



UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS
DE LA COSTA CARIBE NICARAGÜENSE

URACCAN

MONOGRAFIA

Estado físico - químico del suelo en pasturas con y sin
Arachis pintoi, Siuna 2016.

PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERIA EN ZOOTECNISTA

Autores:

Dr. José Ángel Rodríguez Morales

Dr. Jeffer Marquez Chow

Tutor:

Manuel María

Siuna 2017

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

MONOGRAFIA

Estado físico - químico del suelo en pasturas con y sin
Arachis pintoi, Siuna 2016.

PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERIA EN ZOOTECNISTA

Autores:

Br. José Ángel Rodríguez Morales

Br. Jeffer Marquez Chow

Tutor:

Manuel Marín

Siuna 2017

Aval del tutor

El tutor/a: *MSc. Manuel Marín Castellón*, por medio del presente escrito otorga el Aval correspondiente para la presentación de:

- a. Protocolo ☐
- b. Informe Final ☒
- c. Artículo Técnico ☐
- d. Otra forma de culminación de estudio (especifique):

Al producto titulado: *Estado físico – químico del suelo en pasturas con y sin Arachis pintoi, 2017* desarrollada por el o los estudiantes:

José Ángel Rodríguez Morales y Jeffer Márquez Chow.

De la carrera: *Ingeniería en Zootecnia*

Cumple con los requisitos establecidos en el régimen académico.

Nombre y apellido del tutor *MSc. Manuel Marín Castellón*

Firma:  _____

Recinto: *Las Minas*

Fecha: *29 de Mayo del 2017*

A Dios, ser supremo y celestial y a los seres más queridos que han colaborado a que alcancé el ideal que me propuse y en especial a mis padres: **Orlando Marquez Mendez y Florina Chow Roy** quienes me motivaron a profesionalizarme.

A todo el personal docente de la universidad Uraccan, por darnos el pan del saber por medio de sus enseñanzas, en especial al tutor MSC. Manuel Marín que nos dió su tiempo y los conocimientos necesarios para llevar a cabo este estudio.

A todo el personal de la cooperativa CRS por darme la oportunidad de poder llevar a cabo el presente estudio en conjunto, y su contribución a proceso del nivel de investigaciones de nuestra universidad.

Br. Jeffer Marquez Chow

A Dios único y padre celestial y a las personas más importantes de mi vida quienes me han apoyado incondicionalmente y en especial a mis padres José Ángel Rodríguez Zamora y Gloria Morales Velázquez que me han inculcado valores que me permiten alcanzar mis metas propuestas.

A todo el personal docente de la universidad Uraccan, por darnos el pan del saber por medio de sus enseñanzas, en especial al tutor MSC. Manuel Marín que nos dió su tiempo y los conocimientos necesarios para llevar a cabo este estudio.

A todo el personal de la cooperativa CRS por darme la oportunidad de poder llevar a cabo el presente estudio en conjunto, y su contribución a proceso del nivel de investigaciones de nuestra universidad.

Br. Jose Ángel Rodríguez Morales

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a Dios nuestro creador por darme la vida y una luz de sabiduría.

A mis padres por estar siempre brindándome el apoyo moral y económico en todo momento de mi vida y poder de esta manera culminar mi carrera profesional.

A la cooperativa CRS por darme la oportunidad de poder llevar acabo el presente estudio en conjunto, por el apoyo con equipos de campo durante el proceso de nuestro estudio.

Jeffer Marquez Chow

A Dios Padre Celestial por darnos fuerza, salud, sabiduría que me permiten seguir alcanzando más logros en mi vida.

A mis Padres por brindarme su apoyo moral y económico que me permiten seguir adelante y triunfando en la vida.

Al personal docente de URACCAN, porque sin ellos no hubiera sido posible, me brindaron la herramienta del saber y de este modo empoderarme de más conocimientos.

A todo el personal CRS por darme la oportunidad de llevar a cabo nuestro estudio en conjunto, instruirnos en la parte técnica y facilitarnos equipos y materiales.

