
5.1. Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo	25
5.2. Comportamiento de la humedad, la macro fauna y cobertura del suelo.....	32

5.3. Características de los componentes silvopastoriles (árboles forestales y pasturas)	38
5.4. Condiciones de manejo productivo ganadero de las fincas en estudio..	41
5.5. Planificación de actividades del establecimiento de las parcelas de pasturas o silvopastoriles	42
VI. CONCLUSIONES	47
VII. RECOMENDACIONES	48
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	49
IX. ANEXOS.....	53

INDICE DE TABLAS

Contenido	Página
Tabla 1. Información de las fincas y productores considerados en el estudio.....	17
Tabla 2. Evaluación visual de suelo de las parcelas estudiadas	26
Tabla 3. Resultado de análisis químico de la clase textural y densidad aparente por productores	28
Tabla 4. Análisis químico del suelo en las parcelas estudiadas.....	30
Tabla 5. Estadístico descriptivo para la variable de humedad gravimétrica por parcela (ASA- Testigo) por productores	32
Tabla 6. Prueba de Mann Whitney de la humedad gravimétrica.....	33
Tabla 7. Prueba de Kruskal Wallis del porcentaje de humedad gravimétrica por zona de muestreo y por productores	34
Tabla 8. Evaluación visual de suelo de la valoración de la macro fauna del suelo	34
Tabla 9. Estadístico descriptivo para macro-fauna de especie 1 lombrices, peso especie 1 (kg/m ³) también para especie 2 lombrices y peso especie 2 (kg/m ³)	35
Tabla 10. Prueba Mann Whitney para las especies lombrices y el peso (kg/m ³) por parcelas ASA-testigo	36
Tabla 11. Evaluación visual de suelo para la valoración de cobertura del suelo	36
Tabla 12. Especies y promedio de cobertura arbórea presentes en las parcelas de estudiadas	39
Tabla 13. Plan de trabajo por productor durante los 5 años	42

INDICE DE ANEXOS

Contenido	Página
Anexo 1. Vista satelital de la finca a estudiar Santa Adelaida	53
Anexo 2. Vista satelital de la finca a estudiar Caña Florida.....	54
Anexo 3. Vista satelital de la finca a estudiar San Pedro de Arenales	55
Anexo 4. Hoja de campo para la EVS	56
Anexo 5. Hoja de campo para la recolección de datos de biomasa.....	58
Anexo 6. Hoja de campo para la recolección de datos de humedad	59
Anexo 7. Hoja de campo para la recolección de datos de cobertura arbórea	59
Anexo 8. Hoja de campo para la recolección de datos de entomofauna del suelo	60
Anexo 9. Encuesta para el diagnóstico retrospectivo	61
Anexo 10. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra de % de humedad gravimétrica (Especie 1-2lombrices) y el peso de Especie 1-2 (kg/m ³).....	65
Anexo 11. Fotos durante el estudio	66

DEDICATORIA

El fruto de mi esfuerzo y la dedicación de mi estudio se demuestran en este trabajo de tesis, en la que se encierra la virtud y la dicha como un recuerdo de lo que con todo amor he realizado en esta grandiosa Universidad Católica del Trópico Seco (UCATSE), "Pbro. Francisco Luis Espinoza Pineda".

Es entera satisfacción y orgullo dedicarlo a:

Dios: Por ser él, quien me ha servido de guía y el que me ilumina en mi vida.

Mis queridos padres: Por haber guiado mis pasos desde siempre y haberme dado todo su apoyo sin esperar recompensa solo mis estudios.

AGRADECIMIENTO

Expreso la más sincera gratitud a Dios Padre por ser el creador de todo y nuestro Señor Jesucristo, guía inspiración de mi existencia y fuente magna de mi sabiduría, ya que me permitió la culminación de mi estudio de Ingeniería Agropecuaria.

Agradecer a CRS, IINPOE y a mi Universidad Católica del Trópico Seco (UCATSE) y a todas las personas que de una u otra manera hicieron posible la realización de mi trabajo de título, especialmente a:

M.Sc. Flavia Andino Rugama: Que aprendí mucho de ella cosas que ni sabía y siempre me apoyó en lo que no podía, gracias por todo, siempre estaré muy agradecido.

Ing. Juan Octavio Meneses: Que gracias a él aprendí mucho en campo y en las ECAS.

A mis maestros: Por dedicar parte de su tiempo en la formación profesional integral mía y gracias a ellos soy lo que soy hoy en día.

A mis Tutores: Que han formado parte de mi trabajo y por qué siempre me ayudaron en lo que no podía y siempre me apoyaron.

A CRS: Gracias por todo su apoyo que me brindaron para concluir me trabajo de tesis.

RESUMEN

En muchas ocasiones ha escuchado sobre el suelo, por lo tanto muchos no sabemos el motivo de la degradación y los bajos rendimientos en cuanto a los cultivos y lo importante lo que es conservar el suelo, por lo tanto el presente estudio se realizó en las comunidades de Santa Adelaida, Caña Florida y Arenales de los municipios de Estelí-Condega, donde se seleccionó a seis fincas teniendo como propósito el objetivo analizar las propiedades del suelo y las condiciones del manejo de la producción ganadera que facilite la información para la planificación de prácticas de conservación de suelo y manejo de componentes silvopastoriles o pasturas, para lo cual se definieron una parcela de agricultura de conservación (ASA) de 2500 m² y otra parcela con manejo tradicional por el productor (Testigo), en las áreas de estas fincas se implementaron prácticas con sistemas silvopastoriles que contribuyan con el mejoramiento de los sistemas productivos y el suelo de las parcelas estudiadas, para esto se hará uso de ciertas prácticas como el uso de cobertura, esto para mejorar la humedad del suelo y sus propiedades, buscando la mejora de la productividad de los cultivos y pastos para una mejor producción agrícola y una alimentación balanceada del ganado. Se determinaron las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, cobertura arbórea, cobertura del suelo, la información de la finca y el sistema productivo. Obteniendo resultados no los esperados por el tiempo trabajado por que el suelo para mejorarlo requiere de muchos años, para el análisis estadístico se utilizó el programa de SPSS versión 23 en el cual se determina las diferencias en las variables e indicadores medidos en un año en el sistema de ganadería.

Palabras clave: Materia orgánica, Nitrógeno, Humedad Gravimétrica, Densidad Aparente.

I. INTRODUCCION

Actualmente, gran parte de las regiones del mundo presentan problemas de degradación del recurso suelo y agua en distinta forma y grado, debido a procesos que provocan en forma real o potencial una disminución de la capacidad productiva, como son la erosión, contaminación, degradación física, química y biológica, salinización, sodificación, acidificación, entre otros.

Estos procesos de degradación de los suelos, tienen su raíz en factores económicos, sociales y culturales, producto de la sobre-explotación del recurso y uso de prácticas inadecuadas de manejo de suelos y aguas, siendo su consecuencia más grave la pérdida de suelo, disminución de la fertilidad y la reducción de los rendimientos en los cultivos (Castañeda, s.f.).

De esta situación no escapan los municipios de Estelí y Condega, en donde uno de los principales problemas que enfrentan los productores (as) al hacer producir la tierra, es la pérdida de suelo causada por la erosión principalmente hídrica, sedimentación o desgaste del suelo, la contaminación y reducción de las fuentes de agua.

La erosión del suelo en estos municipios ha sido causada por diversos factores tales como el avance de la frontera agrícola a suelos no aptos para cultivos anuales, la forma tradicional de hacer producir la tierra como la quema, mala preparación de los suelos, deforestación, uso irracional de los recursos naturales, el uso incorrecto de los implementos agrícolas y por la ganadería (Rivas, Francisco, & Domingo, 2001). Por estas razones, es que es muy importante el desarrollo de acciones que conlleven a la solución de la problemática existente, especialmente con los sistemas productivos.

Por eso, la presente investigación analizó las propiedades y las características del sistema productivo en parcelas ganaderas, con la implementación de prácticas de conservación de suelo y agua, en seis fincas de tres comunidades de los municipios de Condega (Arenales) y Estelí (Caña Florida y Santa Adelaida). Con esto se pretendió incidir con soluciones ante la situación de pérdida progresiva en el rendimiento de los pastos con el consecuente deterioro del ingreso económico de los productores.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar las propiedades del suelo y las condiciones del manejo de la producción ganadera que facilite la información para la planificación de prácticas de conservación de suelo y manejo de componentes silvopastoriles o pasturas en seis fincas de las comunidades de los municipios de Condega (Arenales) y Estelí (Caña Florida y Santa Adelaida) en el periodo 2016-2017.

Objetivos específicos

Describir las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo en las parcelas ganaderas definidas en el estudio.

Comparar el comportamiento de la humedad, la macro fauna y la cobertura del suelo durante el periodo del estudio en las parcelas ASA y la parcela de manejo tradicional.

Determinar las características de los componentes silvopastoriles (árboles forestales y pasturas) de las parcelas en estudio, así como los rendimientos y producción de biomasa para alimentación de ganado.

Identificar las condiciones de manejo productivo de la actividad ganadera de las fincas en estudio, que facilite información para la planificación de actividades del establecimiento de las parcelas de pasturas o silvopastoriles.

III. MARCO TEORICO

3.1. El suelo

El suelo es la capa compuesta de materiales orgánicos y minerales que cubren la superficie terrestre, siendo un medio de crecimiento para las plantas superiores con diversas propiedades, como textura, estructura, acidez, las cuales influyen en la producción de plantas. Desde el punto de vista de un pedólogo que estudia el suelo como un cuerpo natural, sin relacionarlo con la agricultura, el suelo es un cuerpo natural constituido por materia orgánica e inorgánica, diferenciado de una roca madre por varios horizontes de diferentes profundidades, con propiedades físicas, morfológicas, composición química y características biológicas particulares y diferentes entre sí (Raudez & Sagastume, 2009).

El suelo desempeña funciones de gran importancia para el sustento de la vida en este planeta, es fuente de alimentos para la producción de biomasa, actúa como medio filtrante, amortiguador y transformador, es hábitat de miles de organismos, y el escenario donde ocurren los ciclos biogeoquímicos. En el suelo se llevan a cabo la mayoría de las actividades humanas, sirviendo de soporte físico y de infraestructura para la agricultura, actividades forestales, recreativas, y agropecuarias, además la socioeconómica como vivienda, industria y carretera (Huerta, 2010).

5.1.1. Propiedades físicas del suelo

Las propiedades físicas de los suelos, determinan en gran medida, la capacidad de muchos de los usos a los que el hombre los sujeta. La condición física de un suelo, determina, la rigidez y la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad, y la retención de nutrientes, se considera necesario para las personas involucradas en el uso de la tierra, conocer las propiedades físicas del suelo, para entender en qué medida y cómo influyen en el crecimiento de las plantas, en qué medida y cómo la actividad humana puede llegar a

modificarlas y comprender la importancia de mantener las mejores condiciones físicas del suelo posibles (Ponce, 2004). Las propiedades físicas abordadas en el presente estudio se explican brevemente a continuación.

Color. El color del suelo se utiliza para clasificarlo, sirve como indicador de los minerales dominantes presentes en el mismo, además de las condiciones de drenaje, es indicador del contenido y estado de descomposición de la materia orgánica. La herramienta que se utiliza para medir o determinar la coloración del suelo es la tabla Munsell, en ella se muestra una paleta con las diferentes tonalidades que puede tener el suelo y se utiliza comparando la muestra de suelo humedecida contra el color mostrado en la tabla (Raudez & Sagastume, 2009).

De manera cualitativa también se puede determinar el color, tal como lo propone la metodología de la evaluación visual de suelos, la que está basada en la observación visual que son valorados de acuerdo a una escala para cada indicador de la tierra, 0 = (pobre); 1 = (moderado); 2 = (bueno), comparando con las fotografías de referencia que presenta la guía de campo de esta metodología (Benites, s.f.).

Textura del suelo. La textura de un suelo está determinada por las cantidades de partículas minerales inorgánicas (medidas como porcentajes en peso) de diferentes tamaños (arena, limo y arcilla) que contiene. La textura es una de las propiedades permanentes del suelo, no obstante puede sufrir cambios por laboreo (mezcla de horizontes), erosión eólica (suelos más gruesos por pérdida de material), erosión hídrica (deposición de materiales más finos). Es el elemento que mejor caracteriza al suelo desde el punto de vista físico. La permeabilidad, la consistencia, la capacidad de intercambio de iones, la retención hídrica, distribución de poros, infiltración y estructura, son algunas de las características del suelo que en gran medida dependen de la textura (Pellegrini, 2014).

Porosidad. Es el espacio poroso de un suelo es la parte del mismo que en su estado natural está ocupado por aire y/o agua. El volumen de este espacio poroso depende mucho de la disposición de las partículas sólidas. La importancia agrícola de la porosidad del

suelo es muy grande y sus características dependen de la textura, estructura, contenido de materia orgánica, tipo e intensidad de cultivos, labranza y otras propiedades del suelo y su manejo.

