

**Universidad Católica del Trópico Seco
Pbro. Francisco Luis Espinoza Pineda**



**Trabajo de tesis para optar al título profesional de
Ingeniero Agropecuario**

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

Autores

Jatniel Constantino Melgara Córdoba

Franklin Osmar Narváez Duarte

Tutora

M.Sc. Flavia María Andino Rugama

Asesor

Ing. Jimmy Antonio Meza

Estelí, julio de 2016

Este estudio es desarrollado conjuntamente por la Universidad Católica del Trópico Seco (UCATSE) y CatholicRelief 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 FIGURAS	iv
INDICE DE ANEXOS	v
DEDICATORIA	vi
AGRADACIEMIENTOS	viii
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	3
Objetivo general	3
Objetivos específicos	3
III. MARCO TEORICO.....	4
3.1. El suelo	4
3.2. Sistema de producción ganadero	8
3.3. Los sistemas silvopastoriles	12
3.4. Pastos y forrajes	14
IV. MATERIALES Y METODOS.....	17
4.1. Ubicación geográfica	17
4.2. Selección de fincas y productores incluidos en el estudio.....	17
4.3. Definición de variables con su operacionalización	19
4.4. Técnicas-instrumentos de recolección de datos	21
4.5. Procesamiento de datos	25
V. RESULTADOS Y DISCUSION	26
5.1. Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo	26
5.2. Comportamiento de la humedad y macro fauna del suelo.....	33

5.3. Características de los componentes silvopastoriles (árboles forestales y pasturas).....	40
5.4. Condiciones de manejo productivo ganadero de las fincas en estudio	43
5.5. Planificación de actividades del establecimiento de parcelas de pastura o silvopastoriles.....	46
VI. CONCLUSIONES	54
VII. RECOMENDACIONES	55
VIII. BIBLIOGRAFIA	56
IX. ANEXOS	60

INDICE DE TABLAS

Contenido	Página
Tabla 1. Resultados de la evaluación visual de suelo.....	27
Tabla 2. Composición textural de los suelos	29
Tabla 3. Macro y micro nutrientes por parcela según el análisis de suelo	30
Tabla 4. Medias de humedad gravimétrica por productor.....	36
Tabla 5. Número y peso de especie dos de lombrices	40
Tabla 6. Especies arbóreas y su cobertura promedio presentes en las parcelas	42

INDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. Valores de densidad por productor	28
Figura 2. Niveles de pH en KCl/1N	32
Figura 3. Porcentaje de materia orgánica	33
Figura 4. Medias de humedad gravimétrica por productores	34
Figura 5. Comportamiento de la humedad gravimétrica por comunidad	35
Figura 6. Comparación de lombrices con la humedad gravimétrica	38
Figura 7. Materia seca por productor.....	43

INDICE DE ANEXOS

Contenido	Página
Anexos 1. Vista satelital de la comunidad el Robledal extraído de (Google maps, 2016)...	60
Anexos 2. Vista satelital de la comunidad El Coyolito extraído de (Google maps, 2016) ..	60
Anexos 3. Hoja de campo para la recolección de datos de biomasa y cobertura de suelo ...	61
Anexos 4. Hoja de campo para la recolección de datos de humedad y densidad aparente ..	62
Anexos 5. Hoja de campo para la recolección de datos de cobertura arbórea	63
Anexos 6. Hoja de campo para la recolección de datos de entomofauna del suelo	64
Anexos 7. Encuesta para el diagnóstico retrospectivo	65
Anexos 8. Prueba de Kruskall wallis para variable de humedad por cada productor	71
Anexos 9. Medias de humedad obtenidas de la prueba T	71
Anexos 10. Medias obtenidas de la prueba de Kruskall wallis para materia seca	71
Anexos 11. Medias de la prueba de kruskall wallis para cantidad y peso de especie uno de lombrices.....	72
Anexos 12. Medias de la prueba de kruskall wallis para cantidad y peso de especie dos de lombrices.....	72
Anexos 13. Parcela ASA del productor Santos Ramón Chavarría.....	73

DEDICATORIA

Al finalizar mi carrera profesional he logrado uno de mis objetivos en mi vida, agradeciendo de manera especial a las personas que me apoyaron para superar todos los obstáculos para culminar con nuestro trabajo de investigación, con todo respeto y amor dedico este triunfo a:

Dios todo poderoso. Por sus bendiciones e iluminar mi camino, darme la inteligencia y brindarme la fuerza necesaria, para poder lograr uno de mis grandes propósitos en mi vida profesional.

Mis padres. Constantino Melgara Calderón y Milagros del Rosario Córdoba Aguilar por concederme la vida, al ser parte importante en mi existencia y brindarme su apoyo incondicional durante el tiempo de estudio y siempre.

Mis hermanos y hermanas : Dedico este triunfo profesional a lo más grande que Dios me ha dado mi familia por su apoyo moral y espiritual, que de una u otra forma estuvieron a mi lado apoyándome, logrando alcanzar mi meta. Gracias por su comprensión y apoyo que me proporcionaron para lograr mi meta.

Jatniel Constantino Melgara Córdoba

DEDICATORIA

Después de alcanzar este gran logro en mi vida quiero Dedicar este triunfo primeramente a Dios nuestro señor por haberme permitido alcanzar esta meta, y sobre todo darme la fuerza para poder llegar hasta el final de mi carrera.

Luego a mi familia que me brindaron todo su apoyo, a mi madre en especial Lidia Esperanza Duarte Jiménez y a mi padre Sergio Dámaso Narváez Arostegui los cuales fueron piezas fundamentales para poder salir adelante, a mis abuelos, tíos y hermanos que de una u otra forma siempre me apoyaron.

Franklin Osmar Narváez Duarte.

AGRADACEMIENTOS

Este trabajo no hubiera sido posible sin la presencia de Dios Todopoderoso, quien me llenó con su sabiduría y tenacidad en todo el proceso de estudio y especialmente para la realización de esta investigación.

A mis padres **Constantino Melgara Calderón y Milagros del Rosario Córdoba Aguilar** por estar siempre a mi lado apoyándonos a lograr mis objetivos, por haber estado siempre ahí para ayudarme cuando más lo necesite, por darme ánimos en los momentos que quería desistir, por ser ese ejemplo a seguir cada día de llegar a ser persona de bien para la sociedad y por siempre creer en mí que podía aunque hubieron momentos en los que ni yo creía en mí; en esos momentos siempre estuvieron ahí para decirme “siga adelante usted puede”.

A mis maestros y maestras por haber transmitido sus conocimientos y experiencias para mi formación personal y profesional, en especial a: M.Sc. **Flavia María Andino Rugama**, por la paciencia que siempre tuvo con nuestro trabajo de tesis y por siempre recibirnos con una sonrisa aunque no tuviera tiempo, al Ing. Jimmy Meza y al Ing. Juan Octavio Meneses por brindarme su apoyo y tiempo de manera incondicional para llevar a cabo mi tesis. Al Ing. Franklin Vílchez y a los técnicos del Foro Mira flor por encaminarnos en el inicio y durante el curso de trabajo de investigación.

Mis compañeros y compañeras. Por brindarme su respeto y amistad, en haber compartido solidaridad, dificultades y alegrías, durante todo el proceso de nuestro aprendizaje universitario y en especial a los compañeros que trabajamos en el proyecto que me ayudaron en el trabajo de graduación y superando obstáculos para alcanzar un objetivo en común. También a mis compañeros de trabajos de curso: Jerry José Casco Rivas, Franklin Osmar Narváez Duarte, José Ramón Gutiérrez Gómez y Samir Montenegro por que hubieron momentos que parecía difícil lograr nuestras metas siempre estuvimos unidos y con esfuerzo dedicación y astucia siempre lo logramos.

Finalmente quiero agradecer a todas las personas que de una forma u otra me brindaron su aporte, para dedicarme con esmero a la realización de este trabajo, especialmente a los productores y productoras de las comunidades El Coyolito y El Robledal que nos brindaron el tiempo necesario al participar en el experimento, por su paciencia y generosidad.

Jatniel Constantino Melgara Córdoba

AGRADACEMIENTOS

Quiero agradecer de manera especial a toda la gente que me apoyo y que estuvo con migo en estos 5 años. A mis maestros por tener la paciencia para brindarnos toda su sabiduría y por darnos su ayuda cuando la necesitamos en especial a la M.Sc. **Flavia María Andino Rugama** y al Ing. Juan Octavio Meneses quienes nos apoyaron durante todo es transcurso de nuestra tesis.

A mis compañeros que siempre estuvieron conmigo en las buenas y en las malas a Zamir Montenegro y Wilcon Müller a mi Compañero de tesis Jatniel Constantino Melgara Córdoba y a mi novia Yaritza Massiel Saballo Laguna que estuvo con migo estos 5 años Gracias a todos ellos por ser parte de este triunfo.

Franklin Osmar Narvárez Duarte

RESUMEN

La presente investigación se realizó en las comunidades El Coyolito y El Robledal de la Reserva Miraflores-Moropotente, a 30 km de la ciudad de Estelí, para analizar las propiedades del suelo y las condiciones de la producción ganadera, para la planificación de prácticas de conservación de suelo y manejo de los componentes silvopastoriles o pasturas en ocho fincas, en el período 2016-2017, utilizando un diseño de parcelas pareadas, parcela de estudio con prácticas de agricultura de conservación (ASA) y otra de referencia (testigo) de 2500 m² cada una, seleccionando ocho productores. Se estudiaron las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, cobertura vegetal aérea, producción de biomasa, información del sistema productivo ganadero y la planificación de actividades, utilizando la prueba T de Student o Mann Whitney en SPSS versión 20. La evaluación visual del suelo los califica con muy buena porosidad, coloración y estructura. La densidad aparente mostró 1.31g/cm³ como valor más alto y 1.13g/cm³ el más bajo. La humedad del suelo presentó los mayores resultados en las parcelas ASA con una diferencia de hasta el 10% y los mejores porcentajes se presentaron en el mes de junio del 2017; pero los dos tipos de parcelas no son diferentes estadísticamente. Para las propiedades químicas, las principales deficiencias se encontraron para N, P y S, mientras que los valores de pH en agua y en KCl/1N fueron ligeramente ácidos y la materia orgánica en los rangos de 8.3% y 3.04%. El uso de las variedades Marandú y Mombasa permite obtener buenos rendimientos de biomasa. La mayoría de los sistemas silvopastoriles están estructurados en doble estrato con el uso de nueve especies, de la cual el roble y el carbón son los predominantes. Se elaboró un plan de manejo con la implementación de prácticas de fertilización y manejo de pasturas.

Palabras clave: Pastos, Cobertura, Humedad, Materia orgánica, nutrientes del suelo

I. INTRODUCCION

En Nicaragua, el mapa de confrontación de usos de la tierra, elaborado en el año 2000 señala que el territorio nacional se encuentra con más del 50% de su extensión territorial con sobreutilización o sub utilización de los recursos de suelos y aguas. La sobreutilización de la tierra, significa que el uso que se le está dando actualmente, sobrepasa las capacidades de uso de la misma, lo que trae consigo la degradación de los recursos naturales y la insostenibilidad de la producción agropecuaria y forestal a mediano y a largo plazo (MAGFOR, 2010).

Al respecto, Mejía (2012) menciona que en Nicaragua, las prácticas agropecuarias que tradicionalmente se han venido implementando a través del tiempo, han incidido en la sobreexplotación de los recursos naturales y en la degradación de los suelos. En zonas secas, la ganadería extensiva, las quemas y principalmente la extracción de leña, han venido erosionando los suelos, reduciendo la infiltración del agua de lluvia, así como la irreparable pérdida de la flora y la fauna de los ecosistemas remanentes.

Esta situación es encontrada en diversas zonas del país, y de manera particular en las comunidades de El Robledal y El Coyolito, ubicadas en el Paisaje Protegido de Miraflores Moropotente, municipio de Estelí, en donde la ganadería es una actividad importante, pero debido a prácticas inadecuadas y las afectaciones por el clima, se ha venido afectando las condiciones del suelo y la disponibilidad de alimento para el ganado. Cabe resaltar que, en la ganadería es poco usual darle importancia al manejo de suelo, al tema de la fertilización de las pasturas y a la incorporación de árboles al sistema; lo que en muchos casos se considera desvinculado al tema de la ganadería.

Ante situaciones como ésta, los sistemas silvopastoriles son una alternativa para la recuperación de suelos, así como para la producción pecuaria que involucra la presencia de leñosas perennes, interactuando con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales), y todos ellos están bajo un sistema de manejo integral (Ortiz, 2011).

En el caso de la ganadería con pastoreo, según Barreda (2015) el pasto se cultiva para ser consumido por el animal. El uso eficiente del pasto consiste en proporcionar al animal la mayor cantidad posible de materia seca por unidad de superficie sin que se deterioren las plantas, no se corte la vida de la pradera, es decir el exceso de pisoteo y la compactación del suelo. Para evitar estas consecuencias es necesario calcular la adecuada carga animal de cada parcela.

Por tanto, la presente investigación se ha establecido como propósito colaborar con productores ganaderos de las comunidades de El Robledal y El Coyolito, en la implementación de parcelas bajo sistemas silvopastoriles como estrategia de conservación de suelo y agua, que facilite la mejora de las condiciones actuales de manejo de pasturas y la incorporación de especies arbóreas al sistema ganadero.

Esta es una iniciativa que es parte del Programa de “Agricultura, Suelos y Agua” de Catholic Relief Service (CRS), con el cual UCATSE ha suscrito convenio; en la búsqueda conjunta por contribuir a mejorar la situación de productores con el aporte de alimento para el ganado en mejores condiciones; pero también para la promoción de acciones que conduzcan a la conservación del suelo y el agua. Para eso, también se analizaron las características del suelo en las parcelas ganaderas de ambas comunidades, las condiciones de humedad del suelo, la cobertura arbórea y el comportamiento de pastos mejorados en las condiciones de estas fincas

II. OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar las propiedades del suelo y las condiciones de manejo de la producción ganadera, que facilite la información para la planificación de prácticas de conservación de suelo y manejo de los componentes silvopastoriles o pasturas en ocho fincas de las comunidades el Coyolito y el Robledal, Estelí, en el período 2016-2017.

Objetivos específicos

Caracterizar las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo en las parcelas ganaderas definidas en el estudio.

Comparar el comportamiento de la humedad y macro fauna 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 la producción de biomasa seca para la alimentación del ganado.

Identificar las condiciones de manejo de la producción ganadera de las fincas en estudio que facilite información para la planificación de actividades del establecimiento de parcelas de pastura o silvopastoriles.

III. MARCO TEORICO

3.1. El suelo

El suelo es un conjunto de organismos biológicamente activos y está formado por minerales, materia orgánica, diminutos organismos vegetales y animales, agua y aire. Sirve de soporte para el crecimiento de las plantas, microorganismos edáficos y microfauna, regula el destino del agua en el ciclo hidrológico y en un sistema reciclador de nutrientes y residuos orgánicos. Actualmente, es considerado un recurso no renovable y su pérdida constituye un problema para las generaciones actuales y futuras (Osti, 2005).

Desde el punto de vista científico, según López (2006) el suelo constituye el objeto de estudio de la edafología, la que lo define como un ente natural organizado e independiente, con unos constituyentes, propiedades y génesis que son el resultado de la actuación de una serie de factores activos (clima, organismos, relieve y tiempo) sobre un material pasivo (roca madre). El suelo forma un sistema abierto a la atmósfera y a la corteza que almacena de forma temporal los recursos necesarios para los seres vivos (p.4) El suelo tiene ciertas características que para su abordaje en el presente documento se han organizado en características físicas y químicas, las cuales se detallan a continuación.

3.1.1. Características físicas

Según (Rucks, Garcia, A.kaplan, León, & Hill, 2004), 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. Las principales características se explican seguidamente.