Br. José Ángel Rodríguez Morales

INDICE GENERAL

CONTENIDO.....	página
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
INDICE GENERAL.....	iii
RESUMEN.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
III. MARCO REFENCIAL.....	4
3.1. Generalidades.....	4
3.2. Efectos del <i>arachis pinto</i> sobre las características físicas del suelo.....	6
3.2.1. Propiedades físicas del suelo.....	7
3.3. Efectos del <i>Arachis pinto</i> sobre el estado químico del suelo.....	11
3.3.1. Propiedades químicas del suelo.....	15
3.4. Importancia y beneficios económicos del asocio de gramíneas con leguminosas.....	19
IV. METODOLOGÍA.....	25
4.1. Ubicación.....	25
4.2. Tipo de estudio.....	25
4.3. Universo.....	25
4.5. Unidad de análisis.....	25
4.6. Criterios de selección.....	25
4.7. El estudio se realizó en cuatro fases.....	26
4.7.1. Fase de formalización con las organizaciones y productores.....	26

4.7.2. Fase de campo (Preparación del terreno y establecimiento de pasto y arachis pinto).	27
4.7.3. Fase de laboratorio.	27
4.7.4. Procesamiento y análisis de la información.	27
4.8. Aspectos éticos.	27
V. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	28
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	29
VII. CONCLUSIONES	41
VIII. RECOMENDACIONES	43
IX. LISTA DE REFERENCIAS	44
X. ANEXOS	47

Índice de cuadros

Cuadro 1. Resultados del análisis físico del suelo.

Cuadro 2. Resultados del Análisis químico de suelos tomados antes de sembrar *Arachis pintoí*.

Cuadro 3. Resultados del análisis químico del suelo seis meses después de establecido el *Arachis pintoí*, en la parcela Pasto combinado con *arachis pintoí*.

Cuadro 4. Resultados del análisis químico del suelo seis meses después de establecido el *Arachis pintoí*, en la parcela Pasto sin *arachis pintoí*.

Cuadro 5. Cuadro comparativo de los resultados encontrado en la parcela pasto con *arachis pintoí* y pastos sin *arachis pintoí*.

Cuadro 6. Costo de establecimiento del sistema pasto combinado con *Arachis pintoí*.

Cuadro 7. Costo del establecimiento de la parcela de pasto sin *Arachis pintoí*.

Cuadro 8 Cambios en las características físicos y químicos del suelo bajo parcelas de solo pasturas y asociado con *Arachis pintoí*, que fueron manejadas durante 6 meses.

Resumen

El Estudio se desarrolló en un terreno de 1 MZ propiedad del señor Marvin Calderón, cual se localiza en la comunidad de Yaoya en las coordenadas UTM 0746477 Norte y 1515237 Oeste, a una altura de 150 msnm. Con el objetivo de comparar el estado físico – químico del suelo en pasturas combinado con y sin *arachis pinto*i para ver el efecto del *arachis pinto*i en el mejoramiento de la calidad de suelos.

Nuestro estudio investigativo es de tipo cuasi experimental, pre test, post test, longitudinal y prospectivo, donde se utilizó una técnica observacional para comparar los cambios en las características físicos y químicos presentes en las parcelas y valorar los costos del establecimiento de las parcelas.

Después de realizado el análisis de resultados se concluye que el *Arachis pinto*i es una especie que contribuye en el mejoramiento de la calidad del suelo y se recomienda que para que contribuya económica y ambientalmente en el mejoramiento de la calidad de suelos, es necesario el uso de prácticas agronómicas antes y después de establecido, esto para lograr resultados más significativos después de algunos años.

Para llevar a cabo el presente estudio hubo la necesidad de invertir en el establecimiento del sistema pasto en asocio con *arachis pinto*i, y la parcela de pasto sin *arachis pinto*i, en el cual tenemos un total de 7377 córdobas netos invertidos en las parcela. El costo de la parcela de pasto con *arachis pinto*i fue mayor, donde parte de esta inversión fue para dar un manejo adecuado, de modo que se utilizaron insumos necesarios para el control de malezas, mano obra, fertilización e insumos utilizados para la protección del área.

Palabras claves: Suelo, mejoramiento, Nutrientes, nitrógeno, estructura, textura.