La porosidad de un suelo se puede medir en forma directa suponiendo que es igual a la humedad de saturación. Sin embargo, esta suposición es cierta en casos de suelos con porosidad conectada. Generalmente, la porosidad determinada a partir de la densidad aparente da valores mayores que el contenido volumétrico de agua a saturación, esto es debido a que no toda la porosidad está conectada y por tanto, algunos poros permanecen llenos de aire, incluso, después de saturar la muestra. Esta diferencia será mayor, cuanto más poros aislados hayan (vesículas o cavidades), como ocurre en sellos o costras superficiales, o en ciertos horizontes con colapso de estructura.

La reducción de la porosidad del suelo repercute en propiedades físicas desfavorables debidas a una menor aireación del suelo, menor capacidad de infiltración de agua y dificultad para la penetración de las raíces. La aparición de horizontes compactados dentro de un perfil puede deberse a procesos genéticos o bien, puede ser una compactación creada por el paso de maquinaria, por el laboreo en condiciones de humedad inadecuadas, o por el paso repetido del arado a cierta profundidad, creando un piso de labor (piso de arado) en la base del horizonte A (Delgadillo, 2010).

Profundidad del suelo. Es la longitud o distancia entre la superficie del suelo y la capa de roca madre, donde la raíz de la planta puede crecer y desarrollarse fisiológicamente. Los suelos con una profundidad inferior a los 30 cm se califican como superficiales, los suelos que tienen una profundidad de 30-60 cm son moderadamente profundos y los suelos de más de 60 cm son profundos.

La profundidad del suelo influye en la selección de especies y variedades que puedan adaptarse en las parcelas de producción. Muchas especies no sobreviven largas épocas secas en suelos superficiales. En el caso de los cultivos en callejones con suelos

superficiales, se observa una fuerte competencia entre raíces de árboles y raíces del cultivo (Raudez & Sagastume, 2009).

Humedad del suelo. La humedad del suelo está constituida por la cantidad de agua que ocupa los espacios porosos. Esta propiedad está íntimamente relacionada con la textura del suelo, el contenido de materia orgánica, el arreglo estructural y algunas condiciones de la zona como el régimen de lluvias, el riego y la evapotranspiración potencial.

La presencia de texturas gruesas, indican mayor cantidad de macro poros que no pueden retener el agua del suelo y que permiten que se infiltre hasta los mantos freáticos. Las texturas finas presentan micro poros, que por el contrario, pueden retener con mayor fuerza la humedad del suelo, permitiendo el aprovechamiento por parte de los organismos y las raíces de las plantas. La materia orgánica del suelo gracias a sus propiedades coloidales y alta porosidad, puede retener gran cantidad de humedad, de allí su gran importancia (UNAD, s.f.).

Densidad aparente. La buena calidad física del suelo determina un ambiente adecuado para el desarrollo de las raíces vegetales, además del ingreso y almacenamiento óptimo del agua necesaria para el crecimiento de las plantas. El hombre a través del manejo agrícola o ganadero modifica la calidad física del suelo, la declinación de la calidad física tiene consecuencias graves en las condiciones químicas y biológicas. Las determinaciones físicas pueden ser observaciones sencillas basadas en la experiencia de reconocedores de perfiles de suelo, o requerir instrumental de diverso grado de precisión, los métodos para determinar propiedades físicas actualmente se encuentran en un menor grado de estandarización que los de propiedades químicas y además son menos conocidos, una de las medidas más comunes para conocer el estado físico de un suelo es la densidad aparente.

La densidad aparente se define como la masa de suelo por unidad de volumen (g.cm^3). Describe la compactación del suelo, representando la relación entre sólidos y espacio poroso, es una forma de evaluar la resistencia del suelo a la elongación de las raíces.

También se usa para convertir datos expresados en concentraciones a masa o volumen, cálculos muy utilizados en fertilidad y fertilización de cultivos extensivos, varía con la textura del suelo y el contenido de materia orgánica; puede variar estacionalmente por efecto de labranzas y con la humedad del suelo sobre todo en los suelos con arcillas (Rojas, s.f).

5.1.2. Propiedades químicas del suelo

Corresponden fundamentalmente a los contenidos de diferentes sustancias importantes como micro nutrientes (N, P, Ca, Mg, K, S) y micro nutrientes (Fe, Mn, Co, Zn; B, MO, Cl) para las plantas o por dotar al suelo de diferentes características.

Son aquellas que nos permiten reconocer ciertas cualidades del suelo cuando se provocan cambios químicos o reacciones que alteran la composición y acción de los mismos (Cepeda, s.f) Algunas propiedades químicas del suelo son:

pH del suelo. Una de las características del suelo más importantes es su reacción, ésta ha sido debidamente reconocida debido a que los microorganismos y plantas superiores responden notablemente tanto a su medio químico, como a la reacción del suelo y los factores asociados con ella. Tres condiciones son posibles: acidez, neutralidad, y alcalinidad. La escala es de ácido 5.5-6, Neutro 6-6.5 y alcalino de 7 (BOTANICAL ONLINE, S.f).

La materia orgánica. La materia Orgánica aumenta la capacidad de almacenamiento de agua del suelo, mejora la porosidad de los suelos compactados, regula la aireación y la temperatura, crea una estructura granular aterronada que favorece el desarrollo óptimo de las raíces de las plantas. Asimismo, tiene sustancias activas, aumenta la actividad biótica, es rica en microorganismos, reprime y regula el crecimiento desmesurado de las poblaciones de organismos dañinos. La materia orgánica es una gran reserva de nutrientes que es liberada poco a poco para su empleo e impide su arrastre por la erosión (Linares & García, 2004).

5.1.3. Propiedades biológicas del suelo

Se refiere a la gran diversidad biológica de organismos vivos del suelo. Frecuentemente, estos organismos están presentes en el suelo en cantidades asombrosas, varían en tamaño, desde las más pequeñas bacterias unicelulares hasta la presencia de pequeños animales vertebrados, contemplando toda clase de organismos entre los dos grupos descritos, como son algas, hongos, protozoarios, artrópodos, nematodos, gusanos de tierra, insectos y muchos más.

Cada uno de estos organismos cumple con una función específica dentro de la red alimentaria del suelo y todos ellos son alimento para otros organismos presentes dentro del mismo sistema. Los hongos ayudan a descomponer la materia orgánica del suelo, los hongos y las bacterias crean compuestos o compostas que ayudan a mantener unidas las partículas de suelo. Los nematodos están involucrados en los ciclos de los nutrientes, los artrópodos del suelo ayudan a triturar el material vegetal que han muerto, lo que estimula la descomposición de los mismos, los gusanos de tierra mezclan y agregan partículas del suelo estimulando la actividad microbiana (Fabregas, 2015).

Macrofauna. Es el grupo de organismos de mayor tamaño, entre 2 y 20 mm, lo integran formicidos (hormigas), isópodos (bicho bolita), isóptera (termitas), quilópodos (ciempiés), diplopodos (milpiés), insectos (adultos y larvas), oligoquetos (lombrices) y moluscos (caracoles y babosas). Operan en escalas de tiempo y espacio mucho más grandes que los grupos anteriores. La mayoría de ellos tienen un ciclo biológico largo, movimientos lentos y poca capacidad de dispersión así como baja tasa reproductiva. Los hábitos de alimentación varían considerablemente dentro y entre grupos: fitófagos, detritívoros, depredadores y geófagos, entre otros.

Estos grandes invertebrados se mueven libremente, pueden cavar el suelo y crear grandes poros. Las actividades físicas (mezcla del mantillo con el suelo, construcción de estructuras y galerías, agregación del suelo), así como sus actividades metabólicas (utilización de fuentes orgánicas disponibles, desarrollo de relaciones mutualistas y antagonistas), afectan muchos procesos del suelo. Entre éstos, mejoran la descomposición

de la materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes, modifican sustancialmente la estructura del suelo a través de la formación de macro poros y agregados, lo que afecta la tasa de infiltración y de aireación. Estos procesos mejoran las propiedades funcionales del suelo, promoviendo el crecimiento de las plantas, mejorando la distribución del agua en el perfil y, disminuyendo la contaminación ambiental (INIA, 2015).

3.2. Agricultura de conservación

La Agricultura de Conservación (AC) está siendo promovida a nivel mundial por centros de investigación y otros organismos internacionales como una alternativa a la agricultura convencional para conservar los recursos de agua y suelo dentro del agro ecosistema. Según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), la AC se basa en la combinación de tres elementos:

- 1) minimizar la alteración del suelo;
- 2) maximizar la cubierta vegetal del suelo con otros cultivos, pastos o residuos del cultivo anterior (aproximadamente un 30% de la superficie del suelo cubierta); y,
- 3) favorecer la actividad biológica del suelo a través de rotaciones de cultivos (FAO, 2013 citado por (Moreno, 2015).

En los sistemas forestales, la gran producción y reciclaje del follaje dan lugar a una intensa actividad biológica, a la formación de humus y con ello a una capa superior de suelo de color oscuro. En razón del gran número de insectos y gusanos hay poros grandes que permiten la infiltración del agua. En contraste, en el caso de los cultivos anuales, la producción de hojas es mucho menor, la biomasa por lo general se remueve del suelo, el suelo es labrado varias veces al año y, por lo tanto, es mucho más seco. En consecuencia, hay menos alimentos y humedad disponibles para la fauna del suelo y su hábitat es disturbado o destruido en forma sistemática.

En los casos en que la capa superior del suelo ha sido erosionada y que las capas de suelos más pobres han quedado expuestas, es esencial rehabilitar y restaurar el suelo para devolverle una buena capacidad de producción con el cultivo o pasturas siguientes. Si esto no se cumple,

se pone en movimiento una espiral de degradación como consecuencia de una cobertura vegetativa y producción de biomasa reducidas y una menor retención de agua y suelo. De este modo, la calidad del suelo restante da más motivo de preocupación que la cantidad y la calidad del suelo que se ha perdido. Los agricultores necesitan crear condiciones favorables para la vida del suelo y deberían manejar la materia orgánica de modo de crear suelo fértil en el cual se puedan desarrollar plantas fuertes y sanas.

En la agricultura tropical de secano, en la cual los agricultores de pocos recursos sufren, por lo general, una fertilidad decreciente del suelo y una disminución de la dinámica del agua del suelo, la restauración de la materia orgánica es esencial para la estabilización de la producción.

Sin embargo, esto no se obtiene con la mera incorporación de materia orgánica al suelo, ya que bajo las condiciones tropicales el proceso de degradación es demasiado rápido como para permitir el mejoramiento de las propiedades del suelo a mediano o largo plazo. Más aún, la incorporación de materia orgánica implica la labranza del suelo la cual acelera su descomposición y destruye la estructura y los organismos (FAO, 2002). Son diversas las prácticas que se promueven para una agricultura de conservación, pero las más comunes se explican brevemente a continuación:

Manejo de los residuos: el manejo de los residuos de los cultivos y de las malezas es un elemento fundamental de la Agricultura de Conservación. La cobertura de los residuos también protege y alimenta la fauna del suelo que produce y mantiene abierto el sistema de poros.

Labranza de conservación: las prácticas de la labranza de conservación dejan algunos residuos sobre la superficie los cuales incrementan la infiltración del agua y reducen la erosión.

Labranza cero: la labranza cero es un elemento técnico aplicado en la Agricultura de Conservación. Esta no solo evita la labranza colocando las semillas en el suelo por medio de la siembra directa, sino que también mejora la estructura del suelo manteniéndolo cubierto.

Rotación de cultivos: la rotación de cultivos es necesaria en la Agricultura de Conservación para evitar la difusión de las plagas, las malezas y la presión de las enfermedades y para asegurar que los distintos sistemas radicales de las plantas exploren diferentes profundidades del suelo.

Plantación/siembra directa: la plantación/siembra directa se efectúa sin la labranza previa del suelo para preparar la cama de semillas. Los equipos o herramientas que se usan en estas condiciones siembran a través de los residuos o de las plantas de cobertura.

Agricultura orgánica: las prácticas de la agricultura orgánica pueden ser elementos de la Agricultura de Conservación si bien en muchos casos utilizan la labranza. A la inversa, la Agricultura de Conservación no es necesariamente agricultura orgánica si bien se basa en procesos naturales (FAO, 2007).

3.3. Sistema silvopastoril

Los sistemas silvopastoriles son una modalidad de los sistemas agroforestales. Son una opción de producción pecuaria que incluye la presencia de árboles o arbustos, interactuando con los componentes tradicionales (especies forrajeras herbáceas y animales), bajo un mismo sistema integral destinado a incrementar la productividad por área de manera sostenida a lo largo de los años.