Humedad del suelo: La cantidad de agua que posee el suelo es una de sus características más específicas y está determinada fundamentalmente, por su textura, su contenido de materia orgánica, la composición de sus fracciones mineral y orgánica y el arreglo que presente el medio físico edáfico, por el aporte que se le haga natural (lluvia) o artificialmente (riego) de ella, así como por el consumo causado por la evapotranspiración (Reyes, 2009).

Textura del suelo. Rucks et al. (2004), menciona que textura del suelo es la proporción de cada elemento del suelo, o bien, la textura representa el porcentaje en que se encuentran los elementos que constituyen el suelo; arena gruesa, arena media, arena fina, limo, arcilla. Se dice que un suelo tiene una buena textura cuando la proporción de los elementos que lo constituyen le dan la posibilidad de ser un soporte capaz de favorecer la fijación del sistema radicular de las plantas y su nutrición.

Porosidad. La porosidad, se expresa como el porcentaje del volumen del suelo ocupado por poros. O lo que es lo mismo, el porcentaje del volumen del suelo no ocupado por sólidos. Dentro del espacio poroso se pueden distinguir macro poros y micro poros. Los primeros no retienen el agua contra la fuerza de la gravedad, y por lo tanto son los responsables del drenaje y la aireación del suelo, constituyendo además, el principal espacio en el que se desarrollan las raíces. Los segundos son los que retienen agua, parte de la cual es disponible para las plantas. La porosidad total o espacio poroso del suelo, es la suma de macro poros y micro poros. Las características del espacio poroso, dependen de la textura y la estructura del suelo (Rucks *et al.* 2004).

La degradación de la estructura del suelo es una reducción del espacio poroso entre los agregados. El suelo compactado no proporciona espacio adecuado para el almacenaje o movimiento del aire y el agua del suelo. Lo más importante, los grandes poros continuos del suelo son perdidos o son reducidos en dimensión, lo que conduce a un lento movimiento del

agua y una aireación reducida. El crecimiento de raíces y animales del suelo está también restringido (Benites & Alexandra, 2013).

Color del suelo. Rojas, (2009) explica que el color del suelo refleja su composición, así como las condiciones pasadas y presentes de óxido-reducción del suelo. Está determinado generalmente por el revestimiento de partículas muy finas de materia orgánica humificada (oscuro), óxidos de hierro (amarillo, pardo, anaranjado y rojo), óxidos de manganeso (negro) y otros, o puede ser debido al color de la roca parental.

Consistencia. Es el grado de cohesión y adhesión de la masa del suelo. Incluye las propiedades del suelo como la friabilidad, plasticidad, adhesividad, y resistencia a la compresión. Depende en gran medida de la cantidad y tipo de arcilla, materia orgánica y contenido de humedad del suelo (Rojas, 2009).

3.1.2. Características químicas

Según López (2006), los elementos químicos del suelo pueden estar contenidos en la fase sólida y en la fase líquida del suelo, por lo que se ha considerado conveniente hablar de ellas.

Macro y micronutrientes: La cantidad de nutrientes presente en el suelo determina su potencial para alimentar organismos vivos. Los 16 nutrientes esenciales para el desarrollo y crecimiento de las plantas se suelen clasificar entre macro y micro nutrientes dependiendo de su requerimiento para el desarrollo de las plantas. Los macronutrientes se requieren en grandes cantidades e incluyen Carbono(C), Hidrógeno (H), Nitrógeno(N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre(S). Los micronutrientes por otro lado se requieren en pequeñas, su insuficiencia puede dar lugar a carencia y su exceso a toxicidad, se refieren a Hierro (Fe), Zinc (Zn), Manganeso (Mn), Boro (B), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo), Cloro (Cl)

Fase sólida. Los minerales constituyen la base de la fase sólida que soporta al suelo. Cuantitativamente en un suelo normal la fracción mineral representa de un 45-49% del volumen del suelo. Pero dentro de la fase sólida constituyen, para un suelo representativo, del orden del 90-99% (el 1-10% restante corresponde a la materia orgánica). La fase sólida representa la fase más estable del suelo y, por tanto, es la más representativa y la más ampliamente estudiada. Es una fase muy heterogénea, formada por constituyentes inorgánico y orgánico.

La fase sólida del suelo proviene de la descomposición de las rocas y de los residuos vegetales, y es relativamente estable en cuanto a su composición y organización. Dicha estabilidad suele servir para la caracterización de un suelo (López, 2006).

Fase líquida. El agua del suelo transporta en disolución nutriente, sales solubles, compuestos orgánicos solubles y contaminantes, así como materia en suspensión, y permite su absorción por las raíces. Desde el punto de vista de la fertilidad física, la humedad del suelo controla su consistencia, penetrabilidad por las raíces, temperatura, etc. De esta forma, el adecuado manejo de suelo requiere un conocimiento de la dinámica del agua en el suelo.

Capacidad de intercambio catiónico. Puede definirse como la capacidad total de los coloides del suelo (arcilla y materia orgánica) para intercambiar cationes con la solución del suelo. Esta capacidad se ve influenciada por factores como la temperatura, la presión, la composición de la fase líquida y la relación de masa de suelo / solución (López, 2006).

pH del suelo. Según Cook et al. (2010) es la medida de la acidez (1-5), neutralidad (5-7) o alcalinidad (más de 7) del suelo e influye en sus propiedades físicas, químicas y biológicas, por lo cual puede limitar o favorecer el crecimiento de ciertos cultivos.

El pH (potencial de hidrógeno) determina el grado de adsorción de iones (H^+) por las partículas del suelo e indica si un suelo está ácido o alcalino. Es el indicador principal en la disponibilidad de nutrientes para las plantas, influyendo en la solubilidad, movilidad, disponibilidad y de otros constituyentes y contaminantes inorgánicos presentes en el

suelo. El valor del pH en el suelo oscila entre 3,5 (muy ácido) a 9,5 (muy alcalino). Los suelos muy ácidos (<5,5) tienden a presentar cantidades elevadas y tóxicas de aluminio y manganeso. Los suelos muy alcalinos (>8,5) tienden a dispersarse. La actividad de los organismos del suelo es inhibida en suelos muy ácidos y para los cultivos agrícolas el valor del pH ideal se encuentra en 6,5 (FAO, 2016).

El valor de pH del suelo proporciona información acerca de los efectos perjudiciales de la acidez, aunque no permite diagnosticar las causas. La superficie de los coloides del suelo puede estar cargada negativamente debido a los átomos de oxígeno y los grupos hidroxilos no compartidos, así como a las sustituciones isomórficas en los grupos tetraédricos u octaédricos de los cristales de arcilla (López, 2006).

3.1.3. Organismos del suelo

Según Jiménez (2009) muchos grupos de organismos viven en el suelo. Estos organismos varían en tamaño desde microscópicos (bacterias, nematodos y hongos) hasta organismos fácilmente visibles a simple vista (lombrices, larvas de insectos etc.). Algunos de los organismos microscópicos causan algunas reacciones favorables en el suelo, como la descomposición de residuos de plantas y animales. La mayoría de los organismos del suelo dependen de la materia orgánica para alimento y energía, por lo tanto estos organismos se encuentran entre los primeros 30 cm del suelo. Los factores que afectan la presencia de microorganismos en el suelo son: humedad, temperatura aireación, suministro de nutrientes, pH del suelo y tipos de plantas que se están cultivando.

3.2. Sistema de producción ganadero

Actualmente la actividad ganadera es el principal rubro de exportación en Nicaragua, ya que en el año 2011, se exportó 632 millones de dólares de los cuales, 432 millones corresponden a las exportaciones de carne de bovino, lo que en términos porcentuales representaron el 68.3 % con una exportación en términos de volumen de 105 de miles de ton/m.

Estos datos nos sirven de referencia como indicadores para hacernos ver la importancia que tiene la actividad ganadera, para que podamos mejorar en nuestros rendimientos, y que se puedan impulsar programas que puedan traer beneficios al país, al productor y a los que dependen de este tipo de actividades, ya que el crecimiento que se viene presentando en una gran parte se debe a mejores precios en el mercado internacional (Castillo, 2012).

3.2.1. Pastoreo

Posterior al establecimiento de los pastos, inicia el pastoreo de los mismos, por lo que se debe considerar las salidas de nutrientes que hay del sistema. Según las condiciones de finca para cada forraje, se debe considerar los días de descanso del pasto para proponer un programa de fertilización.

Como práctica normal se utilizan los primeros tres días posteriores al pastoreo para aplicar el fertilizante, pero es recomendable realizarlo como mínimo 8 días después del pastoreo, cuando la planta este recuperada del pisoteo y por consiguiente pueda absorber los nutrimentos eficientemente. Esta práctica se debe repetir en cada ciclo de pastoreo y por todo el año, siempre que exista humedad. Es importante tomar en cuenta los puntos de mayor extracción para suplir en el momento adecuado los nutrientes necesarios (Camacho & Cabalceta, 2013). Se distinguen diversos tipos de pastoreo, los cuales a criterio de Moron (2009) y SISACOP (2007) son los que se explican a continuación.

Pastoreo diferido. El pastoreo diferido no es, en realidad, un sistema de regulación como los anteriores, sino una variante que se puede aplicar a todos y que sólo se diferencia de ellos por retrasar el momento de inicio del aprovechamiento. A veces, es conveniente introducir al ganado en el pasto no en el momento de su óptima producción en cantidad calidad (encañado en las gramíneas o altura óptima de inicio del aprovechamiento), sino más tarde, para permitir la floración y fructificación de las plantas y la consiguiente diseminación y enterramiento de semillas que efectúa el pastoreo. Esa entrada retrasada o diferida del ganado al pasto, denominada pastoreo diferido, se emplea con cierta frecuencia como método de

mejora de comunidades herbáceas con escasa cobertura (p.ej. por mala implantación) y en pastos de anuales, para permitir su disseminación (Moron, 2009).

Pastoreo racionado o en franjas. Constituye una variante del pastoreo rotacional en la que el tiempo de ocupación se reduce a 1 día, e incluso menos, con la idea de controlar con precisión la ración del ganado y aumentar la carga instantánea para reducir al mínimo (en teoría a cero) el rehúso. Este sistema de pastoreo no es sino la generalización del clásico pastoreo con estacas, consistente en fijar a cada animal a una estaca clavada en el suelo por medio de una cuerda (Moron, 2009).

Pastoreo continuo libre. El pastoreo continuo o libre, consiste en dejar pastar al ganado en áreas más o menos grandes sin intentar controlar o racionar su alimentación. Los animales pueden elegir, seleccionar su dieta y, en consecuencia, consumen las plantas que les resultan más palatales de entre las que hay. Por ello, este sistema puede considerarse equivalente a las cortas discontinuas en concreto, a la entresaca generalizada en selvicultura.

Pastoreo rotacional intensivo. El pastoreo rotacional intensivo consiste en cosechar (pastorear) un área determinada en un período de tiempo relativamente corto, antes de que los animales sean cambiados a una nueva área. Involucra el uso de períodos cortos de pastoreo intensivo (una alta presión animal) con períodos largos de descanso donde la pradera se recupera.

3.2.2. Carga animal

Es el número de animales por unidad de superficie. Se lo puede expresar como cabezas por hectárea o equivalente vaca por hectárea. Es el aspecto de manejo más importante, el que define en gran parte la producción del rodeo y la estabilidad ecológica y productiva de los pastizales. La capacidad de carga de un campo o potrero está determinada por la productividad de forraje del pastizal, su composición botánica y su estado o condición.

La carga animal afecta las características de productividad y estabilidad de los pastizales. Estas son la composición botánica, la cantidad de forraje disponible, el crecimiento anual, la calidad forrajera, la estructura física de la vegetación (facilidad de cosecha) y otras. En realidad lo que más relación tiene con la respuesta del pastizal es la intensidad de pastoreo, pero su principal determinante es la carga animal (Luisoni, 2010).

Corte. La calidad del forraje conservado depende en un 70% del momento en que se realice el corte. Cortando en el momento óptimo, se logra cosechar el forraje cuando este presenta la mejor combinación entre cantidad y calidad. A medida que avanza el estado fenológico de las plantas, su valor nutritivo disminuye debido al aumento en la proporción de tallos y la disminución en la cantidad de hojas, así como también su digestibilidad, por lo que es de fundamental importancia conocer en qué momento la especie que se va a conservar presenta su mejor relación calidad/cantidad (Bragachini, Cattani, Gallardo, & Peiretti, 2008).

Para la alfalfa, al igual que para las otras leguminosas, el punto en el que esta relación es óptima es cuando se encuentra en botón floral, mientras que para las gramíneas este punto lo encontramos en el estadio de hoja bandera o en prefloración.

En el caso de utilizar verdeos de invierno del tipo avena, cebada o centeno, se recomienda efectuar el corte en el estadio de grano lechoso, donde se obtiene un considerable volumen de materia seca, ya que estos cultivos mantienen la palatabilidad aún en madurez avanzada, pero siempre teniendo la precaución de no retrasar demasiado el corte para evitar el riesgo de una caída de grano por un excesivo secado.

Si se corta antes, se consigue incrementar la calidad aunque se resigna cantidad de materia seca a conservar, además de producir un envejecimiento prematuro de la pastura en el caso de la alfalfa. Por el contrario, si se demora el inicio del corte, se logrará conservar mayor cantidad de materia seca por hectárea pero ésta tendrá menor digestibilidad y por consiguiente se obtendrá un forraje con menor valor nutritivo cuando se trabaja con pasturas consorciadas, se debe tomar como referencia el punto óptimo de la pastura predominante, ya

que es ésta la que determinará el tipo de fermentación en el caso que el material valla a ser conservado (Bragachini et al. 2008).

3.3. Los sistemas silvopastoriles

Un sistema silvopastoril es “un sistema de producción en el que crecen árboles asociados con pastos para ser utilizados en la alimentación del ganado”. Dicho de otra forma, en una misma parcela se tienen árboles, pastos y ganado, con múltiples interacciones ecológicas y económicas. Los árboles deben tener alto potencial forrajero, de ellos se aprovechan las hojas y frutos para alimentación de los animales, también se aprovecha la madera. Los pastos deben ser mejorados de alta calidad. Si estos dos elementos se manejan adecuadamente la finca tiene mayor producción de biomasa forrajera y podrá incrementar su capacidad de carga animal, así como, los rendimientos de leche y carne. De otra parte, con todos los bienes y servicios ambientales que dan los árboles se diversifica la producción y los ingresos (Sánchez, 2014).

Según Marmol (2006) los sistemas silvopastoriles es el manejo de árboles, ganado y forrajes en un sistema integrado. La siembra de árboles de alto valor comercial combinado con forrajes puede aportar a los productores ingresos extras en las fincas, además obtener madera, frutos, forrajes y otros productos proporciona hábitat para la vida silvestre, mejoran el paisaje y protegen a los animales al proveer sombra y reducir el estrés causado por la radiación solar, las altas temperaturas y las ráfagas de viento caliente

Respecto de los elementos del sistema silvopastoril, según CRS (2015) indican que son el suelo, el pasto, los árboles y el ganado. La intensidad de las interacciones entre los componentes es mayor cuando éstos comparten simultáneamente el mismo espacio. Una interacción es la influencia de un componente sobre el desempeño de los otros componentes del mismo sistema. Por ejemplo, debajo de la copa de los árboles la temperatura ambiental es 1.5 a 3 grados menor que la temperatura en las áreas descubiertas creando un ambiente favorable para el ganado. Este ambiente hace que el ganado dedique más tiempo a pastorear.