SUMARY

The Study was developed in a land of 1 MZ property of Mr. Marvin Calderon which is located in the community of Yaoya in the coordinated UTM 0746477 North and 1515237 West, to a height of 150 msnm. With the objective of comparing the physical state - chemical of the soil in pastures combined with and without arachis pintoï to see the effect of the arachis pintoï in the improvement of the quality of floors.

For the present investigative study, an observational technique was used to compare the changes in the physical characteristics and present chemists in the parcels and to value the costs of the establishment of the parcels.

After having carried out the analysis of results you concludes that the Arachis pintoï is a species that contributes in the improvement of the quality of the floor and it is recommended that so that it contributes economic and environmentally in the improvement of the quality of floors, it is necessary the use of practical agronomic before and after established, this to achieve more significant results after some years.

To carry out the present study there was the necessity to invest in the establishment of the system grass in I associate with arachis pintoï, and the grass parcel without arachis pintoï, in which we have a total of 7377 net córdoba invested in the parcel. The cost of the grass parcel with arachis pintoï was bigger, where it leaves of this investment it was to give an appropriate handling, so necessary inputs were used for the control of overgrowths, hand works, fertilization and inputs used for the protection of the area.

Key words: soil, improvement, Nutritious, nitrogen, structures, texture.

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes retos de la humanidad es la racionalización en el uso y explotación de los recursos naturales, dentro de los cuales se encuentra el recurso suelo como un sistema vivo y sinérgico. El suelo es un medio de producción agrícola importante, desde el cual las plantas suplen sus requerimientos hídricos y nutricionales y es considerado como un recurso natural renovable, sin embargo esta capacidad de renovación depende en gran medida de los usos y manejo que este recurso haya recibido (Silva, 2008).

Nicaragua ha sido un país con una larga trayectoria agrícola y ganadera, fundamentada en las excelentes características de los suelos; abundantes recursos hídricos superficiales y subterráneos para la irrigación; condiciones climáticas favorables, aunque afectadas en algunas zonas por sequías interestacionales y un potencial humano con alta tradición agropecuaria (Budhu, 2007).

En Nicaragua, el recurso suelo es uno de los más deteriorados por el mal uso de los suelos con prácticas agrícolas inadecuadas y no reguladas, lo cual afecta los relieves que son sensibles a las fuerzas del viento y el agua. Aunque se conoce la importancia de los suelos en las actividades agrícolas, pecuarias y forestales, muy poco se hace para el manejo y la conservación. Según el Informe del Estado del Ambiente "GEO 2003", (H. Franklin, et al 2007), uno de los problemas ambientales más importantes que enfrenta Nicaragua, es el deterioro de la fertilidad de los suelos por razones de cambios de uso de suelos forestales para la agricultura y ganadería incluyendo uso de laderas.

En la región y meramente en nuestro municipio, se destaca por ser una zona ganadera donde se le da un mal uso a los suelos por el sobrepastoreo del ganado, este problema surge debido a la falta de utilizar técnicas y el manejo adecuado de las mismas para una mejor conservación de la fertilidad y la calidad del suelo.

Es por ello que por medio del presente trabajo investigativo, proponemos establecer una nueva técnica, que consiste en la combinación de *Arachis pinto* como leguminosa con pasto, donde (Bourrillon, 2007) afirma el *Arachis pinto* mejora las condiciones físicas y químicas del suelo por su aporte en nitrógeno, lo cual también contribuye a minimizar las pérdidas de nutrimentos por erosión, lixiviación y así también mejora la actividad biológica del mismo, y comparar con la práctica tradicional que consiste en el establecimiento de pastos solo para el pastoreo.

II. OBJETIVOS.

2.1. Objetivo general.

- Comparar el estado físico – químico del suelo en pasturas, con y sin *Arachis pintoi*.

2.2. Objetivos específicos:

- Describir propiedades físicas del suelo en un sistema de pasturas con y sin *Arachis pintoi*.
- Describir propiedades químicas del suelo en un sistema de pasturas con y sin *Arachis pintoi*.
- Cuantificar el costo del establecimiento del sistema de pasturas, con y sin *Arachis pintoi*.