Se les consideran prácticas ganaderas en donde los árboles están combinados con pastos naturales o mejorados, con otros cultivos forrajeros y con los animales. El ganado puede consumir el forraje, producido en los sistemas silvopastoriles, directamente en el sitio. O puede cortarse y acarreararse para ofrecerlo en comederos. En esta asociación, los componentes están beneficiándose mutuamente (Palma, Catellón, & Guharay, 2015). Hay varios tipos de sistemas silvopastoriles:

- Intensivos
- Bancos de forraje
- Árboles dispersos en potreros
- Cercas vivas
- Cortinas rompe-vientos

Los sistemas silvopastoriles intensivos, tal como su nombre lo indica son sistemas productivos que funcionan de manera integral en los que se realiza un aprovechamiento intensivo de todos los recursos de la parcela o de la finca, de manera equilibrada y sostenible sin llegar a la sobreexplotación.

Los sistemas de árboles dispersos, cercas vivas y cortinas rompevientos se han venido utilizando desde hace muchísimos años y son muy comunes. En éstos se pueden establecer, al menos, tres estratos de plantas con especies diferentes.

- **Primer estrato o bajo.** Compuesto por especies de gramíneas o pastos, así como, por otras especies de plantas herbáceas que se siembran entre las líneas de las arbóreas o arbustivas.
- **Segundo estrato o medio.** Se establece con especies arbóreas o arbustivas, por lo general leguminosas debido a su alto contenido de proteína y su tolerancia al ramoneo. Entre las más utilizadas se tiene *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium*.
- **Tercer estrato o alto.** Para su establecimiento se utilizan diversas especies de árboles de mayor altura, y de usos múltiples. Estas proporcionan bienes como madera, frutas, medicinas, así como también servicios ambientales.

Las especies del primer y segundo estrato se utilizan para la alimentación animal a través del pastoreo directo durante todo el año. Las del tercer estrato debido a su altura no son útiles para el pastoreo pero proporcionan abundante sombra, y en ciertos períodos proveen alimentos para el consumo animal como frutas, flores y hojas que es necesario recolectar y muchas veces procesar (Sánchez B. , 2014).

Con relación al sistema de árboles dispersos en potreros, se le considera el más ampliamente utilizado, ya que presenta la ventaja de incluir árboles de uso múltiple, por lo que representan un beneficio como fuente de madera para construcción, cercas, leña, frutas para animales y para la gente, medicinas, miel, sombra y otros. Por su altura no se utilizan para el ramoneo pero los animales consumen las hojas, flores y frutos que tienen un alto contenido de proteínas, minerales y energía. Algunas especies se establecen con el objetivo de proporcionar alimento al ganado, pero en muchos casos es necesario realizar un

procesamiento antes de esto (Sánchez B. , 2014). Las especies más utilizadas con estos fines son el carbón (*Acacia pennatula*), Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) guácimo (*Guazuma Ulmifolia*) y madero negro (*Gliricidia Sepium*) entre otros.

3.4. Los pastos

Los pastos son el elemento fundamental para la ganadería, ya que de ellos depende una buena alimentación, por lo que de preferencia deben ser pastos mejorados de alta calidad, que en conjunto con los árboles del SSP pueden garantizar una mayor producción de biomasa forrajera y podrá incrementar su capacidad de carga animal, así como, los rendimientos de leche y carne (Sánchez B. , 2014). Con relación a esto, en este tema se abordarán aquellos cultivares que se consideraron en la presente investigación.

3.4.1. Marandú

Es un pasto perenne que se adapta a muchos tipos de suelos, sin embargo, prefiere los suelos fértiles y sin encharcamientos. Crece en alturas que van desde el nivel del mar hasta los 1,500 m.s.n.m. y en regiones con más de 800 mm de lluvias, es un pasto que soporta hasta 5 meses de sequía y observa un excelente rebrote con el inicio de las lluvias. Se caracteriza por poseer alta resistencia a la mosca pinta de los pastos, recomendado para cría y engorda de bovinos, también tiene excelente resistencia a la invasión de malezas.

La siembra puede ser al voleo o en surcos separados a 80 cm. La preparación del terreno consistirá en un paso de arado y dos o más de rastra, hasta obtener una buena cama de siembra, siembre cuando el suelo presente condiciones favorables a la germinación y emergencia de las plántulas. Mejores resultados son obtenidos cuando la humedad, temperatura y luminosidad son elevadas, evitar sembrar antes de la normalización de las lluvias y el primer pastoreo es factible realizarlo a los tres o cuatro meses después de la siembra cuando se observa que la pradera presenta más de un 90 % de cobertura (Pastobras Sementes, s.f).

En todo caso se recomienda labranza mínima, produce entre 20 a 25 t/ha/año de materia seca, con un contenido de proteína cruda entre 10 y 12% y digestibilidad de 55 a 70%. Se fertiliza aplicando un quintal de completo al momento de la siembra y 1.5 quintal de urea 30 a 45 días después. Durante el mantenimiento aplicar 2 qq/urea cada 2 o 3 ciclos de pastoreo, el estiércol de los corrales se puede utilizar para abonar los potreros con lo que se ahorra dinero en la compra de fertilizantes químicos y no se afecta el medio ambiente.

Bajo condiciones ambientales y manejo adecuado, es posible establecerlo entre los 3 y 4 meses después de la siembra, a partir de este momento se puede realizar un primer pastoreo introduciendo una alta carga animal por un corto periodo de tiempo. Posteriormente se puede seguir utilizando con períodos de descanso entre 25 y 35 días, se adapta bien en sistemas silvopastoriles, se puede asociar con especies de leguminosas arbóreas, arbustivas y rastreras. También se puede asociar con especies maderables, los socios más comunes son con maní forrajero, kudzu, centrocema, leucaena, laurel y roble (INTA, s.f.).

3.4.2. Mombasa

El Mombasa es uno de los cultivares de la especie *Panicum maximum*; 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 e 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.

Época de siembra. La siembra debe hacerse a principios de la época de lluvias, entre la segunda quincena de junio y la primera quincena de septiembre, tratando de asegurar por lo menos tres meses de humedad en el suelo después de la siembra.

Siembra. Para establecer praderas con pasto Mombasa, se recomienda mezclar la semilla con sales minerales granuladas o con fertilizantes como el superfosfato triple de calcio. Estos materiales aportan minerales al suelo, dan consistencia y aumentan el volumen, por lo que permiten una calibración más exacta de la sembradora para grano pequeño. De esta manera

se ahorra alrededor del 50% de la cantidad de semilla necesaria por hectárea, se mejora su distribución en la cama de siembra y se hace más fácil y rápido el trabajo (Garcia & Lopez, 2014).

El primer pastoreo se puede hacer a los 180 días después de la siembra. Es una especie bastante exigente en fertilidad del suelo y por ello es común encontrarla manejada con niveles altos de fertilización y en los mejores suelos que se explotan con ganadería. Con sistemas de fertilización, se han alcanzado niveles de producción de 40-50 ton de Materia seca (MS)/ha/año (150 - 200 ton de MV/ha /año), 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.

La producción de *Panicum maximum* cv. Mombaza varía dependiendo de la calidad de los suelos y de clima en los cuales se desarrolla. Esta puede ser usada para producir heno cortándolo entre los 40 y 70 días sin que difiera el coeficiente de digestibilidad de la MS. La calidad nutricional es buena; la digestibilidad in vitro de la M.S es del 70%; el contenido de proteína puede variar entre el 8 y el 22%. La altura de pastoreo varía pero se recomienda hacerlo cuando alcanza entre 60 y 80 cm, aprovechándolo hasta los 20 cm. La producción de semillas se encuentra generalmente entre 50 y 300 kg de semilla/ha efectuando la cosecha entre los 28 y 36 días después de la aparición de la inflorescencia (Lopez, 2009).

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Localización del área de estudio

La presente investigación se realizó en las comunidades de Santa Adelaida, Caña Florida y Arenales que se encuentran ubicadas en la región norte de Nicaragua, departamento de Estelí, a 175 km de Managua, sobre la carretera norte y la zona cuenta con una temperatura media anual de 24.6° C, al igual que una precipitación de 800 a 900 mm..

La comunidad Santa Adelaida se localiza en las coordenadas; latitud Norte 13°14'51.324" y longitud Oeste 86°22'19.667" (anexo 1) con una altura de 863 msnm, la comunidad de Caña Florida se encuentra a una latitud Norte 13°16'8.919" y longitud Oeste 86°19'49.961" con una altitud de 972 msnm (anexo 2) y la comunidad de Arenales se localiza en las coordenadas; latitud Norte 13°19'21.072" y longitud Oeste 86°21'33.319" con una altura de 586 msnm (anexo 3) según los datos del mapa (Google maps, 2016).

4.2. Selección de fincas y productores incluidos en el estudio

Se identificaron seis fincas que han sido seleccionadas por un muestreo intencional, teniendo en cuenta que son fincas que tienen como actividad relevante la ganadería, con áreas de terreno destinadas para rubro pecuario, cuyos dueños expresaron tener disposición para involucrarse en el estudio. A continuación, se indica información básica de cada finca en donde se realizará el estudio.

Tabla 1. Información de las fincas y productores considerados en el estudio

Comunidad	N. de la finca	N. del productor	Número de Animales	Coordenadas		Altura (msnm)	Área de la finca
				Latitud	longitud		
Santa Adelaida	Santa Adelaida	UCATSE santa Adelaida	93	567659	1464182	878.6	80 Mz
Caña Florida	-	Alejandro Canales Pérez	80	571835	1466710	870	50 Mz
Arenales	El bambú	Eladio de Jesús Zaldívar	10	569565	1472991	596	45 Mz
	Cristo rey	José Ángel Calderón	18	571197	1473372	675.3	40 Mz
	El porvenir	Julio Cesar Zaldívar	12	570143	1473456	652.7	40 Mz
	El Níspero	Mario Chavarría	13	570706	1473100	657.7	38 Mz

N.: Significa el nombre

Mz.: Manzanas

4.3. Variables del estudio

Variable	Definición	Indicadores	Medidas de expresión	Instrumento
Propiedades físicas del suelo	Son aquellas que reflejan la manera que este recurso acepta, retiene y transmite agua a las plantas, así como las limitaciones que se Pueden encontrar en el crecimiento de las raíces, emergencia, infiltración etc.	Humedad	Porcentajes	Hoja de campo y hoja de cálculo en Excel
		Textura	Porcentaje arena, limo y arcilla y clase textural	Análisis de laboratorio de suelo y hoja de cálculo en Excel
		Coloración Estructura, porosidad, profundidad Color de moteado Conteo de lombrices Compactación y cobertura	Escala 0 = pobre; 1=moderado; 2 = bueno	Evaluación Visual de Suelo (EVS)
		Densidad aparente	gr/cm ³	Análisis de suelo de laboratorio y hoja de campo.
Propiedades químicas de suelo	Contenido de nutrientes presentes en el suelo.	Macro y micro nutrientes	Cmol/L o mg/Kg	Análisis químico del suelo
		pH en H ₂ O y KCl	g/ml, escala	Análisis químico del suelo
		Materia orgánica	Porcentaje	Análisis químico del suelo

Variable	Definición	Indicadores	Medidas de expresión	Instrumento
Propiedades biológicas del suelo	Son las que están asociadas a la presencia de materia orgánica y de formas de vida animal, tales como microorganismos, lombrices.	Macro fauna mayor de 2 mm: Lombrices, otras especies y raíces finas.	Kilogramos de biomasa por metro cubico de suelos Kg/m ³	Hoja de campo
Cobertura del suelo	Material físico de la tierra de origen natural.	Biomasa seca Cobertura de pasto	Kg/Ha	Hoja de campo
Cobertura arbórea	Son estimaciones que corresponden a calcular el diámetro del árbol, para determinar el porcentaje de cobertura total.	Especies arbóreas Número de individuos Cobertura arbórea	Cantidad/Ha Densidad/Ha Porcentaje	Hoja de campo
Información de la finca y del sistema productivo	Se refiere a aquellos datos sobre el productor, su familia y el sistema productivo que posee en los últimos cinco años.	Prácticas de fertilización y manejo del suelo. Datos de producción por cultivo. Actividades pecuarias.	Qq/mz por rubro C\$/mz/ciclo	Encuesta con un diagnóstico retrospectivo

4.4. Técnicas-instrumentos de recolección de datos

El estudio es de tipo descriptivo con el uso de métodos cuantitativos y cualitativos, se aplicó la técnica de la observación y como instrumentos metodológicos se utilizaron hojas de campo para la recolección de información, se utilizó un diseño de parcelas pareadas, con una parcela de referencia con manejo tradicional (parcela testigo) y una parcela de estudio (parcela ASA); donde se implementaron prácticas de conservación con la implementación de SSP de árboles dispersos y sistema silvopastoril intensivo, implementación de un plan de fertilización y manejo del pasto.