Cada uno de estos componentes proporciona beneficios al interactuar el uno con el otro, el suelo le ofrece al pasto nutrientes y agua para crecer, el pasto y los árboles al caer sus hojas proporcionan nutrientes al suelo y lo protegen de la erosión, además, mantienen la humedad en el suelo y sirven de alimento para el ganado y el ganado a través del estiércol le aporta nutrientes al suelo, que sirven para el crecimiento de los pastos y los árboles.

De acuerdo a Marinidou & Ferrer (2010), los árboles que son sembrados en potreros ofrecen una diversidad de usos y servicios. Para esto es necesario prestar atención en el diseño de los SSP pensando en el mediano y largo plazo, así como su posterior manejo. Además de mejorar la producción ganadera, hay que pensar en varios aspectos como producir alimentos para la familia, para venta, conservar los recursos naturales, o crear empleo. Hay varias tecnologías o prácticas silvopastoriles.

La introducción de tecnologías silvopastoriles, como la siembra de árboles en potreros, el uso de cercas vivas, cortinas rompe vientos y bancos forrajeros, a la vez que mejoran la calidad de la dieta nutricional (disminuyendo la capacidad de emitir metano de los bovinos), también ayudan a liberar áreas degradadas para permitir en ellas la regeneración natural y constituirse como sumideros de carbono (CATIE, 2006).

Árboles dispersos. Una práctica muy extendida entre los ganaderos. Consiste en dejar crecer o sembrar de forma dispersa árboles y arbustos en los potreros. Para esto se escogen plantas leñosas –dependiendo del tipo de suelo y de las necesidades de los productores, pensando en los diversos servicios y productos que proporcionan y en los resultados que se pueden obtener a un corto, mediano y largo plazo.

Cercas vivas. Las cercas vivas son una práctica tradicional la cual consiste en sembrar líneas de árboles o arbustos como soporte para el alambre o cercado principal mente para marcar los límites entre parcelas y entre diferentes usos de suelo. La cerca viva puede ser de una o dos líneas y estar formada de plantas leñosas vivas solas o en combinación con postes muertos

Cortinas rompe vientos. Las cortinas rompe viento son una variante de las cercas vivas, las cuales protegen al ganado y a los árboles frutales de las ráfagas de viento, estas están compuestas por filas de uno a tres arboles altos intercaladas con hileras de árboles chicos.

Bancos forrajeros. Son superficies pequeñas de uno o varios tipos de plantas leñosas con alto valor forrajero sembradas en altas densidades. Dependiendo del número de animales a alimentar podemos dedicar una o más áreas del terreno. Estas zonas se colocan de preferencia a lado o dentro de las regiones de pastura y cerca del sitio de ordeña o resguardo. El objetivo de los bancos es proporcionar forraje con alto contenido de proteínas, de buena digestibilidad y que, además, brinde materia seca durante todo el año. También, los podemos utilizar como suplemento alimenticio pero son especialmente importantes en la época seca cuando el pasto escasea (Marinidou & Ferrer, 2010).

3.4. Pastos y forrajes

Según INATEC (2016) los pastos se pueden definir como cualquier planta natural o cultivada, reproducida sobre la superficie del suelo y que el ganado las aprovecha para alimentarse mientras circula o ambula sobre ellas. Por cuanto dichas especies deben tener las características de una buena capacidad de rebrote debido a que constantemente es pisoteado por el ganado y este tiende a destruirlos con las filosas pezuñas.

Los cultivos forrajeros son especies que se establecen con el objetivo de alimentar al ganado, los granos de algunos de estas especies pueden ser utilizados para el consumo del ser humano (ejemplo: el sorgo, maíz, caña de azúcar; entre otros) pero la mayoría de estas variedades se establecen exclusivamente para alimentar al ganado lo cual se puede denominar como forrajes (INATEC, 2016).

3.4.1. Especies de pasto

En el país se dispone de variedades de pastos de corte que permiten aumentar los rendimientos de forraje por manzana y que deben ser utilizados especialmente para corte,

acarreo y suministro directo a los animales, o bien para guardarlos como ensilaje y utilizarlos en la época de verano. Entre los más conocidos están: Taiwán, King grass, Camerún, Caña Japonesa, Caña de Azúcar, Sorgo Forrajero y Pasto Guatemala (INTA, 2013). A continuación se especifican las características de los pastos que se están trabajando en el presente estudio.

Pasto Mombaza. Es un pasto que se adapta a suelos fértiles, puede prosperar con buena fertilización, prefiere los suelos sin encharcamiento, crece en alturas que van desde el nivel del mar hasta los 2,000 msnm y en regiones con más de 800 mm de lluvia. Es un pasto que soporta hasta 6 meses de sequía y después de la cual presenta un excelente rebrote. Se caracteriza por poseer alta producción de forraje ya que del volumen total de la planta el 82% son hojas. Recomendado para engorde de bovinos, así como para ganado lechero. Recomendado para ensilaje y ocasionalmente producción de heno (Gómez, 2009).

Además Gómez (2009), menciona que 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. Se debe evitar sembrar antes de la normalización de las lluvias.

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. En cuanto a los niveles nutricionales este pasto presenta 7.61% de proteínas en cuanto a energía presenta 1.26Mcal/kg según datos de (Carrasco, 2016)

Pasto Marandú. Fue introducido a Nicaragua, procedente de CIAT, a finales de la década de los ochenta, es una planta herbácea perenne, semierecta a erecta y crece formando macollas. Presenta tolerancia al salivazo y se asocia bien con leguminosas forrajeras. La siembra se realiza con semilla o con macolla, puede ser con arado, en surcos separados de 60 a 80 centímetros, con espeque, usando plántulas obtenidas en viveros. En todo caso se

recomienda labranza mínima (INTA, 2014). Los valores nutricionales de proteínas son de 6.56% y para energía están en 1.55Mcal/kg según (Carrasco, 2016).

3.4.2. Fertilización de pasturas

Actualmente el tema más importante en el sector agrícola es la contaminación ambiental. Conocer los requerimientos nutricionales de los pastos, permite a los productores utilizar las cantidades necesarias de fertilizantes, que permitan el adecuado desarrollo de los pastos, cuidando el medio ambiente (Camacho & Cabalceta, 2013).

En cuanto a suelo el pasto mombaza requiere condiciones de pH de 6 a 8 y bien drenados, una precipitación de 900 a 2000 mm y temperatura de más de 18 °C (Cuadrado, Mejia, & Sanchez, 2002). Y para pasto marandú requiere condiciones de pH entre 4-8 con suelos bien drenados precipitaciones de 100 a 3500 mm y una profundidad de siembra de 1-3cm (Hotchst & Rich, 2016).

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Ubicación geográfica

La investigación se realizó en las comunidades El Coyolito y El Robledal de la reserva protegida Mirafior, Moropotente, es una reserva natural única, ubicada a 30 kilómetros de la ciudad de Estelí aproximadamente. El parque mide 254 km² y en él se aprecian tres tipos de climas distintos: seco en la zona baja, intermedia y húmeda, así como un bosque nebliselva predominante. Además de las zonas de naturaleza intacta, Mirafior está también habitada por finqueros que cultivan granos y crían ganado (Vianica, 2016).

La comunidad El Coyolito se encuentra en las coordenadas latitud: 57°38'62`` y longitud: 14°59'538`` (anexo 1) y la comunidad El Robledal en las coordenadas latitud: 57°66'7 y longitud: 14°59'950`` (anexo 2), según datos del mapa (Google maps, 2016).

4.2. Selección de fincas y productores incluidos en el estudio

Para la selección de las fincas y productores se realizó revisión de registros de UCATSE y foro Mirafior sobre fincas ganaderas de la reserva Mirafior Moropotente considerando los criterios de:

- Tener la ganadería como actividad relevante.
- Tener áreas para pasturas de al menos una manzana preferentemente con especies forestales.
- Disponibilidad del productor para el establecimiento y manejo de las parcelas en estudio.

De esta manera, se visitaron varias fincas en las comunidades mencionadas anteriormente seleccionando de esta, manera las siguientes:

Comunidad	Nombre finca	Código del productor	Nombre productor	Coordenadas		Altura (msnm)
				Latitud	Longitud	
El Coyolito		P1	Ramón Zeledón Zeledón	57°20′40′	14°59′950′	856,0
		P2	Bartolomé Rodríguez Rugama	57°38′62′	14°59′538′	958,1
	El Coyolito	P3	José Francisco Araúz Rugama	57°38′62′	14°59′476′	974,4
		P4	Dora Cristina Iglesias	57°38′31′	14°60′060′	903,5
El Robledal	Peña blanca	P5	Milán Mateo Zeledón	57°66′05′	14°60′304′	1310,0
	Los Quesos	P6	José Ulises Galeano	57°63′82′	14°60′472′	1276,0
	Buena vista	P7	Santos Ramón Treminio	57°63′42′	14°59′667′	1308,0
		P8	Alfonso Galeano	57°66′76′	14°59′280′	1299,0

Para analizar los datos se trabajó con el código del productor anteriormente mencionado en la tabla.

4.3. Definición de variables con su operacionalización

Variable	Definición conceptual	Indicadores	Medidas de expresión	Fuente	Instrumento
Propiedades físicas del suelo	Es la porción de los componentes que determina una serie de propiedades físicas o mecánicas.	<p>Humedad del suelo</p> <p>Color, estructura, consistencia, porosidad, Profundidad y compactación</p> <p>Densidad aparente</p> <p>Textura</p> <p>Erosión</p>	<p>%</p> <p>Escala del 0 al 2</p> <p>g/cm³</p> <p>% Arena limo y arcilla y clase textural</p> <p>Escala de 0 a 2</p>	Parcelas de estudio y tradicional (testigo)	<p>Hoja de campo</p> <p>Evaluación visual del suelo</p> <p>Análisis de suelo</p>
Propiedades químicas de suelo	Cantidad de nutrientes presente en el suelo determinado por análisis de suelos en laboratorios.	<p>Macronutrientes (N,P,K,Ca,Mg,K,S) y micronutrientes (Fe, Mn, Co, Zn, B, Mo, Cl)</p> <p>pH en agua y en cloro</p> <p>Capacidad de intercambio catiónico</p>	<p>ppm</p> <p>Cmol/L o mg/kg</p> <p>Escala de 0-14</p> <p>meq/100g</p>	Parcelas de estudio y tradicional (testigo)	Análisis de suelo

Variable	Definición conceptual	Indicadores	Medidas de expresión	Fuente	Instrumento
Propiedades biológicas del suelo	Se refiere a la interacción de componentes biológicos.	Materia orgánica Macro fauna mayor de 2 mm	Porcentaje kg/m ³ de suelos (macro fauna y raíces).	Parcelas de estudio y tradicional (testigo)	Hoja de campo
Cobertura vegetal aérea	Son estimaciones promedio a través de la observación de los indicadores.	Cobertura arbórea Especies arbóreas Número de individuos	Porcentaje Cantidad/ha Cantidad/ha	Parcelas de estudio y tradicional (testigo)	Hoja de campo
Producción de biomasa		Producción de materia seca Rendimientos	Gramos Ton/ha		Hoja de campo
Información del sistema productivo ganadero		Datos de la finca Prácticas de manejo del suelo Datos de producción Actividades pecuarias	qq/mz, ingresos		Diagnóstico
Planificación de actividades para el establecimiento de parcelas		Objetivos Actividades Recursos	Matriz		Matriz de planificación

4.4. Técnicas-instrumentos de recolección de datos

El estudio considero un diseño de parcelas pareadas en donde una de ellas fue considerada parcela de estudio y la otra de referencia o tradicional (testigo) que el productor realizo las prácticas tradicionales que normalmente el realiza. En la parcela de estudio se aplicaron diferentes elementos para la conformación de un sistema silvopastoril con árboles disperso o sistema con pasturas donde se realizaron actividades para la conservación del suelo (parcela ASA). Cada parcela tenía 2500m² y se tenían dos parcelas por finca para un total de 16 parcelas.

Se monitoreo de forma periódica el comportamiento de las variables de estudio en ambas parcelas. Cada parcela fue considerada como un tratamiento, por lo que al tomar datos de las variables en estudio se tomaron tres datos por cada una de las parcelas. La toma de datos se realizó de la manera como se explica a continuación.

4.4.1. Toma de muestras de suelo

Para el establecimiento de las parcelas se realizó la propuesta a los productores de las zonas que fueron estudiadas, luego se procedió a definir los lugares en donde quedaron ubicadas las parcelas por un periodo de 5 años de los cuales solo se les brindo acompañamiento por un periodo de un año cabe mencionar que la toma de muestra se a tomo una vez al inicio de nuestra investigación.

En cuanto a la toma de muestras de suelo se tomaron 15 muestras al azar a una profundidad de 20cm cada una para una muestra compuesta, las muestras se tomaron al inicio del proyecto las cuales se tomaron en quince puntos entre la parcela experimental y la testigo, luego se homogenizo el suelo y se realizó un cuarteo, del cual se extrajo alrededor de un kilogramo de tierra la cual se remitió al laboratorio LAQUISA (Laboratorios Químicos S.A) en el departamento de León, Nicaragua donde se realizó el análisis de suelo. Esto se realizó una sola vez al inicio del estudio.

También se acompañó el análisis de suelo con la metodología de la “Evaluación visual de suelo” (EVS) de acuerdo a lo propuesto por Sherpherd (2000). 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 registró en una hoja de campo (anexo 4). Por cada indicador se calificó de acuerdo a la escala 0 = (pobre); 1 = (moderado); 2 = (bueno), comparando con las fotografías de referencia que presenta la guía de campo de esta metodología.

Se extrajo material del suelo con un palín en forma de cubo, el cual se dejó caer sobre una lona o plástico limpio, se extendió el material y se procedió a realizar las diferentes pruebas indicadas en la EVS.

Para la evaluación de la erosión se utilizó la metodología propuesta por Bellows (2001), en donde tiene una puntuación de cero cuando no se observan cárcavas y el agua que sale del potrero es clara, puntuación de uno cuando se observan pequeñas escorrentías y sale del potrero agua con un poco de lodo y dos cuando hay cárcavas presentes y sale agua con mucho lodo del potrero.

4.4.2. Toma de datos sobre biomasa

En cuanto a la biomasa las muestras se tomaron de tres puntos, uno en la parte alta, otro en la parte media y por último en la parte baja. Para esta toma de muestra se seleccionó un punto al azar donde se marca un metro cuadrado, dentro de este metro se corta y recoge toda la biomasa que este en él y se pesó.

Luego fue llevado al laboratorio de UCATSE, para secarlo en horno a 75°C por 24 horas y se pesó para obtener el peso seco, los datos se registraron en una hoja de campo este indicador se realizaron tres veces durante el periodo del estudio para ambas parcelas, al final se hizo una relación entre el peso de la materia verde y la materia seca, luego este resultado se tradujo en toneladas por hectáreas.

En cuanto al porcentaje de la cobertura de suelo se realizó tomando una cuerda de dos metros a la cual se le realizaron nudos cada veinte centímetros, al final se obtienen diez puntos, ya en campo se tiró la cuerda y se extendió y se contaron y promediaron los puntos

que estaban cubriendo el suelo los datos se recolectaron en una hoja de campo (anexos 3), la toma de datos se tomó dos veces una al inicio y otra al final de la investigación.

4.4.3. Muestreo de la humedad del suelo

Con lo que respecta a las muestras de suelo para determinar la humedad, las muestras fueron tomadas en los tres estratos de la parcela a una profundidad de 20cm del mismo, las cuales después de recogidas se llevan al laboratorio y se secan al horno a una temperatura de 105°C por un periodo de 24 horas o hasta que la tierra presentara un peso constante, los datos se registraron en una hoja de campo, (anexos 4) cabe mencionar que las muestras se recolectaron cada dos meses para tener muestras representativas de cada época del año.

4.4.4. Muestreo de cobertura arbórea

Teniendo en cuenta las consideraciones de las parcelas se levantó un recuento de las especies y el número de individuos presentes en cada una de las parcelas de estudio.