III. MARCO REFENCIAL

3.1. Generalidades.

Suelo

Es un cuerpo natural que se encuentra en la superficie de la tierra con propiedades distintivas y proviene de distintos procesos: físicos, químicos y biológicos, que actuaron sobre el material madre imprimiéndole rasgos característicos que los hacen capaz de soportar la vida vegetal (Pérez, 2009, p. 42).

Pastos: Es cualquier planta natural o cultivada, reproducida sobre la superficie del suelo y que el ganado las aprovecha para alimentarse, mientras este 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.

Forraje: 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 (Instituto Nacional Tecnológico, 2016, p.32).

Fertilidad del suelo.

La fertilidad del suelo es la capacidad de éste para mantener una cubierta vegetal. En la fertilidad intervienen todas las características del suelo, sean físicas, fisicoquímicas o químicas. Por ello se habla de una fertilidad asociada a cada una de ellas, si bien solo serían aspectos parciales de un mismo concepto unitario (Mendoza, 2010).

Densidad aparente

La densidad aparente de un suelo es la relación que existe entre la masa o peso seco del suelo y la unidad de volumen aparente del mismo. El volumen aparente incluye a las partículas sólidas y el espacio poroso.

Suelos ácidos: Son aquellos que su potencial de hidrógenos son bajos encontrándose en los rangos 3.5 a 5.5, en las cuales hay menor disponibilidad de nutrientes esenciales para las plantas (Zapata, 2006).

Textura del suelo.

Mendoza (2010). Se refiere a la proporción relativa de los tamaños de varios grupos de partículas de un suelo. . En relación con el tipo de estructura de suelo de donde proceden los agregados, se pueden reconocer, en general, cinco clases distintas que son las siguientes:

- Muy fina o muy delgada;
- Fina o delgada;
- Mediana;
- Gruesa o espesa;
- Muy gruesa o muy espesa

El pH del Suelo

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. . 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 presentar cantidades elevadas y tóxicas de aluminio y manganeso. Los suelos muy alcalinos ($>8,5$) tienden a dispersarse.

Porosidad:

Representa el porcentaje total de huecos que hay entre el material sólido de un suelo. Es un parámetro importante porque de él depende el comportamiento del suelo frente a las fases líquida y gaseosa, y por tanto vital para la actividad biológica que pueda soportar.

3.2. Efectos del *Arachis pintoï* sobre las características físicas del suelo.

Se reconoce que la presencia de leguminosa en una asociación, favorece la estructura del suelo, minimizando las pérdidas de nutrientes por erosión y lixiviación y favorece la actividad biológica.

La presencia de *Arachis pintoï* en pasturas asociadas ha demostrado efectos beneficiosos sobre las características físicas, fertilidad y biológica del suelo. La presencia de arachis pintoï en pasturas de *Brachiaria brizantha* en 4 años tendió a favorecer un mayor contenido de materia orgánica (Silva, 2008, p. 41).

Según (Sampat A. Gavande 1991), las condiciones físicas del suelo se pueden modificar por su manejo y se pueden alterarse radicalmente. Por eso es necesario que el manejo que se brinda al suelo deba tener previamente un conocimiento claro de las condiciones físicas del mismo.

El maní forrajero perenne (*Arachis pintoï*), se ha convertido en una opción forrajera para mejorar los sistemas ganaderos y promover sistemas menos vulnerables y dependientes de ingredientes importados. Debido a su alta capacidad de fijación de nitrógeno, rápida degradación de sus hojarascas, estimulo sobre la diversidad biológica del suelo y mejoría en el contenido de materia orgánica del suelo, su presencia permite la recuperación de suelos degradados, lo que facilita utilizarla como

estrategia para mejorar la calidad de los suelos (Sampat A. Gavande 1991, p. 6).

Estudio demostró en las condiciones en las que se desarrolló el experimento *Arachis pinto* alcanzó la mayor profundidad radicular (36.5 cm), superando significativamente a las profundidades alcanzadas por las demás coberturas, Seleccionar y manejar esta leguminosa como cultivo de cobertura que produce raíces profundas y mayores cantidades de biomasa radicular son características deseables para incrementar la materia orgánica de suelo, mejorar la estructura del suelo, aumentar la capacidad retentiva de humedad del suelo y mejorar la infiltración. La significancia funcional de la profundidad radicular y su contribución a todos los procesos del ecosistema todavía no están bien entendidos (Puertas & Arevalo. 2008, p. 22).