En cada finca se delimitaron las dos parcelas con un área mínima de 2,500 m² cada una, en la parcela de estudio se realizaron las intervenciones establecidas en el plan de actividades definidas con el productor. Mientras que la parcela tradicional siguió siendo manejada como hasta la fecha lo ha hecho el productor, se manejó un área por cada productor de 5000 m².

4.4.1. Toma de muestras de suelo

En 15 puntos al azar, se limpió de hojarasca en el área, luego se perforó el suelo con un palín a una profundidad de 0-30 cm y se tomaron la muestra de suelo, las que fueron mezcladas se separaron los terrones, piedras y palo y se realizó el cuarteo de modo de dejar un compuesto de un kilogramo.

Después las muestras se etiquetaron, se empacaron y luego se enviaron al laboratorio de la QUISA en León, para obtener resultados de las características físicas y químicas información que se entregó para desarrollar un programa de fertilización (este muestreo se realizó una sola vez en el año).

Esto se acompañó con un análisis de suelo con la metodología de la Evaluación visual de suelo (EVS) de acuerdo a lo propuesto por (Benites, s.f.). La EVS valora mediante la observación visual ciertas propiedades de la tierra que indican la calidad que posee como el color, estructura, consistencia, porosidad y profundidad, que son valorados de acuerdo a una escala para cada indicador de la tierra, cuyo dato se registra en una hoja de campo (anexo 4).

También la cobertura del suelo fue valorada por el productor con la misma metodología utilizada al inicio del estudio para la evaluación de la calidad del suelo, utilizando la escala de (Shepherd.T.G, 2000).

4.4.3. Muestreo de la humedad del suelo

En el caso de la muestra de humedad del suelo, se seleccionó el sitio, se limpió el área a muestrear con un palín, después se perforó el suelo a una profundidad de 0-20 cm, se tomó la muestra de uno de los perfiles del orificio con un peso promedio de 200 gramos, en tres puntos que son en la parte alta, media y baja de la parcela ASA y Testigo (anexo 6). Este dato se tomó de manera bimensual durante el año de la investigación.

Luego de ser tomadas todas las muestras, se etiquetaron y se procedió a mandarlas al laboratorio de la Universidad (UCATSE), se les tomó el peso húmedo de las muestras para luego ser sometidas al horno a 105 °C por 24 horas y después se pesaron las muestras y se estimó la humedad gravimétrica de acuerdo a la ecuación siguiente:

$$H(\%) = \frac{P_{hú} - P_{seca}}{P_{seca}} * 100$$

4.4.4. Muestreo de cobertura arbórea

En la cobertura arbórea, se identificaron las especies de árboles y la cantidad que se encuentran en el área a muestrear, luego se determinó la oclusión de cada árbol dando una valoración en porcentajes de 0-100% (se efectuó dos veces al año al inicio y al final, luego se registró en la hoja de campo (anexo 7).

4.4.5. Muestreo de macrofauna del suelo

Para tomar los datos sobre la macrofauna mayor de 2mm lo que se procedió hacer, fue limpiar el área a muestrear, después se perforó el suelo con un palín donde se hizo un monolito, para lo cual se excavo una calicata de 25 x 25 x 20 cm, dividiendo el monolito en dos estratos de 0-10 cm y 10-20 cm. Se realizó tres monolitos en la parte alta, media y baja de cada parcela (anexo 8).

Se tomó el número de individuos y peso para lombrices y otras especies (hormigas, insectos, miriápodos, larvas y raíces). El muestreo se realizó tres veces al año (la 1ra en la salida de verano, 2da salida de invierno y 3ra entrada de invierno).

El conteo de lombrices también fue evaluado una sola vez, en el mismo momento que se realizó la evaluación visual de suelo, utilizando la escala indicada. Para esto se utilizó un monolito, contando el número de lombrices presentes.

4.4.6. Toma de información de la finca y del sistema productivo

Esta toma de datos se determinó con un Diagnóstico por cada productor para los últimos cinco años (anexo 9), tomando en cuenta los siguientes términos:

1. Datos generales del productor.
2. Información del grupo familiar.
3. Datos generales de la finca.
4. Prácticas de fertilización y manejo del suelo.
5. Datos de producción e ingresos por cultivo.
6. Actividades pecuarias.

4.4.7. Establecimiento de las actividades y el plan de acción para el establecimiento y manejo de las fincas

Una vez ya delimitadas las parcelas en las fincas de cada productor lo que se procedió fue a trabajar junto con él, definiendo las actividades que se irán desarrollando en el tiempo determinado, sobre prácticas de conservación que contribuyen a una mejora del suelo y con algunos se definieron sistemas silvopastoriles debido al manejo que le dan a sus parcelas, delimitando la parcela de estudio (ASA) durante un periodo de 5 años con un área de 2500 m². Posteriormente, se definió el manejo que se ha estado realizando, al igual que el mantenimiento y monitoreo de las parcelas de estudio y parcelas de referencia o tradicional de cada productor que tiene también un área de 2500 m².

4.5. Procesamiento de datos

Las dos parcelas (ASA y Testigo) para cada productor se consideraron como tratamientos, pudiendo así lograr comparar los datos que son periódicos de algunas variables. En caso de los datos que se monitorearon y se obtuvieron tres datos por parcelas, se realizó primeramente un análisis de normalidad para luego utilizar la prueba T-estudent o Mann Whitney que servirá para comparar los dos tratamientos (parcela de estudio y parcela de referencia o tradicional), también para comparar los datos del inicio y final de las parcelas con el programa de SPSS Versión 23.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante lo que fue el periodo 2016-2017 se realizó la toma de datos con la metodología descrita, para darle salida a los objetivos de la investigación, basada en los que fue manejo de pasturas, prácticas de conservación y principalmente en la fertilidad del suelo en fincas ganaderas.

5.1. Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo

Las propiedades físicas de los suelos, determinan en gran medida, la capacidad de muchos de los usos a los que el hombre los sujeta. Determina, la rigidez y la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua y la retención de nutrientes. A los elementos químicos en el suelo se les puede encontrar en las diferentes fases, en la fase sólida se encuentran formando parte de la estructura de los minerales o haciendo parte de los compuestos orgánicos; en la fase líquida se encuentran contenidos en el agua del suelo, formando soluciones, es decir se encuentran ionizados (aniones y cationes), cuando los nutrientes se encuentran disueltos, a esto se le llama solución de suelo.

El suelo se relaciona con la actividad microbiana y fauna del suelo como las lombrices, nematodos, protozoarios, hongos, bacterias y artrópodos. La biología del suelo juega un papel fundamental en la composición del suelo y sus características. Sin embargo, al ser una ciencia recién descubierta tiene mucho por investigar y como afecta la naturaleza de los suelos. Los organismos del suelo descomponen la materia orgánica proveniente de restos vegetales y animales liberando a su vez nutrientes para ser asimilados por las plantas (Amaya Francisco, 2014).

5.1.1. Propiedades físicas del suelo

Benites (s.f.), explica que los suelos difieren en su estructura y capacidad para mantener la disponibilidad de agua para las plantas, dependiendo de la textura y la profundidad.

Por eso, es importante determinar el tipo de suelo para mejorar la retención del agua dependiendo del suelo que se encuentre y también la profundidad para ver a que profundidad se puede desarrollar el sistema radicular de la planta.

Con la evaluación visual de suelo en cada parcela se determinó que en las comunidades de Arenales y Caña Florida hubo buenas condiciones en estructura para las P3, P4 y P5, misma que es importante para el crecimiento de los cultivos y favorece la penetración y desarrollo de las raíces.

En cuanto a compactación esta reduce la infiltración de la lluvia; debido a esto el indicador de profundidad en las mayorías de las comunidades presentó condiciones pobres ya que esos suelos están degradados, por el poco manejo y sin una adecuada carga animal. El resto de indicadores estuvieron por debajo del nivel óptimo condiciones que se deben mejorar, para lo cual se diseñó un plan de manejo con implementación de obras de conservación de suelo y agua, para recuperar estas características físicas del suelo.

Tabla 2. Evaluación visual de suelo de las parcelas estudiadas

Comunidades	Porcentaje	Arenales			Caña Florida		Santa Adelaida
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
Aspecto del suelo	máximo	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Estructura	6	3	3	6	6	6	3
Porosidad	4	2	2	2	4	2	2
Coloración	4	2	2	4	2	2	2
Color de Moteado	2	1	1	2	2	2	1
Compactación	2	1	0	1	1	2	2
Profundidad	6	0	0	0	0	3	3
Total	24	9	9	15	15	17	13

P1, P2, P3, P4, P5, P6. Código para cada productor

El dato de densidad aparente se tomó tanto en la parcela ASA como en la testigo, observándose de la tabla 3, que los valores difieren entre ambas parcelas, siendo más alto en tres parcelas testigos (P2, P4, P5) y a la inversa en las tres restantes debido por el porcentaje de compactación que se determinó por la evaluación del suelo por cada parcela.

Por otro lado según Hernandez, (2008), la textura es la proporción de las distintas partículas minerales del suelo, clasificadas según su tamaño de grano en tres grandes grupos: Arena, limo y arcilla.

Es importante determinarla ya que con los resultados que se obtienen de (Arena, limo y arcilla), se puede determinar el tipo de suelo que se encuentran, como tal se observa en la tabla 3 todas las parcelas presentan la misma clase textural, probablemente por su cercanía, exceptuando la parcela por su ubicación en otra zona (Santa Adelaida UCATSE).

USDA (2015), considera que la densidad aparente es un indicador de la compactación de suelo, afecta la infiltración de agua, el desarrollo radicular, la disponibilidad de agua, la porosidad (macro y micro poros), la disponibilidad de nutrientes e incluso la actividad de microorganismos en el suelo. Valores altos son indicadores de baja porosidad y compactación del suelo, una densidad aparente alta en el suelo impacta la disponibilidad de agua para las plantas desde el suelo, el crecimiento de raíces, el movimiento de aire y agua a través del suelo, la compactación aumenta la densidad aparente y reduce el rendimiento de los cultivos.

Tabla 3. Resultado de análisis químico de la clase textural y densidad aparente por productores

Productor	Parcela	Densidad aparente (gr/m ³)	Porcentaje			Clase textural
			Arena	Limo	Arcilla	
P1	ASA	1.90	61.08	22.44	16.48	Franco arenoso
	Testigo	1.10				
P2	ASA	0.87	59.16	27.64	13.2	Franco arenoso
	Testigo	1.10				
P3	ASA	1.20	63.52	25.28	11.2	Franco arenoso
	Testigo	0.97				
P4	ASA	1.20	60.44	23.08	16.48	Franco arenoso
	Testigo	1.60				
P5	ASA	1.20	51.16	27.64	21.2	Franco arenoso
	Testigo	1.90				
P6	ASA	1.40	33.16	39.64	27.2	Franco
	Testigo	0.97				

P1, P2, P3, P4, P5, P6. Códigos por productores

5.1.2. Propiedades químicas del suelo

En los suelos el pH es usado como un indicador de su acidez o alcalinidad y es medido en unidades de pH. Es una de las propiedades más importantes del suelo que afectan la disponibilidad de los nutrientes, controla muchas de las actividades químicas y biológicas que ocurren en el suelo y tiene una influencia indirecta en el desarrollo de las plantas (CIA/UCR, s.f).

Al evaluar los valores de pH encontrados de acuerdo al cultivo que se pensó plantar en el suelo que se estudió, tomando en cuenta los requerimientos y condiciones que amerita el pasto y el pH óptimo, se encontró como se muestra en la tabla 4 que todas las parcelas con

excepción la P1 están en niveles medios. En cuanto a los macro nutrientes, en el caso del Nitrógeno están en déficit todas las parcelas, al igual que el azufre.

Esto implica que para el pasto Marandú, se requiere un plan de fertilización aplicaciones que incluye fuentes para estos nutrientes al igual que para algunas parcelas que presentan niveles medios para el fósforo y magnesio, para los micro nutrientes se encontraron resultados con valores medios o bajos para estos nutrientes.

En las relaciones catiónicas con respecto a Ca/Mg se encontraron valores bajos en cuanto a los productores José Calderón (1.17) y UCATSE (2.53), esto se dio por el tipo de cultivo que tenían antes de establecer el pasto y también por el poco manejo del suelo, los demás valores se encontraban en el óptimo y algunos altos.