Después de haber delimitado la parcela, se contaron los árboles que tienen más de cinco centímetros de diámetro se observa la forma de la copa de cada árbol y delimito su perímetro visualmente, si la copa era regular se medían al menos dos diámetros y si es de forma irregular se medían de 3 a 4 diámetros, luego se calculó la oclusión observando hacia arriba y se calcularon los espacios vacíos y la porción de follaje en porcentajes.

Ya obtenido el diámetro y la oclusión se calculó el área de proyección vertical de la sombra, se calculó el área y se multiplico por el factor de oclusión, luego el área de cobertura entre la densidad de sombra del árbol porcentaje de cobertura.

$$\% \text{ de cobertura} = (b/\text{área}) * 100$$

$$b = a * \text{área}$$

$$a = \text{área} * o$$

$$a = (\pi/4) * d^2$$

Este proceso se repitió por cada árbol presente en la parcela, los datos se tomaron en una hoja de campo, (anexos 5), las muestras se recolectaron dos veces durante todo el experimento.

4.4.5. Muestreo de macrofauna del suelo

Se recolectaron 3 muestras por cada parcela y tomaron las mediciones directas en campo en un monolito de suelo de 25x25x30, realizando 3 monolitos en cada parcela posteriormente se seccionaron en tres estratos de 10 cm cada uno, estos se depositaron en los tamices de 5 a 2 mm y se procedió al conteo, identificación y peso de las especies, los datos se recolectaron en una hoja de campo (anexos 6), las muestras se recolectaran tres veces a lo largo del experimento.

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

La recolección de esta información se realizó mediante la aplicación de una encuesta a cada productor (anexo 7). Para esto se visitó al productor y se recolecto la información mediante entrevista personal en la cual se platicó de diferentes temas presentes en la encuesta y de esta forma se llenó la misma.

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

Ya establecidas las parcelas se procedió a realizar el primer muestreo, ya echo el muestreo de suelo y obtenido los análisis del mismo se procedió a dar el plan de fertilización de acuerdo al pasto que se estableció en la parcela experimental que es la que nosotros dábamos las indicaciones de manejo al productor. Por otro lado también se tuvo que definir el sistema silvopastoril a implementar en la parcela y especialmente en las parcelas que tenían como principal objetivo pastorear.

Para realizar un mejor plan de acción trabajamos de forma participativa se utilizó a través del desarrollo de ECAS siguiendo un proceso de formación con los productores en las que se realizó una retroalimentación de los datos que se obtuvieron durante el transcurso, el desarrollo de temáticas de capacitación de acuerdo a las necesidades del productor y definición de actividades que se desarrollaron en las parcelas.

Luego de ya establecido y definido el sistema silvopastoril a trabajar se procedió al corte del pasto y pastoreo en algunos casos y el corte del cultivo en asocio para que sirviera de

cobertura. Después de haber definido el manejo solo se estuvo realizando el mantenimiento y monitoreo de las parcelas experimentales y testigos. En el caso de los muestreos de suelo para análisis se realizaron al inicio del establecimiento de la investigación, para las muestras de humedad se realizaron cada 2 meses hasta que se finalizó la investigación. Por otro lado, la evaluación visual de suelo solo se realizó 2 veces al año al igual que la cobertura de rastrojos, la estimación de sombra, la macrofauna del suelo y la producción de biomasa.

En el caso de las ECAs sirvieron para la definición de las actividades además del establecimiento de las temáticas a estudiar, junto con otros productores de la zona capacitando así a los productores no solo de las que trabajan con nosotros sino también a los que trabajan con el proyecto y esto nos sirvió para la retroalimentación e informar a los mismos de los datos que se recogieron y el desarrollo de temáticas de capacitación definición de las actividades a desarrollar en las parcelas.

4.5. Procesamiento de datos

Para comparar variables cuantitativas entre la parcela ASA (Agricultura, Suelo, Agua) y de manejo tradicional como: humedad, macro fauna y cobertura arbórea. Se realizó una prueba T Student, de inferencia basada en dos muestras, previa una prueba de normalidad de Shapiro Wilk. Sin embargo, al no encontrar normalidad en los datos se realizó una prueba no paramétrica de Kruskal Wallis; los datos fueron procesados en Infostat versión estudiantil con p mayor de 0.05 para datos normales, en el caso que los datos sean menores serán anormales y se analizaran a como se explicó anteriormente.

Para aquellas variables monitoreadas una sola vez que corresponda a datos cuantitativos como los parámetros de suelo y las características de los sistemas de producción, se utilizó un análisis descriptivo, mostrando los resultados en forma narrativa, con el uso de recursos gráficos o tablas y encuestas respectivamente. Con la información sobre las propiedades químicas del suelo se establecieron los niveles de fertilidad del suelo y se determinaron los requerimientos nutricionales para un plan de fertilización del pasto en la parcela de estudio.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se abordan los resultados y discusiones obtenidos mediante el análisis de la información considerando aspectos importantes: socioeconómicos, tipología de la finca, uso de la parcela si es de pastoreo o de corte, y adopción de las tecnologías recomendadas por parte de los productores de las comunidades en estudio.

5.1. Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo

La calidad del suelo es variable y los suelos responden de forma distinta con forme a las practicas implementadas sobre él. Se incluyen los elementos de la calidad del suelo; las propiedades físicas, químicas y biológicas inherentes y dinámicas.

La calidad del suelo se define como la capacidad del suelo de funcionar dentro de las fronteras del ecosistema y el uso de la tierra manteniendo la calidad ambiental y fomentando de plantas los animales y el ser humano (FAO, 2016).

5.1.1. Propiedades físicas del suelo

La evaluación de la estructura del suelo se basa en el tamaño, forma, porosidad y abundancia relativa de los agregados del suelo y de los terrones. La estructura de los suelos pobres se presenta en forma de bloques grandes, densos, angulares (aristas vivas) o sub-angulares, necesitándose mucha fuerza para fraccionarlos: en cambio aquellos suelos con una buena estructura presentan agregados finos, porosos, sub-angulares (aristas amelladas) y semiredondeados (nuciformes) (Benites J. 2014).

En la tabla 1 se muestran los resultados de la evaluación visual de suelo en cada parcela de investigación, esta sirvió para determinar la condición de las parcelas por cada productor, encontrando los mejores resultados en cuanto a porosidad, coloración y estructura para las tres parcelas lo que se explica por su poco uso para potreros.

Además, en lo que respecta a compactación y profundidad todas las parcelas presentan similitudes con suelos compactados, ya sea por el mal uso que se le da al suelo por una excesiva carga animal o por el tipo de suelo como lo es en el caso particular de suelo arcilloso y rocoso en formación.

P1: Ramón Zeledón, P2: Bartolomé Rodríguez, P3: José Francisco Arauz, P4: Dora Cristina Iglesias, P5: Milán Mateo Zeledón, P6: José Ulises Galeano, P7: Santos Ramón Chavarría, P8: Alfonzo Galeano

Según Benites J. (2014) La buena estructura del suelo es importante para el crecimiento de los cultivos de granos anuales. Regula la aireación del suelo y el intercambio gaseoso, el movimiento y almacenamiento de agua, la temperatura del suelo, penetración y desarrollo de las raíces, movilización de nutrientes, resistencia a la degradación estructural y la erosión del suelo. La buena estructura del suelo aumenta la posibilidad de sembrar a tiempo, minimiza la labranza en términos de tiempo en horas y el costo de la misma

Tabla 1. Resultados de la evaluación visual de suelo

Comunidades	Puntaje máximo	El Coyolito				El Robledal			
		P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈
Estructura	6	3	6	6	3	3	3	6	3
Porosidad	4	4	2	2	2	4	2	4	2
Coloración	4	2	4	2	2	2	2	2	2
Color de moteado	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Compactación	2	1	1	1	0	1	0	1	1
Cobertura	6	3	6	6	3	3	3	3	3
Profundidad	6	3	3	3	3	3	3	3	3
Total	34	17	23	21	16	17	14	20	15

5.1.2. Densidad aparente

Para la densidad aparente como se muestra en la figura 1 no existe una uniformidad en la densidad aparente entre cada parcela por productor siendo las P3, P4 y P7 con 1.13, 1.17 y 1.10 g/ cm³ las parcelas con los valores más bajos. Esto se debe a los diferentes

usos de suelos que han tenido las parcelas, en el caso de la P8 es una parcela que tiene gran densidad de árboles los cuales le brindan la hojarasca la cual ayuda a mejorar las cualidades del suelo. Por el contrario, las parcelas P1, P5 y P8 las que mostraron los valores más altos es decir tienen más altos niveles de compactación, esto se puede deber a que en el caso de la P5 el uso de estos suelos es altamente ganadero de pastoreo, sin tener en consideración la carga animal del potrero.

En la investigación en café realizada por Salamanca & Sadeghian (2004), menciona que el mayor crecimiento se registró para la menor densidad aparente que fue de 1.20 g/cm^3 y conforme este valor, se redujo de manera proporcional. También lo hizo la altura de las plantas. Esto hace referencia a que los pastos establecidos en las parcelas tienen mejor desarrollo, las parcelas que tienen menor densidad ya que a como lo menciona Salamanca & Sadeghian (2004), esto provoca un mejor desarrollo radicular por lo tanto estas condiciones brindan un mejor desarrollo radicular.

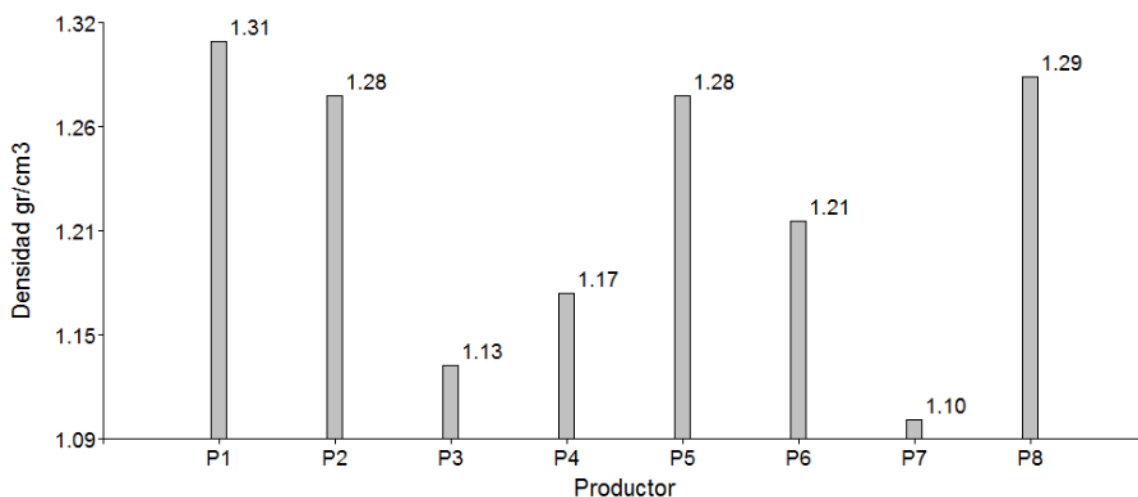


Figura 1. Valores de densidad aparente del suelo por productor

5.1.3. Textura

Cabe destacar en la siguiente tabla que todos los suelos de las parcelas en estudio presentan características similares en cuanto a la condición de la textura del suelo ya que todos son francos, en donde predominan los suelos franco arenosos, otro aspecto importante a destacar es que los suelos francos arcillosos solo se presentaron en la comunidad el Coyolito en la P1 que corresponde a la finca del productor Ramón Zeledón y en la P4 finca perteneciente a la productora Dora Cristina Iglesias.

Respecto a los suelos francos (Ramirez, 2013) menciona que se suele denominar suelo franco a las partes superficiales del terreno cuya composición cuantitativa está en proporciones óptimas. También menciona que aunque la composición del suelo franco puede variar ligeramente se puede considerar uniforme las proporciones porcentuales siguientes: arena 45%, limo 40% y arcilla 15%.

Conforme a esto, se puede decir que hay pocas variaciones en cuanto a las características de la conformación de la textura, siendo notorio en la finca P8 en donde el suelo tiene un 45.52% de arena, 33.0% de limo y un 21.4% de arcilla, valores que se diferencia del óptimo propuesto por este autor. El resto de parcelas presenta muy buenas características para el desarrollo de los pastos a establecer, ya que les permitirá un buen desarrollo radicular por las características de los mismos.

Tabla 2. Composición textural de los suelos (en porcentaje)

Productor	Arena	Limo	Arcilla	Condición de la textura
P1	48.800	20.720	30.480	Franco arcilloso
P2	45.520	29.080	25.400	Franco
P3	51.880	25.720	22.400	Franco arenoso
P4	39.880	26.700	33.400	Franco arcilloso
P5	54.800	28.720	16.480	Franco arenoso
P6	57.880	28.360	13.760	Franco arenoso
P7	67.800	21.720	10.480	Franco arenoso
P8	45.520	33.008	21.400	Franco

5.1.4. Propiedades químicas del suelo

El análisis de suelo arrojó datos respecto a la disponibilidad y deficiencia de cada elemento conformado en la textura del suelo, datos mediante los cuales se logró obtener los puntos o niveles críticos en cuanto a macro y micro nutrientes de las parcelas seleccionadas en las que se desarrolló actividades y obras de conservación. Partiendo de los niveles y disponibilidad de cada macro nutriente las principales deficiencias radicaron en los contenidos de N, P y S respectivamente los demás elementos estaban en rangos medio y alto. Por tal razón, se elaboró un plan de fertilización que incluyó aplicaciones

de urea 46-0-0, 18-46-0 y fertifrijol (10-20-12-2-13) considerando los dos cultivares que se establecieron (mombasa y marandú).

Los micronutrientes al igual que los macronutrientes se suelen clasificar bajo un criterio de cantidad que precisan los cultivos de cada uno de ellos y su presencia en las plantas; sin embargo los micronutrientes, se necesitan en menor cantidad, pero son igual de importantes para el desarrollo correcto de los cultivos. Las deficiencias en micronutrientes se tienen poco en cuenta, por el contrario, se presta más atención a los macronutrientes NPK (Nitrógeno, Fósforo y Potasio), dando como resultado carencias importantes, daños en cosechas, malos desarrollos en los cultivos. De ahí que también se denominan a los micronutrientes como oligoelementos (UCC, 2016).

Es por ello, que además de los planes de fertilización, en cuanto a macronutrientes para cubrir las necesidades del pasto también se incluyó una fórmula para responder a las deficiencias de los elementos menores con lo que se garantizó un énfasis general y no centrado en un solo ámbito de fertilización, logrando generar mayor uniformidad en cuanto a crecimiento, desarrollo, y rendimientos de las variedades de pastos establecidas.

Tabla 3. Macro y micro nutrientes por parcela según el análisis de suelo

Nutriente	Medida	Productor							
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Macronutrientes									
Ca	cmol (+)/L	32.46	24.3	24.6	32.14	17.46	17.49	19	16.18
Mg	cmol (+)/L	11.09	8.47	11.14	16.02	5.418	5.42	6.8	6.734
K	cmol (+)/L	1.027	1.429	0.846	0.855	1.324	0.966	0.748	0.463
S	mg/Kg	9.4	6.3	8.1	9.6	10.3	4.4	8.1	9.8
P	mg/Kg	28.3	23.3	25.9	26.4	6.8	12.4	8.1	5.4
Micronutrientes									
Cu	mg/Kg	1.9	5.3	8.6	4.2	9.2	3.9	5.6	9.5
Zn	mg/Kg	0.8	2.1	3.7	0.9	3	4.8	3.1	2.8
Mn	mg/Kg	18.4	25.4	31.4	21.6	34.8	36.7	20.4	21.7
Fe	mg/Kg	72.9	79.5	92.1	61.5	105	109.3	122.7	123.2
B	mg/Kg	0.6	0.5	0.3	0.4	0.5	0.3	0.3	0.4
Na	cmol(+)/L	0.696	0.274	0.46	0.671	0.615	0.443	0.521	0.424

5.1.5. pH en agua y pH en KCl/1N

En la figura 2 se pueden observar los niveles de pH en estos suelos la mayoría son ácidos ya que están por debajo del pH neutro que corresponde a los valores de 7, con una parcela de valores neutros fue la (P1 de la comunidad El Coyolito) con 6.7 de pH y los valores más bajos de pH en agua se obtuvieron en la comunidad el Robledal (P8) con el valor de 5.3 de pH en agua.