3.2.1. Propiedades físicas del suelo.

Barbosa, (2014) La proporción de los componentes determina una serie de propiedades que se conocen como propiedades físicas o mecánicas del suelo: *textura*, estructura, color, permeabilidad, porosidad, drenaje, consistencia, profundidad efectiva.

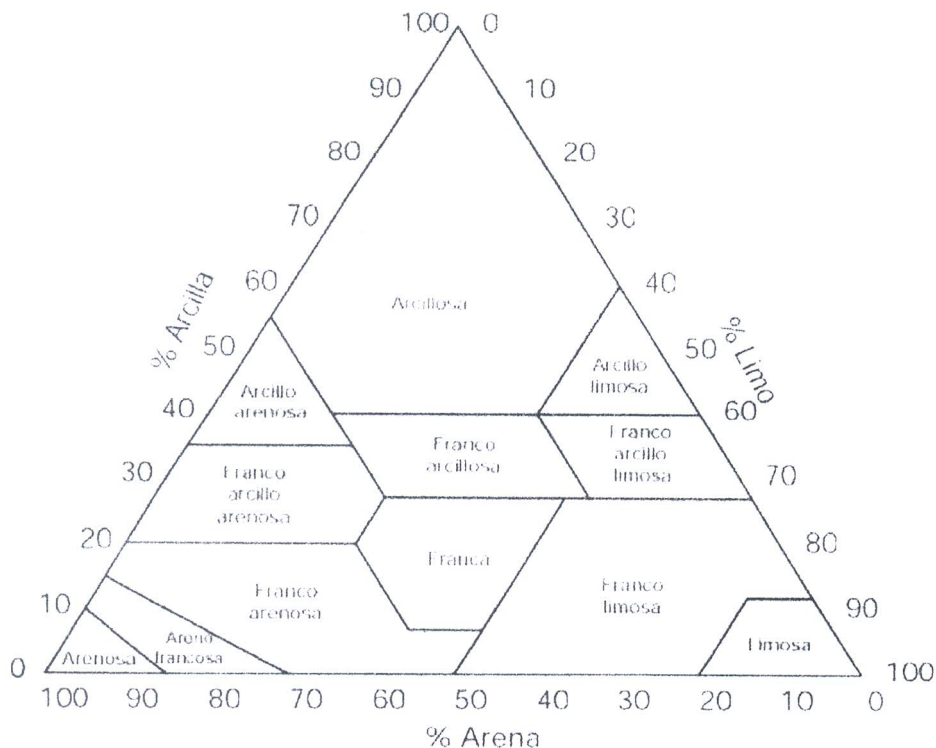
Textura

La textura de un suelo es la proporción de los tamaños de los grupos de partículas que lo constituyen y está relacionada con el tamaño de las partículas de los minerales que lo forman y se refiere a la proporción relativa de los tamaños de varios grupos de partículas de un suelo (Barbosa, 2014, p.35).

La distribución proporcional de los diferentes tamaños de partículas minerales determina la textura de un determinado suelo. La textura del suelo se considera una propiedad básica porque los tamaños de las partículas minerales y la proporción relativa de los grupos por tamaños varían considerablemente

entre los suelos, pero no se alteran fácilmente en un determinado suelo (Barbosa, 2014, p. 35).

Triángulo textural según clasificación del USDA



Estructura

La estructura es la forma en que las partículas del suelo se reúnen para formar agregados. De acuerdo a esta característica se distinguen suelos de estructura esferoidal (agregados redondeados), laminar (agregados en láminas), prismática (en forma de prisma), blocosa (en bloques), y granular (en granos).

La estructura del suelo se define por la forma en que se agrupan las partículas individuales de arena, limo y arcilla. Cuando las partículas individuales se agrupan, toman el aspecto de partículas mayores y se denominan agregados (Barbosa, 2014, p. 44).