Tabla 4. Análisis químico del suelo en las parcelas estudiadas

Valores	Comunidades					
	Arenales			C. Florida	S. Adelaida	
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
pH en agua	6.9 A	6.5 M	6.3 M	6.2 M	6.5 M	6.5 M
pH en KCl	6.3	5.7	5.6	5.4	5.7	5.7
Macro Nutrientes						
N (%)	0.18 B	0.21 B	0.25 B	0.13 B	0.25 B	0.25 B
P mg/kg	31.8 A	23.5 A	16.7 M	11.5 M	13.4 M	21.9 A
K cmol(+)/L	2.34 A	0.9 A	0.52 M	0.56 M	1.28 A	0.77 A
Ca cmol(+)/L	28.44 A	27.89 A	27.76 M	14.07 M	32.18 A	22.62 A
Mg cmol(+)/L	7.42 M	9.42 M	9.19 M	12.05 A	10.36 A	8.92 M
S mg/kg	13.3 B	4.9 B	8.8 B	6.5 B	5.6 B	6.4 B
Micro Nutrientes						
B (mg/kg)	0.7 A	0.6 M	0.3 M	0.5 M	0.6 M	0.3 M
Fe (mg/kg)	70.4 M	79.7 M	72.4 M	97.5 M	68.2 M	73.2 M
Zn (mg/kg)	3.2 M	0.4 B	0.3 B	0.5 B	2.5 B	1.3 B
Cu (mg/kg)	1.6 B	1.6 B	1.9 B	1.4 B	3.2 M	8.1 M
Mn (mg/kg)	25.8	21.9	20.2	13.1	2.2	36.6

Valores	Comunidades					
	Arenales				C. Florida	S. Adelaida
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Relaciones catiónicas						
Ca/Mg (2 a 5)	3.83 M	2.96 M	3.02 M	1.17 B	3.1 M	2.53 B
Ca/K (5 a 25)	12.12 M	30.99 A	52.97 A	25.04 M	25.12 M	29.23 A
Mg/K (2.5 a 15)	3.17 M	10.47 M	17.54 A	21.45 A	8.09 M	11.53 M
Ca+Mg/K (10 a 40)	31.61 M	38.36 M	45.3 A	35.52 M	40.28 A	34.16 M

P1, P2, P3, P4, P5, P6. Códigos por cada productor

A: Alto M: Medio B: Bajo

El resultado obtenido para la materia orgánica como se muestra en la figura 1 según la escala propuesta por el laboratorio es el óptimo de 5% para tres parcelas, siendo dos parcelas de la comunidad de Arenales que presentaron un valor de 2.69 y 3.6 las de valores más bajos esto se a sus condiciones de manejo con poca cobertura y ningún manejo.

La cantidad de materia orgánica del suelo depende de la vegetación, el clima, la textura del suelo, el drenaje del mismo y de su laboreo. Los suelos minerales con mayor contenido de materia orgánica son normalmente los suelos de praderas vírgenes, los suelos de bosques y aquellos de climas cálidos tienen una menor cantidad de materia orgánica (Pascual, s.f).

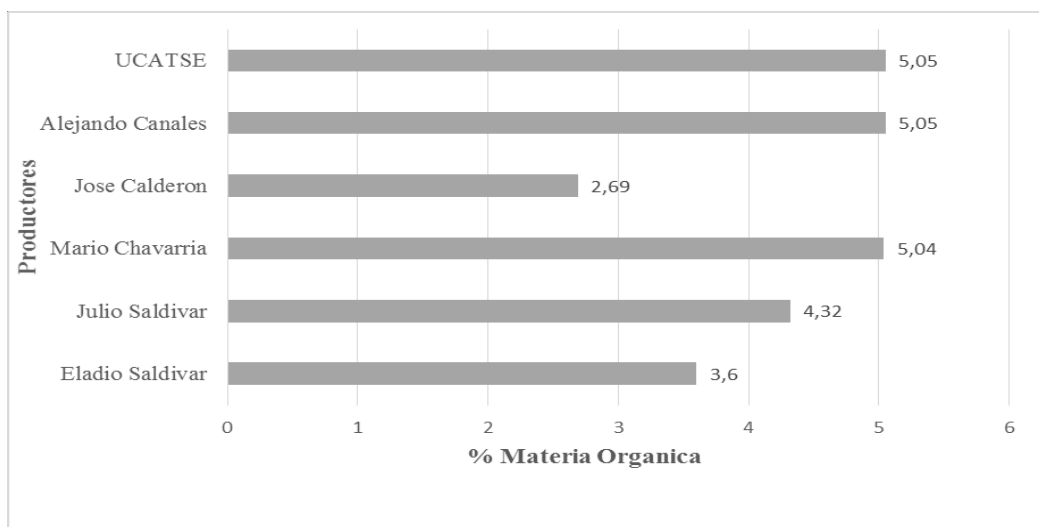


Figura 1. Comportamiento del porcentaje de materia orgánica por productores

5.2. Comportamiento de la humedad, la macro fauna y cobertura del suelo

5.2.1. Humedad

En las parcelas de estudio se notó una diferencia de humedad con respecto a la media en las parcelas ASA (17.3247) y la testigo (13.7654). Según Pereira (2008) el mantenimiento de los residuos de cultivos sobre la superficie del suelo aumenta la conservación de la humedad en el perfil del suelo, especialmente en las áreas secas. Esto puede aplicarse por que en algunas parcelas las prácticas implementadas mejoran la cobertura del suelo, capturando más humedad. Los residuos de cultivos sobre la superficie:

- Incrementan la infiltración de agua mediante la prevención de la formación de la costra y mejoran la estructura del suelo.
- Capturan más humedad que en los suelos desnudos, debido a la rugosidad de la superficie dan sombra al suelo y, por lo tanto, reducen la evaporación.
- Incrementan la capacidad de retención del agua del suelo mediante el mejoramiento de la estructura.

En el caso del comportamiento de la humedad por productor se encontró mayor el valor en cuanto a la media en el P6 con un valor de (21.93) de la comunidad Santa Adelaida, aunque la variabilidad de los datos es muy alta.

Tabla 5. Estadístico descriptivo para la variable de humedad gravimétrica por parcela (ASA-Testigo) por productores

% Humedad	Parcelas		Productores					
	ASA	Testigo	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Media	17.32	13.76	11.97	11.96	15.94	14.94	17.48	21.93
Mínimo	1.98	25.00	13.54	1.57	1.98	3.32	25.00	5.12
Máximo	86.95	46.03	28.54	23.30	46.03	86.95	50.97	84.23
D.E	14.02	9.82	7.71	6.21	9.90	14.25	14.39	16.28

P1, P2, P3, P4, P5, P6: Códigos para cada productor

Según los resultados obtenidos en la tabla 6 la significancia bilateral es de .184 donde indica que no hay diferencia estadísticamente entre los datos por parcela, debido por que los datos tomados en estas parcelas no se encontró el porcentaje de humedad en el suelo por que los suelos contienen menor porcentaje de cobertura, lo cual afecta para que no se encuentre conservación de humedad.

AgroESTRATEGIAS (s.f), indica que la humedad del suelo es una de los indicadores más importantes del suelo producto a que si hay mayor conservación de humedad por medio de residuos o cobertura del suelo habrá mejores rendimientos de los cultivos. Es de gran importancia debido a que constituye un factor determinante en la formación, conservación, fertilidad y productividad del mismo, así como para la germinación, crecimiento y desarrollo del cultivo.

Tabla 6. Prueba de Mann Whitney de la humedad gravimétrica

	% Humedad Gravimétrica
U de Mann-Whitney	4326.500
W de Wilcoxon	8421.500
Z	-1.329
Sig. asintótica (bilateral)	.184

En la tabla 7 se puede observar que en cuanto a los datos tomados por zona de muestreo (alta, media y baja) no hubo una diferencia estadística, al igual que a nivel de los productores lo que puede deberse a la alta variabilidad de los datos en el periodo estudiados.

En las zonas de secano, la disponibilidad de agua es el factor más limitante en el establecimiento y desarrollo de cualquier especie vegetal, particularmente para el establecimiento de pasturas herbáceas, plantación de arbustos forrajeros y recursos forestales diversos. Desde el punto de vista de los recursos hídricos, este territorio presenta un problema la oferta de agua ocurre en el invierno, momento que no corresponde con la demanda que es durante el verano.

El suelo por su alto nivel de degradación, no permite la acumulación de agua para que esté disponible durante el verano. Por ello toma, fuerza la idea de acumular el agua, o extraer el máximo posible mediante diversos tipos de captaciones y prácticas de conservación. Así toda práctica que mejore la infiltración en esos terrenos, aumenta la seguridad de producir mayor cobertura vegetal y por lo tanto, rendimientos más altos (FAO, 2011).

Tabla 7. Prueba de Kruskal Wallis del porcentaje de humedad gravimétrica por zona de muestreo y por productores

Humedad gravimétrica	Zona de muestreo	Productores
Chi-cuadrado	1.958	8.835
G1	2	5
Sig. Asintótica	.376	.116

5.2.2. Macro Fauna

Se encontró un porcentaje bajo en cuanto al conteo de lombrices ya que la macro fauna es importante para la descomposición de la materia orgánica y así mejorar suelo.

Tabla 8. Evaluación visual de suelo de la valoración de la macro fauna del suelo

Aspecto del suelo	Porcentaje M_áximo	Comunidades					
		Arenales				Caña florida	Santa Adelaida
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
Conteo de lombrices	6	0	0	0	0	0	0

P1, P2, P3, P4, P5, P6. Código para cada productor

La macro fauna del suelo desempeña un papel importante en los ecosistemas de pastizales ya que participa activamente en los procesos de descomposición y mineralización de la materia orgánica del suelo, de las hojarascas y las excretas de los animales, además acelera de esta forma el proceso del reciclaje de los nutrientes (Rodríguez, s.f).

Con relación a los resultados obtenidos de la Tabla 9, la práctica de incorporación de rastrojos a las parcelas es algo muy útil que se debe implementar ya que es una fuente de alimento y energía presentes en el suelo y fauna responsable de llevar acabo los ciclo bioquímicos en la naturaleza, presentando efectos directos e indirectos sobre la disponibilidad de nutrientes para el crecimiento vegetal, es necesaria porque lo necesitan las especies de lombrices para poder reproducirse bien ya que es necesario para la mejora del suelo y así mismo para la agregación exacta de materia orgánica, que facilita la actividad de los microorganismos presentes, proporcionaron un alto rango en ambas parcelas donde la distribución de la misma fueron un conjunto de probabilidades excelentes en el peso de las especies donde el valor más alto fue el de 0.8730%, porque acá este dato se toma de 10-20 donde se encontró acá en porcentaje mayor de lombrices.

Tabla 9. Estadístico descriptivo para macro-fauna de especie 1 lombrices, peso especie 1 (kg/m³) también para especie 2 lombrices y peso especie 2 (kg/m³)

	Especie 1 Lombrices	Peso Especie 1 (kg/m³)	Especie 2 Lombrices	Peso Especie 2 (kg/m³)
Media	0.73	0.00	0.87	0.00
Mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00
Máximo	3.00	0.00	3.00	0.10
D.E	1.00	0.00	1.05	0.01

La macro fauna presente en el suelo está constituida por organismos con tamaños superiores a 2mm y generalmente son bio indicadores de la calidad biológica del suelo, estos organismos se encargan de descomponer la materia orgánica, con rastrojos y mezclarla con la tierra, reciclar nutrientes y además por sus actividades físicas, facilitan la circulación del aire a través de los poros del suelo (Coyne R. , s.f).

De acuerdo a la prueba de Mann Whitney muestra la tabla 10 que no hubo diferencia en el peso y números de individuos con una P-valor >0.05, esto se debe a que el establecimiento del pasto fue tardío y todavía no ha alcanzado su máximo desarrollo y cobertura, como para afectar en las poblaciones de macro fauna.

Tabla 10. Prueba Mann Whitney para las especies lombrices y el peso (kg/m³) por parcelas ASA-testigo

	Especie 1	Peso Especie 1	Especie 2	Peso Especie
	Lombrices	(kg/m³)	Lombrices	2 (kg/m³)
U de Mann-Whitney	906.00	962.00	429.00	421.50
W de Wilcoxon	2391.00	1628.00	894.00	886.50
Z	-0.609	-0.167	-.341	-.714
Sig. asintótica (bilateral)	0.542	0.867	0.733	0.475

5.2.3. Comportamiento de la cobertura del suelo

Es importante tomar en cuenta la cobertura del suelo, ya que las plantas utilizadas como cobertura deben proteger la superficie y mejorar sus propiedades, ayuda a disminuir la erosión hídrica, también a conservar mayor humedad.

Tabla 11. Evaluación visual de suelo para la valoración de cobertura del suelo

Comunidades	Porcentaje	Arenales		Caña		Santa	
		P1	P2	P3	P4	florida	Adelaida
Aspecto del suelo	Máximo	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Cobertura	6	3	3	6	6	3	6

P1, P2, P3, P4, P5, P6. Código para cada productor

En cuanto a los datos de la figura 2 de cobertura del suelo se obtuvieron resultados bajos debido a que en el periodo 2016 se empezó a trabajar con las parcelas y los suelos presentaban pastos criollos que brindan poca o ninguna cobertura.

Según Sanchez & Zigomar (2010) la cobertura del suelo pasa a ser uno de los factores más eficientes en la minimización de los efectos indeseables, que se derivan de la exploración de los suelos agrícolas, debido especialmente a la acción protectora proporcionada por los residuos orgánicos dejados por los cultivos, los cuales actúan interceptando las gotas de lluvia.