En lo que respecta al pH en cloruro de potasio este es un valor más exacto sobre la acidez potencial pero presenta valores más bajos de pH en KCl respecto al pH en agua. Lo anteriormente planteado se cumple en la investigación ya que se presentan valores más bajos de pH en KCl que en pH en agua como por ejemplo diferencias grandes de los niveles del mismo como es en el caso del P1, que su pH en agua fue de 6.7 y en KCl disminuyó casi un grado hasta 5.8. También hubo diferencias mínimas como es el caso del P8 el cual presentó un valor de 5.3 en agua y 5.1 en Cloruro de potasio es decir que presenta poca diferencia entre los datos.

SOPROCAL (2014) menciona que la acidez del suelo afecta el crecimiento de las plantas en diferentes formas. Cada vez que el pH es bajo, uno o más efectos determinantes pueden reducir el crecimiento. También menciona que los organismos responsables de la descomposición de la materia orgánica y de transformar al N, P y S pueden estar presentes en menor número con subsiguiente menor actividad.

Esto no afecta a las parcelas en estudio ya que pese a presentar valores de pH por debajo del neutro ya que las *Brachiaria* son pastos que requieren mediana fertilidad, buen drenaje y un alto rango de adaptación a pH que va desde 4.2 a 8 según menciona García (2016) en su investigación sobre *Brachiaria* híbrida.

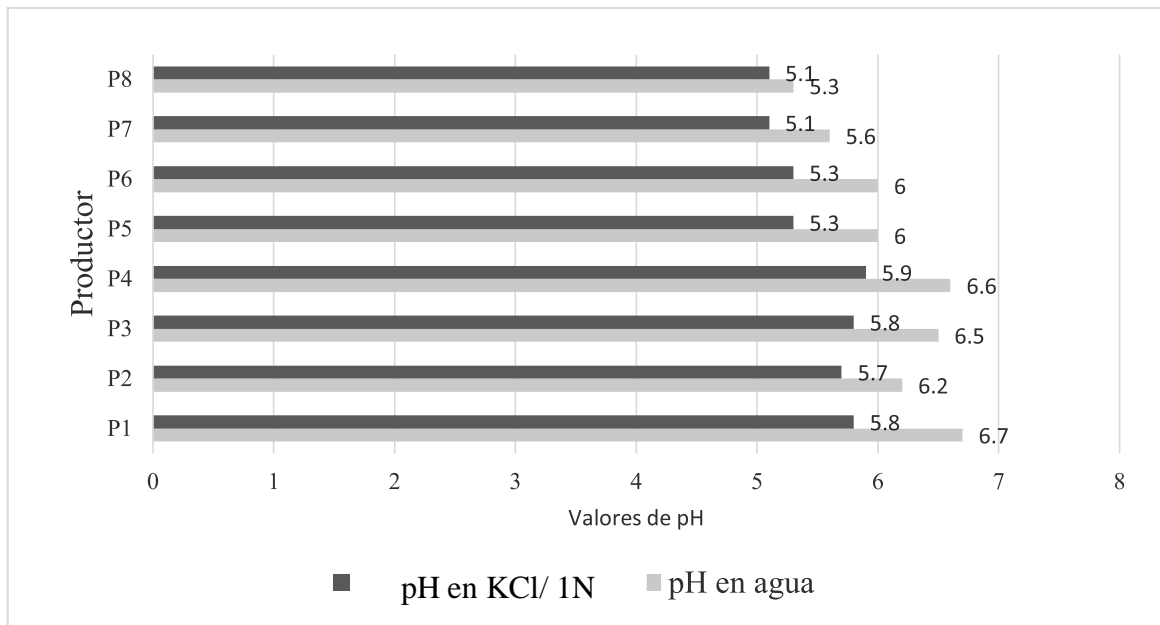


Figura 2. Niveles de pH en KCl/1N

5.1.6. Propiedades biológicas del suelo

La materia orgánica del suelo de los es el producto de la descomposición química de las excreciones de los animales y microorganismos, de residuos de plantas o de la degradación de cualquiera de ellos tras su muerte. pH

Con respecto a este indicador, en la investigación existen suelos con buenos porcentajes de contenidos de materia orgánica que van desde los 8.3% para P7, hasta el más mínimo que fue de 3.04% para el P1 (Figura 3), esto se debe a que la zona de estudio es una reserva protegida en la cual la frontera agrícola se ha ido extendiendo de manera progresiva, en donde en algunos lugares de menos perturbaciones del suelo que en otros como lo es en la P7 el cual en la parcela con una cobertura arbórea muy buena. Por otro lado, en el P1 donde se presentaron valores bajos esto se debe a las perturbaciones que ha recibido el suelo a través del tiempo ya que en los años anteriores la parcela la usaba para cultivar granos básicos y era usada para pastorear ganado sin tener en cuenta la carga animal.

En lo que respecta a materia orgánica Molina (2016) menciona que los valores que son menores de dos que son bajos, los valores medios van desde dos a cinco y valores óptimos que están entre el rango de cinco a diez y por último valores altos que son mayores de

diez, en cuanto a esto se puede decir que la mitad de los productores en estudio tienen porcentajes por debajo del óptimo de materia orgánica sugerido y la otra mitad tiene valores óptimos de materia orgánica cabe mencionar que estos productores que tienen estos valores pertenecen a la comunidad del Robledal.

En lo que respecta a materia orgánica (Molina, 2016) menciona que los valores que son menores de dos que son bajos, los valores medios van desde dos a cinco y valores óptimos que están entre el rango de cinco a diez y por último valores altos que son mayores de diez, en cuanto a esto se puede decir que la mitad de los productores en estudio tienen porcentajes por debajo del óptimo de materia orgánica sugerido y la otra mitad tiene valores óptimos de materia orgánica cabe mencionar que estos productores que tienen estos valores pertenecen a la comunidad del Robledal.

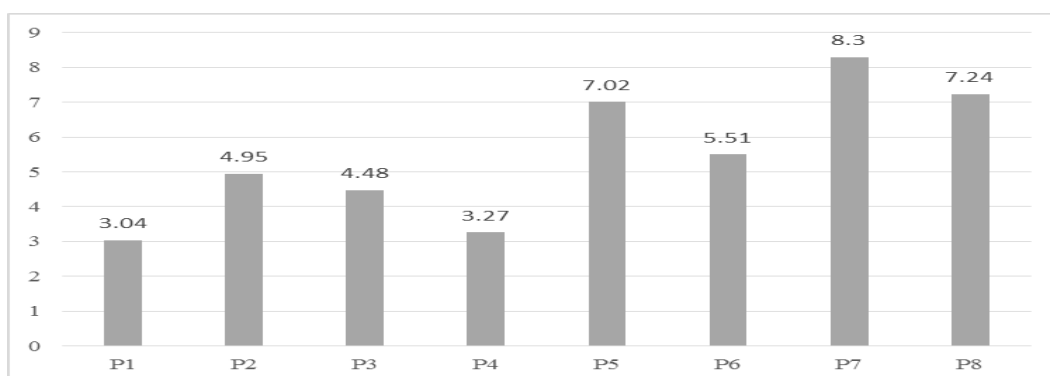


Figura 3. Porcentaje de materia orgánica

5.2. Comportamiento de la humedad y macro fauna del suelo

5.2.1. Humedad del suelo

De acuerdo con la figura 4 se puede afirmar que algunas parcelas obtuvieron mejores porcentajes de humedad en las testigos P2, de la comunidad el Coyolito con 62.80% y la parcela ASA con un 43.73%, en otros sucedió lo contrario como fue en la parcela P6, de la comunidad El Robledal en donde la parcela testigo obtuvo un 46.18% de humedad por otro lado la parcelas } ASA obtuvo 54.54% (Figura 4).

La variabilidad en los datos se deben a las diferentes condiciones de las parcelas como son las condiciones edafológicas también las condiciones climáticas que actualmente

tienen gran variación debido al cambio climático, así como también los diferentes grados de adopción de las recomendaciones y prácticas que se brindaron a los productores.

Con respecto a esto, Henríquez y otros (2011), en suelos cafetaleros menciona que se han encontrado resultados de humedad gravimétrica a los 15 cm, con valores de 42.08% y en la superficie disminuye a 30.37%, valores que corresponden a la capacidad de campo. Estos valores son de suelos cafetaleros que tienen muy buen potencial para los cultivos y pastos.

Por otro lado, Denoia, O Sosa & Matin (2000), en su estudio sobre el efecto del pisoteo animal sobre la velocidad de infiltración y otras propiedades físicas del suelo, menciona que la humedad gravimétrica en suelos desnudos presento una humedad de 20.10%, en suelos pisoteados con vegetación a dos centímetros una humedad de 24.70%, en suelos solo con vegetación humedad de 20.70% y en suelos sin pisoteo solo con vegetación una humedad de 21.22% es decir se presentaron valores de humedad parecidos entre si desde suelos sin nada con pisoteo de ganado hasta suelos sin pisoteo con cobertura vegetal

En lo que respecta a humedad gravimétrica se tiene en cuenta que es uno de los indicadores más importantes productos de la cantidad de agua por volumen de la tierra que hay en el terreno necesario para las actividades agrícolas y en este caso para los pastos establecidos.

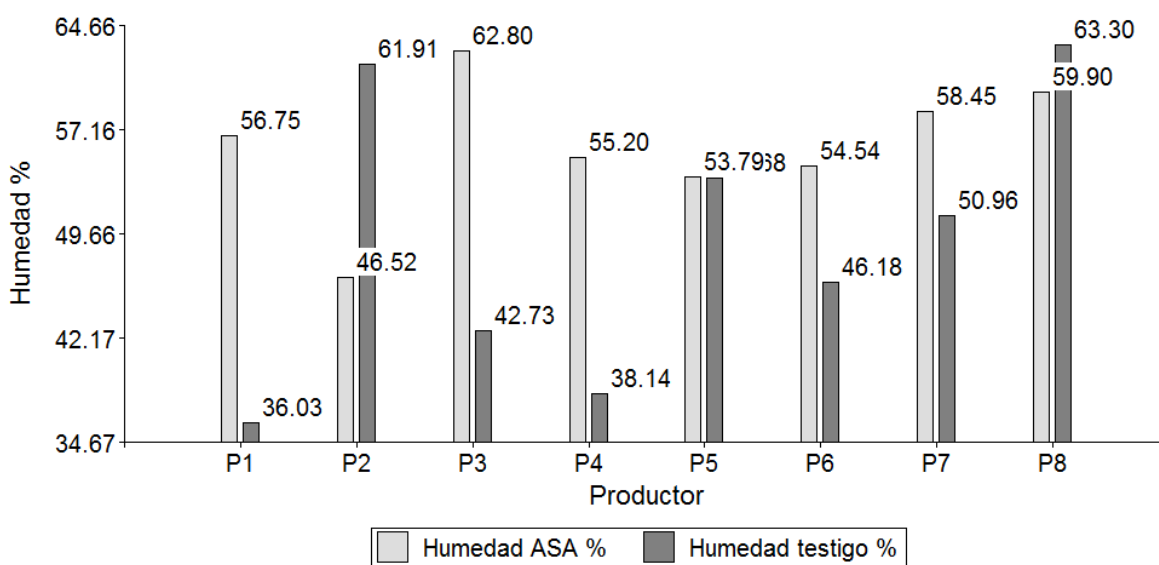


Figura 4. Medias de humedad gravimétrica por productores

Para la distribución de la humedad en el tiempo en las dos comunidades presentaron similitud en lo que respecta a los valores de porcentaje de humedad gravimétrica, encontrando una distribución irregular a lo largo de los meses de estudio y también debido a los efectos del cambio climático ya que en meses donde no se esperaba lluvia, hubieron precipitaciones como es el caso del mes de julio del 2016 en donde la muestra fue tomada después de un día de lluvia, esto se debió a que ya se tenía una fecha fijada para los días de muestreo por comunidad.

Según Salamanca & Sadeghian (2004) en su estudio sobre la densidad aparente y su relación con otras propiedades de los suelos de la zona cafetalera de Colombia, en el cual se estudiaron cuatro ambientes en los que cabe destacar la humedad es en el ambiente de potrero el cual presentó un valor de 58.15% de humedad, comparado con un bosque gradual que presentó un porcentaje de 69.44% es decir que hubo diferencia entre los porcentajes de humedad de estos dos ambientes.

En comparación de los datos brindados por el estudio anterior y los datos del presente estudio los valores obtenidos son bastante alentadores ya que son comparables con el porcentaje de humedad gravimétrica de un bosque, ya que en los dos últimos meses del experimento se obtuvieron valores similares y se superaron los mismos en las dos comunidades con un porcentaje de 66.64 para el mes de abril del 2017 y para junio un 72.42% para la comunidad el Robledal y con valores similares para la comunidad el Coyolito (Figura 5).

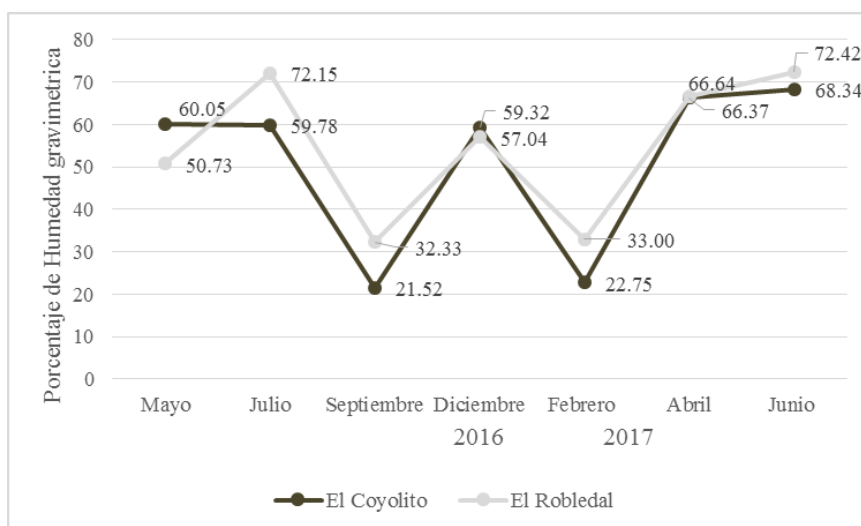


Figura 5. Comportamiento de la humedad gravimétrica por comunidad

Los rangos promedios obtenidos de humedad por mes y por productor tuvieron diferencias en cuanto a las parcelas en estudio, parcelas testigos (áreas bajo manejo tradicional) y las parcelas ASA (Agricultura, Suelo y Agua) sobre la cual se estableció un sistema de manejo de pasturas como parte de las actividades en pro de la mejora de las propiedades del suelo. Encontrando diferencia entre las comunidades y entre cada una de las parcelas de hasta 10% a través de los meses de estudio, teniendo mejores resultados de humedad al final del experimento en el mes de junio para todos los productores. Pero de acuerdo a la prueba T-Student los dos tipos de parcelas no son diferentes estadísticamente (p-valor>0.05).