Relación con el tipo de estructura de suelo de donde proceden los agregados, se pueden reconocer, en general, cinco clases distintas que son las siguientes:

- Muy fina o muy delgada;
- Fina o delgada;
- Mediana;
- Gruesa o espesa;
- Muy gruesa o muy espesa

Color

El color del suelo depende de sus componentes y puede usarse como una medida indirecta de ciertas propiedades. El color varía con el contenido de humedad. El color rojo indica contenido de óxidos de hierro y manganeso; el amarillo indica óxidos de hierro hidratado; el blanco y el gris indican presencia de cuarzo, yeso y caolín; y el negro y marrón indican materia orgánica. Cuanto más negro es un suelo, más productivo será, por los beneficios de la materia orgánica (Barbosa, 2014, p. 31).

El color del suelo puede proporcionar información clave sobre otras propiedades del medio edáfico. Por ejemplo, suelos de colores grisáceos y con presencia de "moteados o manchas" son síntomas de malas condiciones de aireación.

Permeabilidad

Permeabilidad es la propiedad que tiene el suelo de transmitir el agua y el aire y es una de las cualidades más importantes que han de considerarse para la piscicultura. Un estanque construido en suelo impermeable perderá poca agua por filtración.

Mientras más permeable sea el suelo, mayor será la filtración. Algunos suelos son tan permeables y la filtración tan intensa que para construir en ellos cualquier tipo de estanque es preciso

aplicar técnicas de construcción especiales (Barbosa, 2014, p.33).

Porosidad

Como consecuencia de la textura y estructura del suelo tenemos su porosidad, es decir su sistema de espacios vacíos o poros.

Los poros en el suelo se distinguen en: macroscópicos y microscópicos.

Los primeros son de notables dimensiones, y están generalmente llenos de aire, en efecto, el agua los atraviesa rápidamente, impulsada por la fuerza de la gravedad. Los segundos en cambio, están ocupados en gran parte por agua retenida por las fuerzas capilares (Mendoza, 2010, p. 36).

Los terrenos arenosos son ricos en macroporos, permitiendo un rápido pasaje del agua, pero tienen una muy baja capacidad de retener el agua, mientras que los suelos arcillosos son ricos en macroporos, y pueden manifestar una escasa aeración, pero tienen una elevada capacidad de retención del agua (Barbosa, 2014, p .36).

Drenaje

El drenaje de un suelo es su mayor o menor rapidez o facilidad para evacuar el agua por escurrimiento superficial y por infiltración profunda.

Profundidad efectiva

La profundidad efectiva de un suelo es el espacio en el que las raíces de las plantas comunes pueden penetrar sin mayores obstáculos, con vistas a conseguir el agua y los nutrimentos indispensables (Argel & Villareal, 1997, p.5).

Un suelo debe tener condiciones favorables para recibir, almacenar y hacer aprovechable el agua para las plantas, a una profundidad de por lo menos del susodicho metro. En un suelo profundo las plantas resisten mejor la sequía, ya que a más

profundidad mayor capacidad de retención de humedad (Argel & Villareal, 1997, p.5).

Con vistas a planificar su uso, los suelos pueden clasificarse en cuatro grupos, de acuerdo con su profundidad efectiva:

- Suelos profundos tienen un metro o más hasta llegar a una capa limitante.
- Moderadamente profundos tienen menos de un metro pero más de 0.60 m.
- Suelos poco profundos tienen menos de un metro pero más de 0.60 m.
- Suelos someros tienen menos de 0.25 m.

Consistencia

La consistencia: es la característica física que gobierna las fuerzas de cohesión adhesión, responsables de la resistencia del suelo a ser moldeado o roto.

Dichas fuerzas dependen del contenido de humedades por esta razón que la consistencia se debe expresar en términos de seco, húmedo y mojado. Se refiere a las fuerzas que permiten que las partículas se mantengan unidas; se puede definir como la resistencia que ofrece la masa de suelo a ser deformada o amasada.- Las fuerzas que causan la consistencia son: cohesión y adhesión (Budhu, 2007, p.8).