Los resultados correspondientes al año 2017 (Figura 3) comparados con el 2016 fueron mayores porque en este periodo se realizó implementación de prácticas de conservación de cobertura del suelo, así mismo se encontraba protegido para cada productor obteniendo mayor resultado de cobertura por parcela, los residuos de cobertura promovió la disminución de la resistencia del suelo por la penetración de las gotas de lluvias, también aumento el porcentaje de la humedad del suelo.

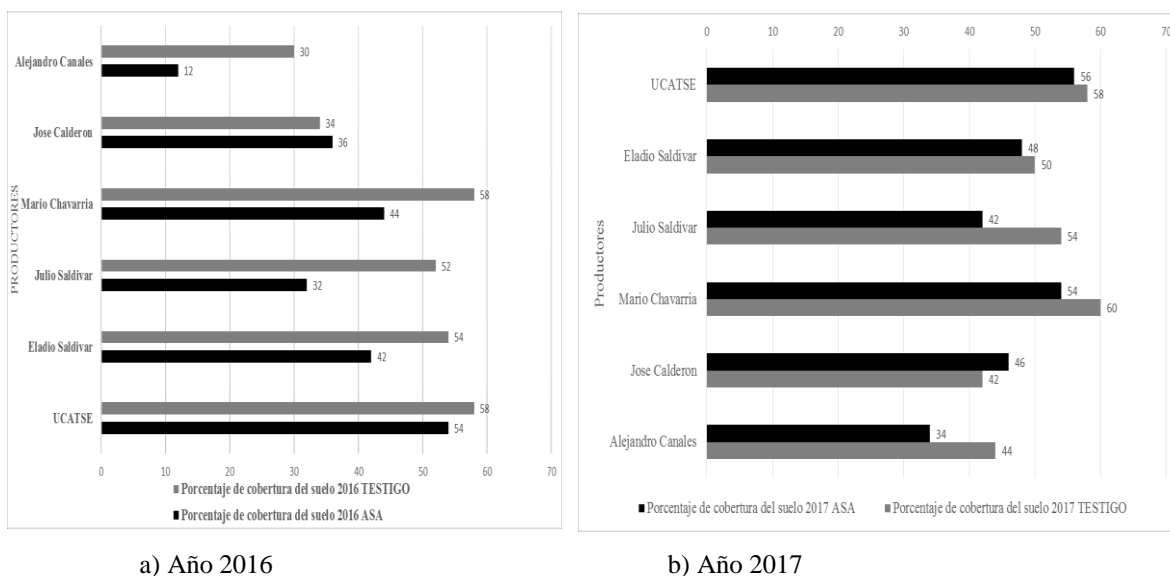


Figura 2. Porcentaje de cobertura del suelo en el periodo 2016 y 2017 por parcela (ASA-testigo) por productores

5.3. Características de los componentes silvopastoriles (árboles forestales y pasturas)

Un sistema silvopastoril es una opción de producción pecuaria en la cual las plantas leñosas perennes (árboles y/o arbustos) interactúan con los componentes tradicionales (animales y plantas forrajeras herbáceas) bajo un sistema de manejo integral.

5.3.1. Cobertura y densidad arbórea

Con relación este resultado de la tabla 12 especifica el tipo de especies ya establecidas en la parcela de estudio donde se encontró el madero negro una especie forrajera muy recomendado, para la alimentación al ganado en época de verano de manera directa e indirecta, aunque es una fuente de alimento muy poco aprovechada por estos productores. Mientras que las demás especies tienen importancia por ser una fuente de leña, prendones, etc.

SAGARPA (s.f) resalta que para que un sistema ganadero sea considerado como silvopastoril no es un requisito que los árboles o arbustos cumplan un propósito forrajero. Las leñosas perennes pueden estar presentes cumpliendo otras funciones y aunque no constituyan un recurso alimenticio el sistema seguirá siendo silvopastoril.

Con respecto al promedio de cobertura arbórea, para los árboles Laurel, Carbón y Madero negro son las especies con la mayor cobertura promedio. La cobertura es muy importante para reducir el estrés calórico en el sistema, para la producción de biomasa del pasto, especialmente en zonas secas, e igual para aumentar el porcentaje de materia orgánica por medio de la descomposición de las hojarascas en el suelo.

Tabla 12. Especies y promedio de cobertura arbórea presentes en las parcelas de estudiadas

Nombre Común	Nombre Científico	No. de individuos	% Cobertura promedio
Madero Negro	<i>Gliricidia Sepium</i>	13	1.18
Carbón	<i>Acacia pennatula</i>	8	1.46
Chaperno	<i>Albizia adinocephala</i>	6	0.75
Cortez	<i>Tabebuia Ochracea</i>	1	0.24
Guayabillo	<i>Terminalia Oblonga</i>	1	0.33
Laurel	<i>Laurus Nobilis</i>	1	3.29
Bambu	<i>Bambusoide</i>	1	0.06
Vainilla	<i>Vanilla Planifolia</i>	1	0.97

La ganadería es un rubro muy importante en las fincas ganaderas estudiadas, en donde las áreas que son destinadas para el ganado son de pasto criollo en asocio con las especies arbóreas mencionadas, con deficiente manejo, tanto para el pasto como para las especiesarbóreas. La figura 2, indica que de acuerdo al porcentaje de cobertura arbórea obtenida de

22% es muy bajo, lo que puede estar relacionada a la densidad de árboles que están presentes en el área.

La cobertura arbórea en potreros varía entre 6.8 y 16.5% y el 55%, la sombra de los árboles en potrero puede mejorar la producción de leche y carne en nivel del 15 – 20%, además de otros productos arbóreos como madera, postes, leña, follaje para alimentación animal y frutos. En la generación de servicios ecológicos, los potreros con alta cobertura arbórea han mostrado resultados significativos en la protección del suelo (reduciendo la erosión) secuestro de carbono y la conservación de la biodiversidad (en términos de riqueza y abundancia), (Cordoba & Martinez, 2007).

El porcentaje de cobertura generado por las especies arbórea es de 10.59%, las especies que no son forrajeras estas tiene muchos usos siendo estas proveedoras de sombra y otras fijadoras de nitrógeno (Murillo & Sanchez, 2006).

Cassola & J (2005), indica que los árboles que se deben manejar por Ha son de 25-40, por lo tanto todas las parcelas con sistema silvopastoriles están por debajo de ese rango con excepción del productor Eladio Saldivar que tiene 72 árboles/Ha, lo que afecta la producción de biomasa del pasto.

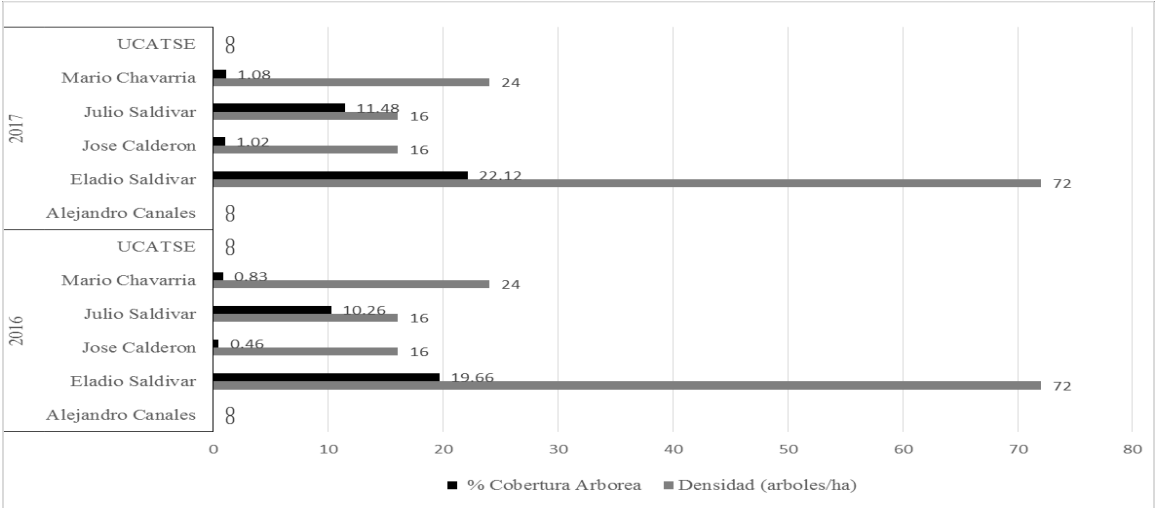


Figura 3. Porcentaje de cobertura arbórea y densidad de árboles por Ha durante el periodo 2016-2017

5.4. Condiciones de manejo productivo ganadero de las fincas en estudio

En la zona de estudio la ganadería se convencional extensiva a base de pasturas tradicionales, que representa una amenaza para los recursos naturales, que deben ser transformados en sistemas más sostenibles basados en pasturas con mayor productividad y asociadas con especies arbóreas. En las parcelas de estudio se utiliza pastos criollos (estrella, jaragua, guinea) que no son manejados como un cultivo, sin ningún plan de fertilización, mal aprovechamiento de los forrajes y la sobre explotación de las áreas con la carga animal, el sobre pastoreo y no hay rotación de potreros.

En las parcelas se señala que los suelos presentan compactación y degradación a como se determinó en el análisis visual de suelo, esto trae como consecuencia una afectación de la producción ya sea de leche o carne, también la reproducción de los pastos y este no proporciona los nutrientes requeridos por el animal. Tomando en cuenta estas limitaciones encontradas se definió el establecimiento de sistemas silvopastoriles con árboles dispersos, aprovechando de esta manera el recurso presente en el área y adoptando prácticas más que permite obtener resultados positivos en la productividad y en lo económico.

5.5. Planificación de actividades del establecimiento de las parcelas de pasturas o silvospastoriles

Con base a las limitaciones identificadas en las parcelas, se elaboró una propuesta a largo plazo con el fin de mejorar la calidad del suelo, mejorar la reproducción y productividad de los pastos para la alimentación del ganado. Esto se realizó tomando en cuenta las condiciones y recursos que tenía cada productor de acuerdo a sus necesidades, priorizando actividades como es la fertilización.

Tabla 13. Plan de trabajo por productor durante los 5 años

Productor	Años				
	1	2	3	4	5
Eladio Saldivar	*Delimitación del área. *Siembra del pasto Mombasa. *Resiembra. *Manejo del cultivo. *Fertilización los 45 días, Urea 46% corregir Nitrógeno. *Realizar primer corte a los 80 cm. *Después del corte siempre dar una	*Darle manejo a los árboles ya establecidos en el aérea. *Sistemas de podas. *Utilizar prendones de los arboles establecidos en el aérea en otras aéreas de pasto	*Establecimiento de cercas vivas con árboles de aprovechamiento para el ramoneo del ganado y barreras rompe vientos. *Manejo del sistema silvopastoril. * Rotación del área en estudio.	*Establecimiento de bancos de proteínas con Leucaena. *Sistemas de podas de formación de los árboles. *Asociación del pasto con leguminosas rastreras.	*Implementar banco de forrajes mixto (Caña de azúcar, Maíz, etc.). *Sistemas de producción multiestrato

Productor	Años				
	1	2	3	4	5
	fertilización, Urea 46% y 18-46-0.				
Julio Saldivar	<ul style="list-style-type: none"> *Delimitación del área. * Siembra del pasto Mombasa * Resiembra. * Manejo del cultivo. *Fertilización los 45 días, Urea 46%, corregir Nitrógeno. * Realizar primer corte a los 80 cm. * Después de ser cortado siempre ir acompañado de la fertilización, y 18-46-0. 	<ul style="list-style-type: none"> * Siembra de árboles dispersos que sean forrajeros como el madero negro en el área de estudio. *Establecer cercas vivas por medio del cerco con árboles forrajeros. * Realizar control de malezas. * Rotación del área en estudio. 	<ul style="list-style-type: none"> * Implementar bancos de proteínas de Leucaena dentro del sistema. * Podas de los arboles incorpóralos al suelo o darle de manera directa al ganado. *Disminuir la carga animal, con 3-4 animales por Mz y solo terneros en el área establecidas de 2500 m². 	<ul style="list-style-type: none"> * Darle manejo al banco de proteínas. * Manejo de podas de los árboles. *Asociación del pasto con leguminosas rastreras. 	<ul style="list-style-type: none"> *Implementar banco de forrajes mixto (Caña de azúcar, Maíz, etc.). *Sistemas de producción multiestrato
Mario Chavarría	<ul style="list-style-type: none"> *Delimitación del área. * Siembra del pasto Mombasa. * Resiembra. * Manejo del cultivo. 	<ul style="list-style-type: none"> * Siembra de árboles dispersos en el área de estudio. 	<ul style="list-style-type: none"> *Implementar banco de proteínas dentro del sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> * Manejo de los arboles dentro del sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> *Implementar banco de forrajes mixto (Caña de azúcar, Maíz, etc.).