Según agroEstrategias (2008), en el suelo inundado o saturado de humedad, el oxígeno es desplazado por el agua, transformándose el ambiente en anaerobio. En la medida que los microorganismos no dispongan de oxígeno para su respiración, comienzan a utilizar otros elementos minerales presentes en el suelo para poder cumplir con su ciclo vital. Esto es importante ya que permite al cultivo establecido y en este caso el pasto establecido una mejor disponibilidad de nutrientes del suelo para el aprovechamiento del mismo. Y al presentarse esta situación, el pasto tendrá dificultades grandes para su establecimiento y desarrollo óptimo.

Tabla 4. Medias de humedad gravimétrica por productor y tipo de parcela

Productor	Año	2016				2017		
	Mes	Mayo	Julio	Sept.	Dic.	Feb.	Abril	Junio
P1	ASA	49.10	70.05	29.48	67.00	27.24	77.17	77.17
	Testigo		36.18	11.86	44.65	16.87	54.93	48.03
	p valor		0.64	0.69	0.98	0.95	0.54	0.77
P2	ASA	49.23	56.01	20.90	53.12	19.89	54.35	72.14
	Testigo		73.56	33.62	77.73	28.13	77.25	81.17
	p valor		0.92	0.33	0.18	0.52	0.16	0.94
P3	ASA	72.85	82.56	23.25	74.92	27.64	82.02	76.33
	Testigo		52.18	19.22	49.25	18.99	52.18	64.54
	p valor		0.74	0.57	0.85	0.71	0.66	0.73
P4	ASA	69.02	65.43	18.64	68.05	25.66	72.11	67.52
	Testigo		42.30	15.18	39.80	17.55	60.93	53.07

Productor	Año	2016					2017	
	Mes	Mayo	Julio	Sept.	Dic.	Feb.	Abril	Junio
	p valor		0.55	0.43	0.90	0.85	0.39	>0.9999
P5	ASA	42.24	65.49	30.63	42.07	35.09	74.75	86.29
	Testigo		86.74	20.98	73.46	18.81	50.06	72.03
	p valor		0.88	0.37	0.91	0.73	0.86	0.60
P6	ASA	27.00	62.55	29.21	45.80	38.84	83.23	95.11
	Testigo		62.75	20.84	47.39	25.36	58.52	62.24
	p valor		0.24	0.30	0.52	0.81	0.68	0.78
P7	ASA	67.70	79.45	25.11	51.66	37.52	87.99	59.71
	Testigo		83.25	18.39	71.79	31.40	46.96	53.98
	p valor		0.53	0.60	0.07	0.98	0.43	0.48
P8	ASA	65.97	69.67	40.85	51.54	42.99	73.13	75.15
	Testigo		67.25	72.65	72.65	33.94	58.49	74.81
	p valor		0.56	0.28	0.34	0.27	0.27	0.92

En la Figura 6 se muestran los valores de lombrices en las parcelas de estudio, en la cual se puede observar que la parcela ASA hay mayor presencia de lombrices, y con respecto a la humedad hay uniformidad en las dos parcelas, esto quiere decir que la presencia de lombrices no está directamente relacionada a la humedad del suelo si no a las prácticas que se implementan en la parcela ASA.

De acuerdo con Simone, (2006) las lombrices de tierra, entre otros organismos del suelo, cumplen una función importante en el proceso de descomposición. Se alimentan principalmente de bacterias y hongos que descomponen la materia orgánica; de esta forma reciclan los nutrientes. Debido a la labranza, hay menos alimentos y humedad para las lombrices de tierra y otros organismos y su hábitat esta constante mente alterada.

Las prácticas de manejo pueden afectar el suministro de alimentos (lugar, calidad, cantidad), la capa de cobertura o mantillo de protección (afecta al agua del suelo y la temperatura) y el entorno químico (fertilizantes y pesticidas). Las practicas agronómicas, como por ejemplo la labranza profunda, son generalmente perjudiciales para los

organismos del suelo. Pueden matarlos totalmente, romper sus túneles o canales y reducir la disponibilidad de residuos en la superficie

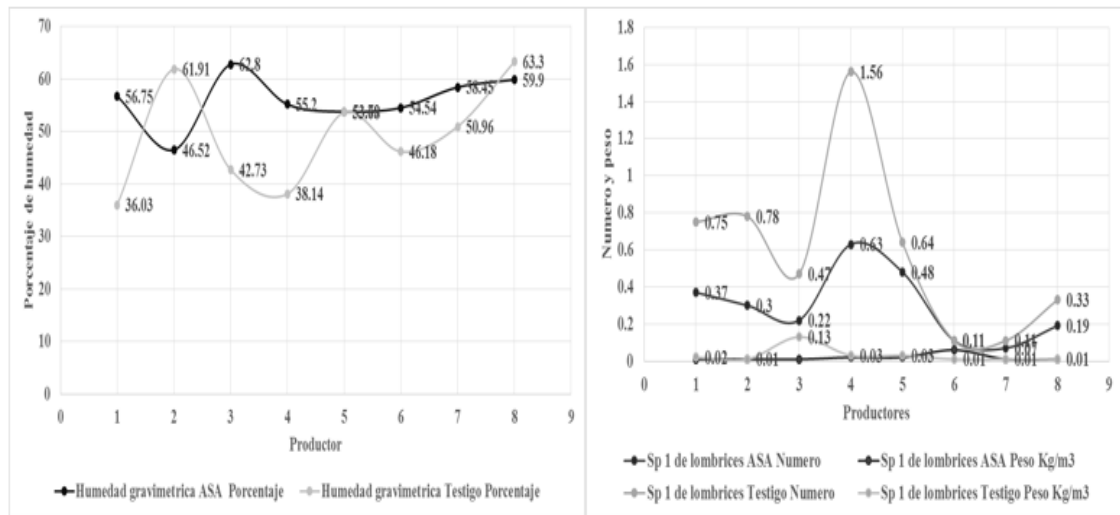


Figura 6. Comparación de lombrices con la humedad gravimétrica

En lo que respecta a la especie dos de lombrices sigue con la constante de la especie uno en donde presenta mayores resultados las parcelas testigos en cada productor, esto ya en lo que refiere a las especies de artrópodos y otras especies de insectos. Cabe mencionar que, estos son los indicadores que se tienen que mejorar en las parcelas ASA para ir mejorando las características de los suelos con pasturas y así aumentar el contenido de materia orgánica así como el porcentaje de infiltración de los suelos.

Respecto a esto, Díaz, Rionda, Duhour, & Momo (2014) menciona que se encontró mayor riqueza de macrofauna en el sistema naturalizado de pasturas respecto al sistema agrícola. En este sentido la densidad total se separó significativamente al uso agrícola del pastizal naturalizado, el cual presentó los mayores valores, cercanos a 300 individuos por metro cuadrado.

Esto es beneficioso ya que a medida que las parcelas estudiadas lleven más tiempo con las prácticas van a ir mejorando las propiedades biológicas del suelo en este caso la de las lombrices y otras especies de insectos, lo que ayudara en un futuro a que se recupere el suelo y también esté produciendo en este caso las pasturas.

Tabla 5. Número de individuos y biomasa para lombrices por tipo de parcela

Productor	ASA		Testigo		p Valor	
	Número	Peso kg/m ³	Número	Peso kg/m ³	Número	Peso kg/m ³
P1	0.7400	3.5000	1.2500	7.4000	0.8681	0.6440
P2	0.5200	2.7000	0.7800	0.0200	0.9341	0.9999
P3	0.7000	2.5000	0.8100	0.1500	0.9341	0.4857
P4	0.5200	2.0000	0.6700	3.3000	0.9999	0.7429
P5	0.1100	6.2000	0.2200	1.0000	0.7429	0.7429
P6	0.4800	6.0000	0.7200	2.8000	0.9999	0.0341
P7	0.7400	2.9000	1.2200	5.2000	0.6440	0.4854
P8	0.4100	1.8000	0.5600	2.7000	0.8681	0.8681

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

En palabras más sencillas, los sistemas silvopastoriles son 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 acarrear para ofrecerlo en comederos. En esta asociación, los componentes están beneficiándose mutuamente (CRS, 2015).

5.3.1. Cobertura arbórea

Las diferentes prácticas en cuanto a este indicador en las parcelas de los productores se limitan nada más a dejar los árboles establecidos a crecimiento natural además de no plantar árboles si no que los que están presentes en las parcelas se dan por medio de regeneración natural, en el caso de las especies de interés por parte de los productores son sembradas como prendones o si no para cercas vivas.

El Silvopastoreo es un sistema de producción pecuaria en donde las leñosas perennes (árboles y/ o arbustos) interactúan con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales) bajo un sistema de manejo integral, ha sido planteado con base en resultados investigativos, como una alternativa de producción sostenible que permite reducir el impacto ambiental de los sistemas tradicionales de producción (Mahecha, 2002).

Por lo anteriormente propuesto el establecimiento de los sistemas silvopastoriles brinda una gran ventaja a los productores ya que además de brindar servicios económicos ya se por la leña que se puede extraer de los arboles a la hora de la poda, y la sombra que brinda a los sistemas en estudio bajo el sistema de pastoreo.

En las parcelas estudiadas se realizó un inventario de todos los arboles presentes en las parcelas, en las cuales se encontró una serie de árboles que los productores ocupan para diferentes propósitos. Al finalizar el inventario se encontró que la especie dominante fue el Carbón con 14 plantas, seguido del árboles de roble que solo se encontraron tres individuos, cabe mencionar que estas dos especies dominantes se encontraron en la comunidad el Robledal, en lo que respecta a la comunidad el Coyolito se presentaron diversidad de especies pero solo una de cada una y en una sola parcela que fue en la P2.

Velásquez & Mora (2008) encontraron que las mayores coberturas fueron aportadas por los árboles dispersos en potreros cuya composición también es similar entre los potreros estudiados en los tratamientos horro y leche, mientras que en el tratamiento vega predominaron especies diferentes. En estas condiciones se obtienen variedad de beneficios de los sistemas silvopastoriles como lo es una cobertura constante para el suelo y para el cultivo establecido, además de brindar biomasa que se al caer al suelo se va a descomponer y transformar en materia orgánica, por otro lado también evita el crecimiento de plantas no deseadas que son competencia con el cultivo establecido.

Tabla 6. Especies arbóreas y su cobertura promedio presentes en las parcelas

Nombre común	Nombre científico	No. Indiv.	Promedio por hectárea	% Cobertura promedio
Roble encino	<i>Quercus ssp.</i>	3	9	26.99
Carbón	<i>Acacia pennatula</i>	14	28	31.86
Aceituna	<i>Olea europaea</i>	1	4	4.10
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	1	4	1.08
Madero negro	<i>Gliricidia sepium</i>	1	4	0.13
Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	1	4	0.05
Cola de pava	<i>Hymenobium</i>	1	4	2.39
Amarguito	<i>Tecoma stans</i>	1	4	0.09
Abalone	<i>Desconocida</i>	1	4	0.39
Guayaba	<i>Psidium guajaba</i>	1	4	1.16

5.3.2. Materia seca

La cobertura vegetal es una práctica importante en el manejo agronómico de cualquier cultivo, que consiste en esparcir zacate seco, hojarasca o residuos de cosecha sobre camellones y calles, con el objetivo de proteger al suelo de la erosión y al cultivo, del salpique. Esta acción favorece el proceso de reciclaje del material vegetal que en algunos lugares no es debidamente utilizado (CENTA, 2012).

Los resultados mostrados en la figura 7 indican que se tienen mejores rendimientos en la parcela ASA que en la testigo en casi todos los productores con excepción de un productor (P2). En lo que respecta a los mejores valores obtenidos fueron por P1, P4 y P7, cabe destacar que estos productores fueron los que implementaron las prácticas recomendadas y siguieron cada una de las recomendaciones, a esto se puede deber los resultados de la parcela ASA sobre la testigo.

Carolina Sánchez (2011) expresa que 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 y disipando su energía cinética. La cobertura es un factor para el éxito de la producción agrícola en la siembra directa, principalmente, en lo referente a la economía de agua. Dentro de las principales características buscadas, las plantas utilizadas deben proteger el suelo y mejorar sus propiedades físicas, químicas y biológicas para el cultivo siguiente.

Hay que tener en cuenta lo anteriormente mencionado ya que en lo que respecta a los pastos no se extrae toda su biomasa y siempre queda materia seca la cual sirve como cobertura del suelo, y a su vez ayuda a brindar mejores características al suelo tanto físicas en cuanto a la porosidad y mejor textura, así como químicas ya que brinda nutrientes al suelo y mejora el contenido de materia orgánica.

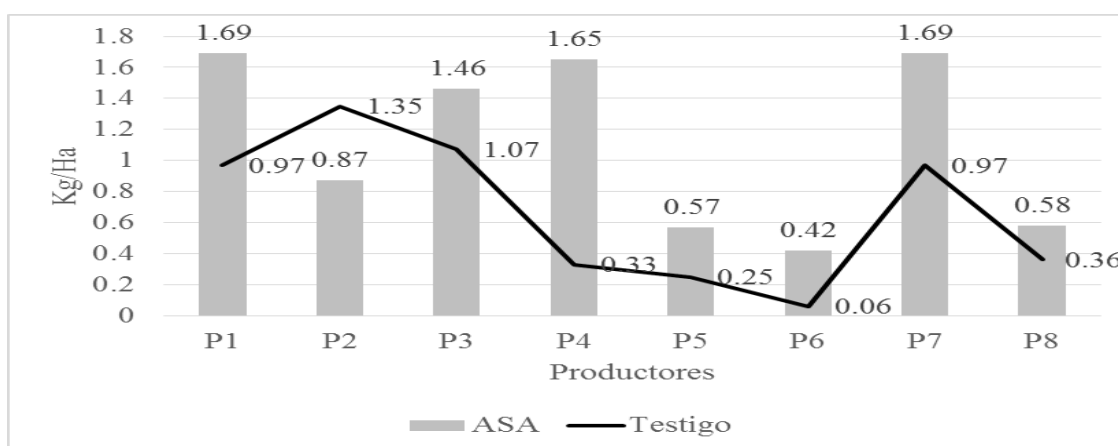


Figura 7. Materia seca por productor para las parcelas ASA y testigo

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

El desarrollo de la ganadería en Nicaragua está basado en la utilización de pastizales naturales; de la misma manera sucedió en las zonas en estudios, teniendo en cuenta que la fuente principal de alimentación del ganado de los productores son los pastos criollos y en algunos casos especialmente pastos mejorados, como lo fue en el caso del P3 quien para la alimentación de su ganado utilizaba pasto de corte en este caso Taiwán aunque con las condiciones de manejo inadecuadas y la sobre explotación de los mismos junto a la carga animal alterada, fueron aspectos para determinar que llegaron a tener efecto

negativo sobre el suelo propiciando la degradación, compactación, desagregado de partículas, etc. del recurso, como se especificaron en el análisis visual realizado.

Las zonas de suelos pobres constituyen para la ganadería grandes limitaciones donde la incidencia de plagas y enfermedades, la presencia de sequías periódicas debido al cambio climático, disminuyen rápidamente la producción y valor nutritivo de las especies de pastos forrajeros; afectando de manera directa la producción por medio de la pérdida de fertilidad.

Considerando las anteriores limitaciones de las zonas donde se desarrolló el estudio y debido a las condiciones presentes en esos medios, se definió un modelo para el establecimiento de sistemas silvopastoriles con la inclusión de pasturas ya que representaba un modelo de rápida adopción por los productores, caracterizado por ser de fácil manejo considerando que los conocimientos empíricos de los productores podían desarrollarse considerando desde luego el aporte de manejo y medidas prescritas con anterioridad.