3.3. Efectos del *Arachis pinto* sobre el estado químico del suelo.

Es conocida la particularidad que poseen la mayoría de leguminosas, de fijar el nitrógeno atmosférico al suelo, actuando de esta manera como mejoradoras de la fertilidad del mismo. Esto se debe a la simbiosis con microorganismos bacterianos del género *Rizobium*, las cuales viven saprofiticamente en el suelo, utilizando fuentes de energía y sustancias nitrogenadas del

medio. Al infectar o ser inoculados a las raíces forman conglomerados celulares llamados nódulos en el cual es fijado el nitrógeno facilitándose su absorción por la planta y a su vez, al envejecer la raíz o morir estos nódulos son aportados al suelo siendo aprovechados por otras plantas entre ellas las gramíneas. Se refieren cantidades de nitrógeno fijado por algunas plantas leguminosas entre 20 a 560 Kg. /ha año, dependiendo del suelo y de la humedad lo cual significa una economía nada despreciable en la inversión de fertilizar el pastizal (Buenaproduccionanimal, 2012).

Estas bacterias llamadas rizobios, las podemos encontrar siempre en el suelo y se "activan" cuando sembramos leguminosas. Cuando las bacterias reciben señales de que hay leguminosas en el suelo, se acercan y entran a las raíces. Se le llama simbiosis, ya que estos dos organismos se benefician mutuamente (Buenaproduccionanimal, 2012).

El maní forrajero perenne (*Arachis pintoï*), se ha convertido en una opción forrajera para mejorar los sistemas ganaderos y promover sistemas menos vulnerables y dependientes de ingredientes importados. Debido a su alta capacidad de fijación de nitrógeno, rápida degradación de sus hojarascas, estímulo sobre la diversidad biológica del suelo y mejoría en el contenido de materia orgánica del suelo, su presencia permite la recuperación de suelos degradados, lo que facilita utilizarla como estrategia para mejorar la calidad de los suelos (Bourrillon, 2007, pág. 2).

Estudios utilizando la técnica de dilución isotópica en N realizado en monocultivo de diferentes accesiones de maní forrajero, (Rodríguez et al., 1998), indicaron que es capaz de fijar de un 53 a 58% de su contenido de nitrógeno total. Utilizando la información de biomasa se estima que en promedio el *Arachis pintoï* es capaz de fijar 462 kg N/ha/año (Rodriguez, L Vialobos , & M Viarreal , 1999, p.32).

Evaluaciones sobre la capacidad de fijación de nitrógeno, cuando el maní está asociado con gramíneas, indicaron que el maní

forrajero CIAT 17434, es capaz de fijar un 80% de su nitrógeno. Este mayor porcentaje de fijación de maní en condiciones de asocio, en parte se puede deber a que las leguminosas al estar asociadas con las gramíneas se ven sometidas a mayor competencia por nitrógeno lo que no ocurre cuando están solas, (Rodriguez, L Vialobos , & M Viarreal , 1999,p.33).

Estima que del 20 a 30% del contenido de nitrógeno en hojas y tallos del maní que son depositados sobre la superficie del suelo, puede ser absorbida por la gramínea acompañante en un periodo de 3 meses.

Estudio demostró en las condiciones en las que se desarrolló el experimento *Arachis pintoi* alcanzó la mayor profundidad radicular (36.5 cm), superando significativamente a las profundidades alcanzadas por las demás coberturas, Seleccionar y manejar esta leguminosa como cultivo de cobertura que produce raíces profundas y mayores cantidades de biomasa radicular son características deseables para incrementar la materia orgánica de suelo, mejorar la estructura del suelo, aumentar la capacidad retentiva de humedad del suelo y mejorar la infiltración. La significancia funcional de la profundidad radicular y su contribución a todos los procesos del ecosistema todavía no están bien entendidos (Puertas & Arevalo, 2008,p. 43).

El Fe se presenta en todo el perfil predominantemente asociado a las formas amorfas y en menor proporción asociado como óxido de Fe. Es insignificante la cantidad hallada de Fe asociado a los óxidos de Mn. Esto parece concordar con lo reportado por Zhang, *et al.*, (1997) quienes encontraron que la proporción relativa al Fe amorfo fue mucho mayor en los horizontes subsuperficiales de los Alfisoles. Hay una considerable similitud entre el Fe y Al con respecto a la distribución de sus formas en diferentes profundidades de los perfil.