Productor	Años				
	1	2	3	4	5
	<p>*Fertilización los 45 días, UREA 46%, corregir Nitrógeno.</p> <p>* Realizar primer corte a los 80 cm.</p> <p>* Después de ser cortado siempre ir acompañado de la fertilización, UREA 46% y 18-46-0</p>	<p>*Establecer cercas vivas.</p> <p>* Realizar control de malezas</p>	<p>* Rotación del área en estudio.</p> <p>*Disminuir la carga animal, con 3-4 animales por Mz y solo terneros en el área establecidas de 2500 m².</p>	<p>*Asociación del pasto con leguminosas rastreras.</p>	<p>* Sistemas de producción multiestrato</p>
José Calderón	<p>*Delimitación del área.</p> <p>* Siembra del pasto Mombasa.</p> <p>* Resiembra.</p> <p>* Manejo del cultivo.</p> <p>*Fertilización los 45 días, Urea 46%, corregir Nitrógeno.</p> <p>* Realizar primer corte a los 80 cm.</p>	<p>*Establecer cercas vivas.</p> <p>* Realizar control de malezas</p>	<p>*Establecimiento de bancos de proteína.</p> <p>* Rotación del área en estudio.</p> <p>*Disminuir la carga animal, con 3-4 animales por manzana y solo terneros en el área establecida de 2500 m².</p>	<p>Manejo del sistema silvopastoril, en cuanto a podas, fertilización.</p> <p>*Asociación del pasto con leguminosas rastreras.</p>	<p>*Implementar banco de forrajes mixto (Caña de azúcar, Maíz).</p> <p>* Sistemas de producción multiestrato.</p>

Productor	Años				
	1	2	3	4	5
	* Después de ser cortado siempre ir acompañado de la fertilización, UREA 46% y 18-46-0.				
Alejandro Canales	<ul style="list-style-type: none"> * Delimitación del área. * Siembra del pasto Mombasa. * Resiembra. * Manejo del cultivo.*Fertilización los 45 días, UREA 46%, corregir Nitrógeno. * Realizar primer corte a los 80 cm. * Después de ser cortado siempre ir acompañado de la fertilización, UREA 46% y 18-46-0. 	<ul style="list-style-type: none"> *Establecer cercas vivas. * Siembra de árboles dispersos en la parcela de estudio. *Siembra de algún cultivo de cobertura para al suelo, debido que no hay nada en la parcela. 	<ul style="list-style-type: none"> *Implementar bancos de proteínas, con leucaena. * Manejo de los árboles. *Disminuir la carga animal, con 3-4 animales por Mz y solo terneros en el are establecidas de 2500 m². 	<ul style="list-style-type: none"> * Sistemas de podas de formación en lo árboles 3-4 veces al año. * Rotación de potreros. *Asociación del pasto con leguminosas rastreras. 	<ul style="list-style-type: none"> *Implementar banco de forrajes mixto (Caña de azúcar, Maíz, etc.). *Sistemas de producción multiestrato.

Productor	Años				
	1	2	3	4	5
UCATSE	<ul style="list-style-type: none"> * Siembra del pasto Mombasa. * Resiembra. * Manejo del cultivo. * Fertilización los 45 días con ura 46%, corregir Nitrógeno. * Realización del primer corte a los 80 cm. * Después de ser cortado siempre ir acompañado de la fertilización, UREA 46% y 18-46-0. 	<ul style="list-style-type: none"> * Establecer cercas vivas, prendones en el cerco. * Manejo del pasto. (Corte, fertilización). 	<ul style="list-style-type: none"> * Establecimiento de bancos de proteínas, con Leucaena. 	<ul style="list-style-type: none"> * Asociación del pasto con leguminosas rastreras. 	<ul style="list-style-type: none"> * Implementar banco de forrajes mixto (Caña de azúcar, Maíz, etc.). * Sistemas de producción Multiestrato.

VI. CONCLUSIONES

En cuanto a las propiedades físicas determinadas a través del análisis visual de suelo, todas las parcelas presentaron las mejores condiciones en cuanto a estructura y coloración, siendo estos aspectos los que más cerca de los rangos normales establecidos se encontraban; mientras que, los aspectos de menor aproximación a los rangos óptimos fueron la compactación y profundidad.

Para las propiedades químicas las principales deficiencias radicaron en los contenidos de N, P, S, Cu, B respectivamente a los demás elementos estaban en rangos medios y altos. En el caso de del número de individuos de lombrices (especie 1, las dos parcelas ASA y testigo) no fueron diferentes estadísticamente. Esto pudo estar relacionado con el hecho de las prácticas desarrolladas, no había generado cambios todavía suficientes en el hábitat.

De las especies presentes en los sistemas, se encontró que solo una de ellas era indicada para establecer un SSP (*Gliricidia Sepium*), dentro de las cualidades que hace esta especie es por ser forrajera y sus hojas que son palatables y comestibles para el ganado.

Se elaboró un plan de manejo a largo plazo partiendo de la fertilización para suplir las necesidades del pasto Mombasa cubriendo así los requerimientos de N-P-B-S-Cu que incluía aplicaciones de Urea 46% y 18-46-0.

VII. RECOMENDACIONES

Hacerle saber al productor que los cambios de sus parcelas no los van a ver en el primer año si no que es un proyecto que dura 5 años, por lo tanto los resultados se verán a través de los años y lo deben de realizar los estudiantes.

Optar a los productores un hábito de que tomen el pasto como un cultivo más así como ven ellos los granos básico etc. Para que le den mayor importancia y así no descuidar las parcelas y los resultados sean positivos.

A los de UCATSE y CRS se les recomienda dar más asistencia técnica, mayor seguimiento a los productores en estudios.

Continuar evaluando otros tipos de especies de pastos que se adapten a la zona de estudio en la parcela ASA también otros tipos prácticas de conservación para que el productor vea que hay diferentes maneras de aumentar la productividad y mejorar el suelo.

Se recomienda desarrollar el plan a largo plazo propuesto por cada productor para obtener buenos resultados satisfactorios y se requiere para mejorar las parcelas.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- AgroEs.es. (s.f). *PH DEL SUELO AGRICOLA*.
- agroESTRATEGIAS. (s.f). Obtenido de <http://www.agroestrategias.com/pdf/Nutricion%20-%20Humedad%20y%20Disponibilidad%20de%20Nutrientes.pdf>
- Amaya Francisco. (domingo de agosto de 2014). *Biología del suelo*. Obtenido de www.google.com.ni/search?site=&source=hp&q=propiedades+fisicas+quimicas+y+biologicas+del+suelo&oq=Propiedades+fisicas%2C+qui&gs_l=hp.1.2.0l10.7054.25861.0.31303.32.27.4.0.0.0.2707.7248.2-12j3j0j1j9-1.17.0....0...1.1.64.hp..11.21.7357...0i131k1j0i10k1j0i13
- Arias, R. (2007). *Alternativas de producción ganadera amigables con el medio ambiente*. Guatemala.
- Benites, J. R. (s.f.). Evaluación visual de suelos. Una herramienta práctica para medir sostenibilidad de la agricultura. Un método rápido y sencillo para evaluar la condición de suelo. San Salvador, El Salvador: FAO.
- BOTANICAL ONLINE. (S.f). *Características del pH*.
- Cassola, F., & J, B. (2005). *Los árboles en los potreros. Serie Cuadernos de Campo. Proyecto enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas*. Nicaragua.
- Castañeda, N. G. (s.f.). *Técnicas y estructuras de la conservación de suelo y agua*. Chile: Centro Regional de Investigación INIA.
- Cepeda, J. (s.f). *Química de suelos*. Mexico.
- CIA/UCR. (s.f). *Determinación de pH en suelos*.
- Cordoba, V. N., & Martinez, I. (2007). *Sistemas Silvopastoriles Como Una Herramienta Para El Mejoramiento De La Productividad Y Rehabilitación Ecológica De Paisajes Ganaderos En Centro América*. Peru.
- Coyne, M. (s.f). *Biología del suelo*. Obtenido de <http://cienciasdelsuelobs.blogspot.com/p/macrofauna-del-suelo.html>
- Coyne, R. (s.f). Obtenido de <https://biologiadelsueloudea2014.wordpress.com/macrofauna-2/>
- Delgadillo, L. (2010). *Física de suelo*. México.

- Díaz, J., & Manzanares, E. (2006). *Producción de biomasa de "Panicum maximum" cv Monbaza a tres frecuencias de corte y dos condiciones ambientales (con y sin árboles), en la hacienda "La Mercedes", UNA, Managua, Nicaragua*. Managua.
- Establecimiento y Manejo de Sistemas Silvopastoriles*. (2009). Colombia.
- Fabregas, M. (2015). *Propiedades Biológicas del Suelo*.
- FAO. (2002). Estudio de caso en América Latina y África. *Agricultura de conservación*.
- FAO. (2007). Agricultura de conservación para el manejo sostenible e integrado de los recursos naturales en microcuencas hidrográficas de Nicaragua. *INAFOR, FAO, INTA*, 18-19.
- FAO. (2011). *Prácticas de conservación de suelo y agua para la adaptación productiva a la variabilidad climática*.
- García, T., & López, I. (2014). *Establecimiento de los pastos mombasa (Panicum maximum)*. México.
- Google maps. (2016). Obtenido de <https://www.google.nl/maps/place/Piedra+Larga+Arriba,+Nicaragua/@13.3235235,-86.3718765,3118m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x8f71f0e7a5c639bd:0x26bdcbbfd371fc39!8m2!3d13.295991!4d-86.3598525>
- Guerra, J. (2009). Manejo y conservación de suelo. *CAIZ*, 1.
- Hernández, Carlos. (lunes de marzo de 2008). Obtenido de Google : http://www.um.es/sabio/docs-cmsweb/materias-may25-45/tema_6.pdf
- Huerta, E. (2010). *Determinación de propiedades físicas y químicas de suelos*. México.
- INIA. (20 de Mayo de 2015). Obtenido de Semana de la Ciencia y Tecnología : <http://www.inia.uy/Documentos/P%C3%BAblicos/INIA%20Tacuaremb%C3%B3/2015/EI%20Suelo%2020%20de%20mayo.pdf>
- INTA. (s.f.). Pasto marandu. *INTA*, 2-3.
- Jose, B. (Et. al). *Evaluación Visual del suelo*.
- Linares, A., & García, M. (2004). *Instituto de suelos, uso manejo y conservación de suelo*, 26-27.
- Linares, A., & García, M. (2004). Uso, manejo y conservación de suelo. *Instituto de suelos*, 26-27.

- Lopez, M. (2009). *Rendimiento Y Valor Nutricional Del Pasto Panicum Rendimiento Y Valor Nutricional Del Pasto. Panicum de corte.*
- Matsura, E., & Solomao, N. (2010). *EFEECTO DE LA COBERTURA EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO.* Colombia.
- Misael, A., Martinez, F., & Roque, D. (2001). *Estudio de adopciòn de tecnologías de conservaciòn de suelo y agua.* Estelì.
- Moreno, I. C. (2015). *caracterizacion de sistemas a escala de parcela comercialy analisis de estrategias de mejora.* cordoba.
- Murillo, I., & Sanchez, L. (2006). *Caracterización de un Sistema Silvopastoril:Efecto de las leñosas sobre el pasto estrella (Cynodon nlemfuensis) en la Finca “Los Tercios”, Municipio de Tipitapa, 2006.* Managua.
- Palma, J., Catellón, J., & Guharay, F. (2015). Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. *Catholic Relief Services*, 14-15.
- Pascual, R. (s.f). *La materia orgánica del suelo, papel de los microorganismos.*
- Pastobras Sementes. (s.f). *Google.* Obtenido de Google Web site: http://temaspastos.weebly.com/uploads/8/7/6/0/8760901/brachiaria_brizanta_cv._marandu.pdf
- Pellegrini, A. (2014). *Textura y color del suelo.*
- Perreira, M. (2008). *Conservación de los recursos naturales para una Agricultura sostenible.*
- Plasencia, D. S. (2012). *Manejo ecologico del suelo como fundamento de los procesos de transicion hacia la agroecologia.* Ecuador.
- Ponce, L. (2004). *Propiedades Fisicas del Suelo.* Uruguay.
- Raudez, M., & Sagastume, N. (2009). *Manual conservaciòn de suelo.* ZAMORANO.
- Rivas, A., Francisco, M., & Domingo, R. (2001). *Estudio de adopciòn de tecnologías de conservaciòn de suelo y agua.* Estelì.
- Rodriguez, I. (s.f). *Biomasa y diversidad de la macrofauna del sueloen diferentes pastizales.* La HABANA.
- Rojas, J. (s.f). *Densidad aparente, Comparaciòn de métodos de determinaciòn en Ensayo de rotaciones en siembra directa.*
- SAGARPA. (s.f). *Sistemas Silvopastoriles.* Mexico.