En base a lo anterior surgió el establecimiento de sistemas con la inclusión además de prácticas de conservación de suelo como alternativa para que el recurso poco a poco mejorara sus propiedades y se permitiera el óptimo aprovechamiento de los beneficios que se pueden obtener de un terreno con adecuadas proporciones en sus principales indicadores que a largo plazo pero sin perder de vista las necesidades actuales como la alimentación del ganado fueron cubiertas durante el tiempo del enfoque para el aumento de la productividad.

Tabla 7. Diagnóstico por productor

Productor	Diagnóstico de la situación de la parcela
Ramón Zeledón	Presentaba suelos con grandes grietas a causa del verano y el tipo de suelo, además de ser un suelo descubierto y sin ninguna protección ante la radiación solar y la lluvia, además se estar muy degradado.
Bartolomé Rodríguez	Suelo rocoso en formación con pendiente y cubierto por malezas sin ningún manejo por parte del productor.
Francisco Arauz	Cultivo sin gran manejo sin ninguna fertilización en donde ya estaba pasando la mayor parte de su vida útil. Además de encontrar un suelo en formación todavía.
Dora Iglesias	Se trabajaba con abono orgánico pero sin manejo de la parcela, en cuanto a los pastos ahí no tenía establecido ningún pasto anteriormente ella la utilizaba para sembrar maíz y frijoles.
Milán Mateo Zeledón	Se utilizaba para pastoreo sin ningún control sobre la carga animal además de tener un suelo franco que estaba protegido solo en verano por los pocos rastros de malezas que le quedaban
José Ulises Galeano	La parcela era destinada para pastoreo intensivo igual que en el caso anterior sin calcular ninguna carga animal y el suelo con buena textura pero con poca disponibilidad de nutrientes.
Santos Chavarría	El uso de la parcela era para pastoreo y en verano el suelo quedaba descubierto sin ninguna protección ante los rayos del sol.
Alfonso Galeano	Se usaba para potrero que al igual que la anterior sin ningún cuidado con la carga animal y además de que lo único que había en la parcela eran malezas.

5.5. Planificación de actividades del establecimiento de parcelas de pastura o silvopastoriles.

Una vez se conocieron los sistemas y se determinaron las principales problemáticas que existían en las parcelas, se diseñó y desarrolló un plan a largo plazo con énfasis en mejorar de rendimientos, productividad y materia con adecuados niveles energéticos resultantes para la alimentación del ganado. Cada una de las prescripciones que se estableció fue acorde a las necesidades y tipo de parcela que cada productor tenía en sus terrenos. Se logró obtener cambios en cuanto a la cultura y manera de ver los pastos; permitiendo que los productores generaran un enfoque de fertilidad asociado a pasturas directamente.

Tabla 8. Actividades por productor para cinco años

Productor	1	2	3	4	5
Ramón Zeledón	Siembra del pasto (mombasa)	Fertilización de pasturas mediante el plan siempre cubriendo las necesidades de nutrientes del suelo.	Plantar árboles que sirvan como fuente de proteínas como lo es el Madero negro, dispersos en el sistema a distancia de 5x5 m entre árbol.	Manejo a los árboles del sistema.	Implementar bancos mixtos de forraje y proteínas con árboles de crecilia a distancia de 4x4 m.
	Resiembra del pasto por falta de germinación uniforme del mismo,	Realizar podas a los árboles de las cercas vivas de guácimo y	Dentro del sistema sembrar árboles frutales como mangos y jocote.	Podas de formación y mantenimiento a los árboles del sistema y cercas vivas.	Podas de formación y mantenimiento a los árboles del sistema y cercas vivas.

Productor	1	2	3	4	5
	por causa de falta de agua.	mandagual e incorporarlo al suelo			
	Fertilización del pasto. En este caso una fertilización básica de nitrógeno, fosforo, potasio y multiminerales.	Fertilización de pastos siempre teniendo en cuenta las deficiencias de Zinc, Nitrógeno y fósforo.	Fertilización de pastos siempre teniendo en cuenta las deficiencias de Zinc, Nitrógeno y fosforo.	Fertilización de pastos siempre teniendo en cuenta las deficiencias de Zinc, Nitrógeno y fosforo.	Fertilización de pastos siempre teniendo en cuenta las deficiencias de Zinc, Nitrógeno y fosforo.
	Realizar el corte de pasto a la altura de 80 cm.	Realizar el corte de los pastos cada 40 días en invierno y cada 70 días en verano.	Poda de árboles presentes en la parcela y en las cercas vivas	Poda de árboles presentes en la parcela y en las cercas vivas	Poda de árboles presentes en la parcela y en las cercas vivas
Bartolomé Rodríguez Rugama	Siembra del pasto (mombasa)	Poda de los arboles presente en la parcela como por ejemplo especies de madero negro, aceituna, etc.	Implementar bancos de proteínas dentro del sistema con madero negro.	Plantar árboles frutales, proteicos y de sombra de manera dispersa en el sistema	Implementar bancos mixtos de forraje y proteína con especies de marango y creatilia.
	Resiembra	Plantar árboles nativos de la zona como cortinas rompe vientos	Realizar control de malezas y podas de formación a los arboles de la parcela.	Poda de árboles presentes en la parcela.	Poda de formación y mantenimiento de los arboles presentes en la parcela.

Productor	1	2	3	4	5
		un ejemplo claro es el guácimo.			
	Fertilización del pasto. En este caso una fertilización básica de nitrógeno, fosforo, potasio y multiminerales.	Fertilización de pasto para cubrir las necesidades de Zinc y Nitrógeno.	Fertilización de pasto para cubrir las necesidades de Zinc y Nitrógeno.	Fertilización de pasto para cubrir las necesidades de Zinc y Nitrógeno.	Fertilización de pasto para cubrir las necesidades de Zinc y Nitrógeno.
	Realizar el corte de pasto a la altura de 80 cm	Realizar el corte del pasto cada 40 días en invierno y 70 días en verano.	Realizar el corte del pasto cada 40 días en invierno y 70 días en verano.	Realizar el corte del pasto cada 40 días en invierno y 70 días en verano.	Realizar el corte del pasto cada 40 días en invierno y 70 días en verano.
Francisco Aráuz Rugama	Siembra del pasto (mombaza)	Implementar bancos de proteínas en el sistema con árboles de madero negro.	Plantar árboles frutales en el sistema como puede ser mangos.	Manejo a los árboles del sistema	Siembra de árboles dispersos en el sistema como el marango para fuente de proteína.
	Resiembra del pasto para mejorar la uniformidad del mismo en la parcela.	Realizar poda de formación a las especies presentes en la cerca viva.	Realizar podas de mantenimiento y formación a los arboles	Realizar podas de mantenimiento y formación a los arboles	Realizar podas de mantenimiento y formación a los arboles

Productor	1	2	3	4	5
	Fertilización del pasto. En este caso una fertilización básica de nitrógeno, fosforo, potasio y multiminerales.	Fertilización del pasto para cubrir las necesidades de los suelos en este caso solo de Nitrógeno.	Fertilización del pasto para cubrir las necesidades de los suelos en este caso solo de Nitrógeno.	Fertilización del pasto para cubrir las necesidades de los suelos en este caso solo de Nitrógeno.	Fertilización del pasto para cubrir las necesidades de los suelos en este caso solo de Nitrógeno.
	Realizar el corte de pasto a la altura de 80 cm.	Realizar corte del pasto a los 40 días en invierno y a los 70 días en verano.	Realizar corte del pasto a los 40 días en invierno y a los 70 días en verano.	Realizar corte del pasto a los 40 días en invierno y a los 70 días en verano.	Realizar corte del pasto a los 40 días en invierno y a los 70 días en verano.
Dora Iglesias	Siembra del pasto (mombasa)	Implementar bancos de proteínas en el sistema	Plantar árboles frutales en el sistema como mango y cítricos.	Manejo a los arboles del sistema	Implementar bancos mixtos de forraje
	Resiembra	Fertilización del pasto para cubrir las deficiencias del suelo de nitrógeno y zinc	Realizar podas de formación y mantenimiento a los arboles	Fertilización del pasto para cubrir las deficiencias del suelo de nitrógeno y zinc	Fertilización del pasto para cubrir las deficiencias del suelo de nitrógeno y zinc
	Fertilización del pasto. En este caso una fertilización básica de nitrógeno, fosforo,	Poda de formación y mantenimiento de las berreras vivas.	Fertilización del pasto para cubrir las deficiencias del suelo de nitrógeno y zinc	Realizar podas de formación y mantenimiento a los arboles	Realizar podas de formación y mantenimiento a los arboles

Productor	1	2	3	4	5
	potasio y multiminerales.				
	Realizar el corte de pasto a la altura de 80 cm	Realizar corte de pasto cada 40 días en invierno y cada 70 en verano.	Realizar corte de pasto cada 40 días en invierno y cada 70 en verano.	Realizar corte de pasto cada 40 días en invierno y cada 70 en verano.	Realizar corte de pasto cada 40 días en invierno y cada 70 en verano.
Milán Mateo Zeledón	Siembra del pasto (Marandú)	Implementar bancos de proteínas en el sistema con árboles de marango.	Plantar árboles frutales en el sistema como mango y guayaba.	Manejo a los arboles del sistema	Implementar bancos mixtos de forraje de madero negro y canavalia
	Resiembra del pasto.	Poda de formación de los arboles presentes en el sistema.	Realizar podas de formación y mantenimiento a los árboles nativos de la parcela.	Realizar podas de formación y mantenimiento a los árboles nativos de la parcela.	Realizar podas de formación y mantenimiento a los árboles nativos de la parcela.
	Fertilización del pasto. En este caso una fertilización básica de nitrógeno, fosforo, potasio y multiminerales.	Fertilización del pasto para cubrir la deficiencia del suelo de Zinc, Nitrógeno y fosforo.	Fertilización del pasto para cubrir la deficiencia del suelo de Zinc, Nitrógeno y fosforo.	Fertilización del pasto para cubrir la deficiencia del suelo de Zinc, Nitrógeno y fosforo.	Fertilización del pasto para cubrir la deficiencia del suelo de Zinc, Nitrógeno y fosforo.

Productor	1	2	3	4	5
	Realizar el corte de pasto a la altura de 80 cm	Realizar corte de pasto cada 40 días en invierno y cada 70 en verano.	Realizar corte de pasto cada 40 días en invierno y cada 70 en verano.	Realizar corte de pasto cada 40 días en invierno y cada 70 en verano.	Realizar corte de pasto cada 40 días en invierno y cada 70 en verano.
Ulises Galeano	Siembra del pasto (mombaza)	Implementar bancos de proteínas en el sistema con árboles de marango.	Plantar árboles frutales en el sistema de mango y guayaba.	Manejo a los arboles del sistema	Implementar bancos mixtos de forraje de madero negro y canavalia.
	Resiembra	Poda de formación de los arboles presentes en el sistema	Poda de formación de los arboles presentes en el sistema	Poda de formación de los arboles presentes en el sistema	Poda de formación de los arboles presentes en el sistema
	Fertilización del pasto. En este caso una fertilización básica de nitrógeno, fosforo, potasio y multiminerales.	Fertilización del pasto cubriendo las deficiencias del suelo de Nitrógeno.	Fertilización del pasto cubriendo las deficiencias del suelo de Nitrógeno.	Fertilización del pasto cubriendo las deficiencias del suelo de Nitrógeno.	Fertilización del pasto cubriendo las deficiencias del suelo de Nitrógeno.
	Realizar el corte de pasto a la altura de 80 cm	Realizar corte de pasto cada 40 días en invierno y cada 70 en verano.	Realizar corte de pasto cada 40 días en invierno y cada 70 en verano.	Realizar corte de pasto cada 40 días en invierno y cada 70 en verano.	Realizar corte de pasto cada 40 días en invierno y cada 70 en verano.

Productor	1	2	3	4	5
Santos Ramón Chavarría	Siembra del pasto (Marandú)	Implementar bancos de proteínas en el sistema con marango.	Plantar árboles frutales en el sistema de mango y guayaba.	Manejo a los árboles del sistema los frutales y las especies de carbón existentes en la parcela.	Implementar bancos mixtos de forraje con medero negro y canavalia.
	Resiembra del pasto.	Realizar poda de formación y mantenimiento de los arboles presentes en el sistema.	Realizar poda de formación y mantenimiento de los arboles presentes en el sistema.	Realizar poda de formación y mantenimiento de los arboles presentes en el sistema.	Realizar poda de formación y mantenimiento de los arboles presentes en el sistema.
	Fertilización del pasto. En este caso una fertilización básica de nitrógeno, fosforo, potasio y multiminerales.	Fertilización del pasto para cubrir la deficiencia del suelo de Zinc, nitrógeno, fosforo, potasio, calcio y magnesio	Fertilización del pasto para cubrir la deficiencia del suelo de Zinc, nitrógeno, fosforo, potasio, calcio y magnesio	Fertilización del pasto para cubrir la deficiencia del suelo de Zinc, nitrógeno, fosforo, potasio, calcio y magnesio	Fertilización del pasto para cubrir la deficiencia del suelo de Zinc, nitrógeno, fosforo, potasio, calcio y magnesio
	Realizar el corte de pasto a la altura de 80 cm	Realizar corte de pasto cada 40 días en invierno y cada 70 en verano.	Realizar corte de pasto cada 40 días en invierno y cada 70 en verano.	Realizar corte de pasto cada 40 días en invierno y cada 70 en verano.	Realizar corte de pasto cada 40 días en invierno y cada 70 en verano.

Productor	1	2	3	4	5
Alfonso Galeano	Siembra del pasto (mombasa).	Implementar bancos de proteínas en el sistema con marango.	Plantar árboles frutales en el sistema de mango y guayaba.	Manejo a los árboles del sistema, tanto los que están en la barrera viva como los frutales.	Implementar bancos mixtos de forraje de madero negro y canavalia.
	Resiembra del pasto.	Plantar árboles al rededor como cortinas rompe vientos y poda de los arboles presentes en el sistema	Poda de mantenimiento y formación de los árboles del sistema.	Poda de mantenimiento y formación de los árboles del sistema.	Poda de mantenimiento y formación de los árboles del sistema.
	Fertilización del pasto. En este caso una fertilización básica de nitrógeno, fosforo, potasio y multiminerales.	Fertilización del pasto cubriendo las deficiencias del suelo de Zinc, nitrógeno y fosforo.	Fertilización del pasto cubriendo las deficiencias del suelo de Zinc, nitrógeno y potasio	Fertilización del pasto cubriendo las deficiencias del suelo de Zinc, nitrógeno y potasio	Fertilización del pasto cubriendo las deficiencias del suelo de Zinc, nitrógeno y potasio
	Realizar el corte de pasto a la altura de 80 cm	Realizar corte de pasto cada 40 días en invierno y cada 70 en verano.	Realizar corte de pasto cada 40 días en invierno y cada 70 en verano.	Realizar corte de pasto cada 40 días en invierno y cada 70 en verano.	Realizar corte de pasto cada 40 días en invierno y cada 70 en verano.

VI. CONCLUSIONES

En el estudio realizado se concluye que los suelos de las parcelas estudiadas poseen valores medios para las propiedades físicas evaluadas, con una densidad aparente entre 1.10 g/cm^3 y 1.31 g/cm^3 , suelos francos y ligeramente ácidos, presentan deficiencia de N, P y S, por lo que la fertilización propuesta en el plan incluye el uso de fórmulas químicas para suplir esta demanda. Por su parte, presentan buenos contenidos de materia orgánica con solo tres parcelas que tienen valores entre 3 y 4.48.

La humedad gravimétrica medida presentó julio y diciembre 2016 como los meses con los valores más altos, y superiores para la parcela ASA respecto de la testigo, exceptuando en las parcelas de dos productores, pero las comparaciones de los dos tipos de parcelas evidencian que son similares estadísticamente. Mientras que para la macrofauna de lombrices los resultados fueron mayores para las parcelas testigo respecto de la ASA en cuanto al número de individuos y por el contrario, respecto del peso fueron mayores en la parcela ASA, pero estadísticamente las parcelas son similares. Esto puede deberse a que es muy pronto aún para evidenciar un efecto en estas variables, debido a que el pasto está recién establecido.

El componente arbóreo de los sistemas silvopastoriles está determinado por la presencia de 10 especies, con una dominancia del carbón (*Acacia pennatula*) y roble encino como segunda especie. Especies de interés ganadero están presentes pero en muy baja densidad. La mayoría de productores en la zona poseen animales de un solo propósito (Leche) y muy poco de carne y de doble propósito, con un manejo extensivo. En cuanto al manejo de pasturas se incluyen pastos tradicionales como grama y pasto estrella, sin ningún conocimiento de la fertilidad del suelo y un manejo deficiente de la fertilización.

Se definió de manera participativa con los productores un plan de manejo adecuado a las condiciones de cada productor, destacando como principales actividades la aplicación del plan de fertilización, la poda de los árboles en el sistema (cercas vivas y dispersos) y el establecimiento de bancos de proteína. También se requiere el manejo adecuado del corte del pasto introducido.

VII. RECOMENDACIONES

Implementar investigaciones en otras zonas ganaderas para así ir creando un registro sobre las diferentes experiencias con diferentes productores, y resultados sobre diferentes investigaciones y como adaptarlas a las localidades.

Mejorar las capacidades de los productores mediante capacitación continua para la implementación de parcelas y cálculos sobre rendimientos y mejoramiento de las cualidades físico químicas del suelo.

Continuar con las obras de conservación de suelo y agua con la finalidad de aumentar la infiltración, reducir la escorrentía superficial controlar y mitigar los procesos erosivos, planteadas la construcción de: Cosechas de agua, barreras vivas, cortinas rompe viento, rampas y estructuras cabeceras, permitiendo en gran manera disminuir el impacto ambiental.

Investigar más labores referentes al suelo, que aumente la disponibilidad de agua en el mismo, y que aproveche el pasto, y así mitiga los efectos de la sequía y mejora los contornos ecológicos. Siendo la micro captación caracterizada ya que se utiliza en cultivos forrajeros, industriales y vegetación nativa.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- agroEstrategias. (2008). Efecto del exeso de humedad en los suelos sobre la disponibilidad de nutrientes para los cultivos . *agroEstrategias consultores*.
- Banco central de Nicaragua. (2016). *Tipo de cambio oficial del dolar*. Managua: BCN.
- Barreda, T. G. (2015). *Agrostologia*. Esteli .
- Bellows, B. (2001). *Nutrient cycling in pasture*. ATTA.
- Benites, J. (2014). *Evaluacion visual del suelo*.
- Benites, J., & Alexandra, B. (2013). *Agricultura de conservacion: Una practica innovadora con veneficios economicos y medioambientales*. Lima: Banco Agropecuario. Av. República de Panamá.
- Bragachini, M., Cattani, P., Gallardo, M., & Peiretti, J. (2008). Forrajes conservados de alta calidad y aspectos relacionados al manejo nutricional. *INTA-PRECOP II*, 312.
- Camacho, R. E., & Cabalceta, G. (2013). Manejo del sistema suelo-pastos:partida para la produccion de forrajes. *Centro de investigacion agronomicas*, 15.
- Carolina Sanchez, Z. m. (2011). EFECTO DE LA COBERTURA EN LAS PROPIEDADES DELSUELO Y EN LA PRODUCCIÓN DE FRÍJOL IRRIGADO.
- Carrasco, R. (02 de 11 de 2016). *informativo agropecuario*. Recuperado el 15 de 11 de 2016, de <http://informativoagropecuario.blogspot.com/2012/02/fundamentos-para-la-produccion-de.html>
- Castillo, s. (2012). La ganaderia de nicaragua . *La prensa*, 1.
- CATIE. (2006). Potencialidades de los Sistemas silvopastiriles para la generacion de servicion ambientales . *CATIE*, 13-14.
- CENTA. (2012). cobertura vegetal. *CENTA*.
- CRS. (2015). Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. *Catholic Relief Services*, 77.
- Cuadrado, H., Mejia, S., & Sanchez, L. (2002). *Ensilaje de pasto (Panicum Maximun) cultivar mombaza para romper la estacionalidad de la produccion*. México.
- Denoia, J., O Sosa, G. Z., & Matin, B. (2000). Efecto del pisoteo animal sobre la velocidad de infiltracion y sobre otras propiedades fisicas del suelo. *Manejo de tierras* , 129-141.

- Diaz, M., Rionda, M., Duhour, A., & Momo, F. (2014). Artropodos del suelo: Relaciones entre la composicion faunistica y la intensificacion agropecuaria . *Ecologia Austral*.
- FAO. (2016). Propiedades quimicas . *FAO*, 1.
- Garcia, J. D. (2016). Brachiaria hibrida, Excelente adaptacion para la produccion de carne y leche en zonas tropicales . *Pasturas de America*.
- Geilfus, F. (2009). *80 herramientas para el desarrollo participativo*. San Jose : AGRIS.
- Gomez, G. (2009). Pasto mombasa. *Agri Campo*, 1.
- González, J. (2009). *Evaluacion de tres sistemas silvopastoriles para la gestion sostenible de los recursos naturales de la microcuenca del río quebracho*. Rioma, Ecuador.
- Google maps. (10 de octubre de 2016). *google maps*. Recuperado el 10 de octubre de 2016, de www.google.com.ni/maps/@13.2107497,-86.2928,1538m
- Henriquez, C., Ortiz, O., Largaespada, K., Portugez, P., Vargas, M., Villalobos, P., & Gomez, D. (2011). Determinacion de la resistencia a la penetracion, al corte tangencial, densidad aparente y temperatura en un suelo cafetalero, Juan Viñas Costa Rica. *Agronomia Costaricense*, 175-184.
- Hotchst, E., & Rich, A. (03 de 04 de 2016). *Especies forrajeras multiproposito* . Recuperado el 10 de 11 de 2016, de <http://www.tropicalforages.info/Multiproposito/key/Multiproposito/Media/Html/Brachiaria%20brizantha.htm>
- INATEC. (2016). PASTOS Y FORRAJES. *MANUAL DEL PROTAGONISTA*, 12.
- INTA. (2013). Produzcamos mas pastos en la finca. *INTA*, 4.
- INTA. (2014). PASTO MARANDU. *Ficha tecnica de marandu*, 2.
- Jiménez, M. (2009). El suelo. *Agrintec*, 3-4.
- López, A. J. (2006). manual de edafologia. *suelo completo*, 143.
- Luisoni, L. H. (2010). AJUSTE DE CARGA ANIMAL: ASPECTOS TEORICOS Y RECOMENDACIONES PRACTICAS . *INTA*, 2-4.
- MAGFOR, I. (2010). *Nicargua uso potencial de la tierra*. Managua.
- Mahecha, L. (2002). El silvopastoreo: Una alternativa de produccion que disminuye el impacto ambiental de la ganaderia bovina. *Revista colombiana de ciencias pecuarias* , 226-230.
- Marinidou, . E., & Ferrer, G. J. (2010). Sistemas silvopastoriles . *Comision nacional forestal*, 49.
- Marmol, J. F. (2006). MANEJO DE PASTOS Y FORRAJES EN LA GANADERIA DE DOBLE PROPOSITO. *X seminario de pastos y forrajes* , 2-9.

- Mejia, J. M. (2012). *Análisis socioeconómico y ambiental de la ganadería en suelos degradados de San Francisco Libre, Nicaragua*. Managua: Observatorio de la Economía Latinoamericana.
- Molina, E. (2016). Analisis de suelos y su interpretacion . *Amino grow internacional*.
- Monicault, L. (2009). *Analisis economico-financiero de un sistema silvopastoril*. Argentina.
- Moron, L. (2009). *Ventajas y desventajas de los sistemas de pastoreo y confinamiento en la produccion de carne en raza cebu en el departamento del cesar*. Colombia: Universidad de la salle.
- Naranjo, J., Cuartas, C., Murgueito, E., Chara, J., & Barahona, R. (2012). *Balance de gases de efecto invernadero en sistema silvopastoriles intensivos con leucaena leucocephala en Colombia*. Colombia: LRRD Newsletter.
- Ortiz, J. A. (2011). *Sistema silvopastoril*. México.
- Osti, C. L. (2005). *practica para la conservacion del suelo y agua en sonas aridas y semi aridas* . SAN LUIS, MEXICO: Campo Experimental san luis-CIRNE-INIFAP.
- Ramirez, M. (2013). *Porcentajes de humedad del suel, medidos con reflectometria de dominios del tiempo en respuesta a los tratamientos organico y convencional y a los cultivos de frijol y maiz* . Mexico .
- Reyes, O. E. (2009). *Efecto del cultivo de cobertura:Macuna pruriens, en algunas propiedades fisicas, quimicas y biologicas del suelo typic haplustalFs, cultivado con maiz (zea maiz) en la zona de ladera del municipio de palmira, valle. palmira* .
- Rojas, R. V. (2009). Guia para descripcion de suelos . *FAO-SWALIM*, 111.
- Rucks, L., Garcia, F., A.kaplan, León, J. P., & Hill, M. (2004). PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO. *FACULTAD DE AGRONOMIA*, 68.
- Salamanca, A., & Sadeghian, S. (2004). La densidad aparente en suelos de la zona cafetalera y su efecto sobre el crecimiento del cafeto. *Cenicafe*, 120-178.
- Sánchez, B. (2014). Sistemas silvopastoriles en honduras: Una alternativa para mejorar la ganaderia. *fao*, 7.
- Sherpherd, G. (2000). *La valoracion visual de suelo*. Palmerston north: Horizons, mw.
- simone. (2006). Conservacion de los recursos naturales para una agricultura sostenible. *fertilidad del suelo* .
- SISACOP. (2007). Pastoreo Rotacional Intensivo. *Sagarpa*, 2-3.
- SOPROCAL. (2014). Guia del uso de cal agricola. *Guia del uso de cal agricola* , 4-7.

Velazque, R., & Mora, J. (2008). Cobertura arborea y herbacea en pasturas naturalizadas de fincas ganaderas del tropico seco de nicaragua. *Revista colombiana de ciencias pecuarias*.

Vianica. (12 de Octubre de 2016). *Vianica.com*. Recuperado el 12 de Octubre de 2016, de <https://vianica.com/sp/attractivo/27/reserva-natural-miraflor>

IX. ANEXOS

Anexos 1. Vista satelital de la comunidad el Robledal extraído de (Google maps, 2016).



Anexos 2. Vista satelital de la comunidad El Coyolito extraído de (Google maps, 2016)



Anexos 5. 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

Anexos 6. 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 Agua

LISTA DE PRODUCTORES PARCELAS CON 4 INDICADORES

No.	Nombre completo	Comunidad	Tipo de Parcela	Fecha	Macrofauna mayor de 2 mm															
					1. Parte Alta					2. Parte Media					3. Parte Baja					
					Sp 1: Lombrices		Sp2:		Pes o de Raic	Sp 1: Lombrices		Sp2:		Pes o de Raic	Sp 1: Lombrices		Sp2:		Peso de raices	Peso de raices
					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																				

Anexos 7. 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: _____

Tomar foto de: Participante, parcela ASA y parcela testigo

II. INFORMACION DEL GRUPO FAMILIAR:

Número de personas que habitan en la casa: _____

III. 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	: _____	_____

IV. 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												
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							

V. 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													

Concepto de gasto	Costo US\$			
	Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 3	Cultivo 4
Insumos				
Fertilizantes				
Herbicidas				
Fungicidas				
Insecticidas				
Otros materiales				
Subtotal US\$				
Servicios				
Depreciación del cultivo de café				
Riego				
Alquiler de tierra				
Alquiler de maquinaria				
Alquiler de bueyes				
Transporte				
Beneficiado de café				

Concepto de gasto	Costo US\$			
	Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 3	Cultivo 4
Otros				
Subtotal Servicios				
Total				

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: _____

VI. 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 rastrojo 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 rastrojo de sus cosechas? Sí ____ No ____

e. ¿Cuáles? _____

f. ¿cómo utiliza el estiércol de ganado? _____

VII. CAMBIOS RETROSPECTIVO EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

a. Desde cuándo cultiva este terreno: _____

b. Cómo lo ha venido cultivando (manual, tracción animal, mecanizado, insumos, sin insumos, riego, otros.):

c. Cambió sus prácticas de como lo hacía hace 5 años, como las hace hoy? : _____

d. Por qué y cómo realizó los cambios en sus sistema de producción?

- e. Estos cambios han mejorado su sistema de producción, porque sí o porque no?: Sí No Razone la respuesta: _____

- f. Quién le ayudó a realizar estos cambios o quién lo asesoró?: _____
-

Anexos 8. Prueba de Kruskal wallis para variable de humedad por cada productor

Nombre del productor	ASA	Testigo	p Valor
P1	1.690	0.970	0.4707
P2	0.870	1.350	0.181
P3	1.460	1.070	0.607
P4	1.650	0.330	0.004
P5	0.570	0.250	0.001
P6	0.420	0.060	0.931
P7	1.690	0.970	0.388
P8	0.580	0.360	0.342

Anexos 9. Medias de humedad obtenidas de la prueba T

Productor	ASA	Testigo	p Valor
P1	56.750	36.030	0.002
P2	46.520	61.910	0.031
P3	62.80	42.730	0.007
P4	55.20	38.140	0.023
P5	53.790	53.680	0.988
P6	54.540	46.180	0.293
P7	58.450	50.960	0.322
P8	59.900	63.300	0.644

Anexos 10. Medias obtenidas de la prueba de Kruskal wallis para materia seca

Productor	ASA	Testigo	p Valor
P1	56.750	36.030	0.003
P2	46.520	61.910	0.032
P3	62.800	42.730	0.008
P4	55.200	38.140	0.023
P5	53.790	53.680	0.989
P6	54.540	46.180	0.293
P7	58.450	50.960	0.322
P8	59.900	63.300	0.645

Anexos 11. Medias de la prueba de kruskall wallis para cantidad y peso de especie uno de lombrices

Productor	ASA		Testigo		p Valor	
	Numero	Peso Kg/m ³	Numero	Peso Kg/m ³	Numero	Peso Kg/m ³
P1	0.370	0.010	0.750	0.020	0.868	0.868
P2	0.300	0.010	0.780	0.010	0.486	0.486
P3	0.220	0.010	0.470	0.130	0.868	0.644
P4	0.630	0.020	1.560	0.030	0.644	0.644
P5	0.480	0.020	0.640	0.030	0.934	0.868
P6	0.110	0.060	0.110	0.010	1.000	1.000
P7	0.070	0.010	0.110	0.010	1.000	0.868
P8	0.190	0.010	0.330	0.010	0.802	0.934

Anexos 12. Medias de la prueba de kruskall wallis para cantidad y peso de especie dos de lombrices

Productor	ASA	Testigo	p Valor
-----------	-----	---------	---------

	Numero	Peso Kg/m3	Numero	Peso Kg/m3	Numero	Peso Kg/m3
P1	0.740	3.500	1.250	7.400	0.868	0.644
P2	0.520	2.700	0.780	0.020	0.934	0.999
P3	0.700	2.500	0.810	0.150	0.934	0.485
P4	0.520	2.000	0.670	3.300	0.999	0.742
P5	0.110	6.200	0.220	1.000	0.742	0.742
P6	0.480	6.000	0.720	2.800	0.999	0.034
P7	0.740	2.900	1.220	5.200	0.644	0.485
P8	0.410	1.800	0.560	2.700	0.868	0.868

Anexos 13. Parcela ASA del productor Santos Ramón Chavarría