- Sánchez, B. (2014). *Sistemas Pastoriles en Honduras, una alternativa para mejorar la ganadería*. Tegucigalpa: Organización de Las Naciones Unidas para la Alimentación y La Agricultura (FAO).
- Sánchez, B. (2014). *Sistemas Silvopastoriles en Honduras*. FAO, 7.
- Sanchez, B. (Agosto, 2014). *organizacion de las naciones unidas para la alimentacion y la agricultura*. Tegucigalpa, Honduras.
- Sanchez, C., & Zigomar, M. (2010). *Efecto de la cobertura en las propiedades del suelo*. Colombia.
- Sánchez, D. (2013). *Análisis de adaptabilidad y el rendimiento de tres variedades de pastos: Ray-Grass inglés (Lolium perenne), Brachiaria brizantha (Brachiaria brizantha) y trebol blanco (Trifolium repens) en el distrito de Ayabaca Perú*. Ecuador.
- Shepherd, T.G, G. (2000). *Evaluación visual del suelo (EVS)*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/315016588/Evaluacion-Visual-Del-Suelo>
- Silva, A. P. (1992). *Efecto de la aplicación de efluentes orgánicos de tambo sobre la producción de verdes y propiedades físico-químicas del suelo*.
- Sola, Fernando. (marzo de 2005). Obtenido de La Importancia de los Análisis de Suelos Agrícolas:
http://www.csrserVICIOS.es/joomla/index.php?option=com_content&view=article&id=133&catid=36
- UNAD. (s.f.). *Universidad Nacional a Distancia*. Obtenido de Humedad, infiltración, permeabilidad, consistencia y profundidad efectiva del suelo.: <http://datateca.unad.edu.co/>
- USDA. (Viernes de Diciembre de 2015). *Densidad aparente del suelo y su importancia en la aireación y humedad del suelo*. Obtenido de <http://globalcesped.org/noticias-mainmenu-2/los-suelos/942-densidad-aparente-del-suelo-i>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Vista satelital de la finca a estudiar Santa Adelaida



Anexo 2. Vista satelital de la finca a estudiar Caña Florida



Anexo 3. Vista satelital de la finca a estudiar San Pedro de Arenales



Anexo 4. Hoja de campo para la EVS

Evaluación Visual del Suelo			
Tarjeta de Calificación			
Indicadores de Calidad del Suelo			
Nombre del Productor:			
Uso del Suelo:			
Comunidad: Las Delicias			Municipio:
Finca / Lote:			Fecha:
Tipo de suelo: Franco			
Textura	Arenoso	Arcilloso	Franco:
Humedad	Seco:	Ligeramente húmedo:	Húmedo
Clima	Invierno:	Verano	Canícula
Indicadores Visuales	Calificación	Factor	Valor por indicador
0 = condición pobre			
1 = condición moderada			
2 = condición buena			
Estructura y Consistencia		X	3
Porosidad		X	2
Coloración		X	2
Número y color de moteado		X	1
Conteo de lombrices		X	2
Compactación		X	1
Cobertura		X	3
Profundidad		X	3
Suma de Indicadores			

Interpretación: Calidad del Suelo	Puntos
Suelo Pobre	<10
Suelo Moderado	10 a 25
Suelo Bueno:	> 25

Anexo 6. Hoja de campo para la recolección de datos de humedad

PROGRAMA AGRICULTURA, SUELO Y AGUA (ASA)					Vol. Cilin: $3.1416 \cdot r^2 \cdot h$										1. % Humedad Gravimetrica (%HG)				2. Densidad Aparente							
LISTA DE PRODUCTORES PARCELAS CON 14 INDICADORES					Datos para Humedad y Densidad Aparente																					
No.	Nombre completo	Comunidad	Tipo de Parcela	Fecha	Tara o Peso Cilindro (gr)	Vol. Cilindro (cm ³)	Peso Suelo Humedo (PSH), en gr			Peso Suelo Seco (PSS), en gr						%HG				Da (gr/cm ³)						
							PSH+Tara			PSS+Tara			PSS-Tara													
							1. Parte Alta	2. Parte Media	3. Parte Baja	1. Parte Alta	2. Parte Media	3. Parte Baja	1. Parte Alta	2. Parte Media	3. Parte Baja	1. Parte Alta	2. Parte Media	3. Parte Baja	%HG Prom.	1. Parte Alta	2. Parte Media	3. Parte Baja	Da Prom.			
1																										
2																										
3																										
4																										
5																										
6																										
7																										
8																										

Anexo 7. Hoja de campo para la recolección de datos de cobertura arbórea

PROGRAMA AGRICULTURA, SUELO Y AGUA (ASA)												
Cobertura Vegetal Aerea												
Comunidad: El coyolito			Productor:									
Finca:			Parcela: Ganaderia									
Área de la parcela (ap)			2000 m2									
#	Nombre árbol	n	d1	d2	d3	d4	d (prom)	o	a	ao	b	%COBERTURA
1	Aceituna											
2	Coyote											
3	Madero Negro											
4	Guasimo											
5	Laurel											
6	Cola de pava											
7	Amarguito											
8	Abalone											
% COBERTURA VEGETAL AEREA											0,00	

Anexo 8. Hoja de campo para la recolección de datos de entomofauna del suelo

Universidad Católica del Trópico
Seco
Pbro. Francisco Luis Espinoza
Pineda

Proyecto Agricultura. Suelo y

Macrofauna mayor de 2 mm

No.	Nombre completo	Comunidad	Tipo de Parcela	Fecha	Macrofauna mayor de 2 mm															
					1. Parte Alta					2. Parte Media					3. Parte Baja					
					Sp 1: Lombrice		Sp2:		Peso de Raic	Sp 1: Lombrice		Sp2:		Peso de Raic	Sp 1: Lombrice		Sp2:		Peso de	Peso de raice
					Cant.	Peso (gr)	Cant.	Peso (gr)	gr	Cant.	Peso (gr)	Cant.	Peso (gr)	gr	Cant.	Peso (gr)	Cant.	Peso (gr)	gr	gr
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				

Anexo 9. Encuesta para el diagnóstico retrospectivo

CRS/UCATSE/ Proyecto ASA

GUIA

DIAGNOSTICO RETROSPECTIVO ULTIMOS CINCO AÑOS

(Productores con quien se establecerán los ensayos)

I. DATOS GENERALES DEL PRODUCTOR

- a. Nombre del productor(a): _____ Sexo: _____
- b. Número de cédula(a) (# Identificación oficial de país): _____
- c. Estado civil: _____
- d. Nivel de estudio: _____
- e. Número de teléfono: _____
- f. Fecha de nacimiento: _____
- g. Comunidad, caserío / sector: _____
- h. Municipio: _____
- i. Departamento: _____
- j. País: _____ - _____
- k. Coordenadas (World Mercator): X: _____; Y: _____; Altura (Z): _____
- l. Está organizado: Cooperativa: _____ Asociación de productores: _____
Privado: _____ Otros: _____

II. DATOS GENERALES DE LA FINCA

- a. Tenencia de la finca: Propia: _____ Alquilada: _____ A medias: _____ Comunal: _____
- b. Si es alquilada la tierra el tiempo en: Meses: _____
- c. Propiedad de la tierra o responsable del arrendamiento: Hombre _____, Mujer _____
- d. Área total : _____ has (colectar la información en las unidades de medida expresadas por el productor para tener el registro y luego hacer la conversión a has)
- Agrícola : _____ has
- Pecuaria : _____ has
- Forestal : _____ has
- Otros : _____ has

Observación (anotar la relación de conversión entre la medida expresada por el productor y la hectárea): _____

e. Topografía

Escarpada : _____ Arriba de 40% del área de la finca

Ondulada : _____ Hasta 10 a 40% del área de la finca

Plana : _____ Hasta 0 a 10% del área de la finca

f. Tipo de suelo (textura) (¿con base al análisis o por observación?)

Fino : _____

Medio : _____

Grueso : _____

Observaciones: _____

g. Profundidad efectiva del suelo:

i. _____ 00-10 cms

ii. _____ 10-20 cms

iii. _____ 20-30 cms

iv. _____ 30-40 cms

v. _____ >40 cms

h. Fuentes de agua, ubicación (dentro y fuera de la finca) y uso

En la finca	Fuera de	Uso
la finca	Riego – Consumo humano - Ganado	
Pozo	: _____	_____
Río	: _____	_____
Quebrada	: _____	_____
Ojo de agua	: _____	_____
Estanque Reservoirio:	_____	_____
Ninguno	: _____	_____

III. DATOS DE PRODUCCIÓN E INGRESOS (por cultivos)

a. Calendario de cultivos

Cultivo	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Maíz												
Frijol												
Maicillo												

Cultivo	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Café												
Abonos verdes												
Cacao												
Otros												

Arreglos de cultivos (fotos dentro de las posibilidades)

Relevo : _____, _____, _____, _____

Asociados : _____, _____, _____, _____

Escalonado : _____, _____, _____, _____

Otros : _____, _____, _____, _____

b. Rendimientos de sus cultivos en los últimos 5 años (hasta donde recuerden o el promedio de los últimos 5 años)

Cultivos	Variedad	2011	2012	2013	2014	2015	Precio de venta C\$
Maíz							
Frijol							
Arroz							
Maicillo							
Café							
Otros							

IV. PRÁCTICAS DE FERTILIZACIÓN Y DE MANEJO DEL SUELO

a. Fertilización de cultivos

Cultivo	Área mz	1ra fertilización				2da fertilización				3ra fertilización			
		Producto	Días	Dosis	Costo CS\$	Producto	Días	Dosis	Costo US\$	Producto	Días	Dosis	Costo US\$
Maíz													
Frijol													
Maicillo													
Café													
Cacao													

b. Usa los análisis de suelo para planificar la fertilización: Sí: _____ No: _____

c. Quema: Sí _____ No: _____

d. Prácticas y obras de manejo de conservación de suelos que aplica en su finca:

Sí No

Barreras vivas : _____

Barreras muertas : _____

Acequias : _____

Reforestación : _____

Manejo de rastrojos : _____ ha incorporados, _____ ha en la superficie

Sistemas Agroforestales: _____ ha

Siembra en curvas de nivel: _____ ha

Tipos de labranza utilizados

: Siembra directa: _____ ha

: Mínima _____ ha

: Convencional con bueyes: _____ ha

: Convencional con tractor: _____ ha

Utiliza cultivos de cobertura: Sí ___ No: ___ Cuáles cultivos: _____

e. Hace rotación/diversificación de cultivos: Sí __, No_ __ Cuales son los cultivos principales:

1) _____ 2) _____ 3) _____

f. Utiliza riego : Sí ___ No_ ___

: Tipo de riego: _____

: Cultivos que riega: _____

: Área con riego: _____

V. ACTIVIDADES PECUARIAS

a. ¿Tiene animales? Sí: _____ No: _____ (en caso “No” ir a la pregunta d)

Tipo	Cantidad
Ganado vacuno	: _____
Cerdos	: _____
Gallinas	: _____
Abejas	: _____
Cabras	: _____
Ovejas	: _____

Otras especies : _____

b. ¿Cómo alimenta sus animales vacunos?

Hace pastoreo de sus animales: Sí ____ No ____

Área (mz) pastos: ____

Usa el rastreo de los granos básicos: Sí ____ No ____

Otra forma de alimentación: _____, _____, _____

c. Para alimentar su ganado que otro tipo de actividades realiza

_____, _____, _____, _____

d. ¿Tiene otros usos para el rastreo de sus cosechas? Sí ____ No ____

e. ¿Cuáles? _____

f. ¿cómo utiliza el estiércol de ganado? _____

Anexo 10. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra de % de humedad gravimétrica (Especie 1-2lombrices) y el peso de Especie 1-2 (kg/m³)

		% Humedad gravimétrica	Sp 1 lombrices	Peso sp (kg/m³)	Sp 2 lombrices	Peso sp (kg/m³)
N		198	90	90	90	90
Parámetros normales ^{a,b}	Media	.733	.00022	.878	.00261	
	Desviación estándar	1.0034	.000957	1.0582	.011068	
Máximas diferencias extremas	Absoluta	.345	.503	.330	.427	
	Positivo	.345	.503	.330	.427	
	Negativo	-.232	-.408	-.203	-.407	
Estadístico de prueba		.152	.345	.503	.330	.427
Sig. asintótica (bilateral)		,000 ^c	,000 ^c	,000 ^c	,000 ^c	,000 ^c

Anexo 11. Fotos durante el estudio

Muestra de evaluación visual de suelo



Muestra de humedad del suelo



Toma de muestra de suelo



Muestra de Densidad aparente



Muestra de Biomasa y cobertura del suelo



Muestra de Macro fauna



Muestra de cobertura arbórea



Pasto Mombasa establecido en el productor José Ángel Calderón