El Fe se presenta en todo el perfil, predominantemente como formas amorfas y sólo en los horizontes superficiales (hasta los 40 cm de profundidad) están también presentes los óxidos de Fe y Mn. En profundidad estas dos formas de Fe son insignificantes,

y sólo se encuentra como Fe amorfo. Zhang, *et al.*, (1997) encontraron la misma distribución del Fe amorfo, pero en perfiles de suelos con pH >6,5 y lo atribuyeron a que pueden existir diferentes patrones de distribución de los elementos como consecuencia de diversas prácticas culturales, como fertilizaciones y riegos.

El Fe amorfo es la forma predominante en todo el perfil de suelo acompañado por óxidos de Fe y en muy pequeña proporción a los óxidos de Mn. La mayor concentración de Fe se encuentra a los 79 cm de profundidad del perfil, siendo atribuido a un intenso proceso de ferralitización. Con respecto al Al, la mayor concentración hallada corresponde a las formas amorfas y asociadas a los óxidos de Fe (Prause & Vasquez, 2006, p.33).

Recuperación de suelos degradados

El retorno de nutrientes al suelo vía hojarasca producida por la planta, es generalmente de mayor importancia cuantitativa. El maní forrajero un alto contenido de nutrientes con una alta incorporación al suelo debido a su rápido descomposición favoreciendo el reciclaje de nutrientes (Rincon, 1999).

Los cambios cuantificados por Torres (1995), con la introducción del *arachis pintoi* a pasturas de *Brachiaria brizantha* y su evaluación en 4 años, mejoran el contenido de materia orgánica, la tasa de mineralización de nitrógeno y tienden a mejorar la conductividad hidráulica, el contenido de nitrógeno y el nitrógeno microbiano.

Rincón (1999), demuestra que en pasturas asociados por 3 y 9 años de *Arachis pintoi* y *Brachiaria* spp, cuantifica m mejoras sustanciales en contenido de calcio, magnesio y materia orgánica.

Las leguminosas forrajeras y su aporte a los suelos

Las leguminosas se caracterizan por ser fijadoras de Nitrógeno. Esto quiere decir que producen este elemento para su nutrición y proporcionan Nitrógeno al suelo. Para hacerlo, utilizan rizobios

(*Rhizobium leguminosarum*) que son bacterias que forman nódulos en las raíces de las plantas. Estas bacterias toman el nitrógeno de la atmósfera para convertirlo en nitrógeno disponible para la planta. Mientras que la planta provee de componentes orgánicos obtenidos por la fotosíntesis (Buenaproduccionanimal, 2012).

3.3.1. Propiedades químicas del suelo.

1. El pH del Suelo

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 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 (Cantera & Huerta, 2010, p. 22).

2. Porcentaje de Saturación de Bases

En el suelo se encuentran los cationes ácidos (hidrógeno y aluminio) y los cationes básicos (calcio, magnesio, potasio y sodio). La fracción de los cationes básicos que ocupan posiciones en los coloides del suelo de refiere al porcentaje de saturación de bases. Cuando el pH del suelo indica 7 (estado neutral) su saturación de bases llega a un 100 por ciento y significa que no se encuentran iones de hidrógeno en los coloides. La saturación de bases se relaciona con el pH del suelo (Cantera & Huerta, 2010, p.23).

3. Nutrientes para las Plantas

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), Manganeseo (Mn), Boro (B), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo), Cloro (Cl) (Rincon, 1999).

4. Nitrógeno del Suelo

El nitrógeno del suelo es uno de los elementos de mayor importancia para la nutrición de las plantas y más ampliamente distribuido en la naturaleza. -. A pesar de su amplia distribución en la naturaleza se encuentra en forma inorgánica por lo que no se pueden asimilar directamente.

5. La salinización del suelo

Se refiere a la acumulación de sales solubles en agua en el suelo. Las sales que se pueden encontrar en un nivel freático salino se transportan con el agua a la superficies del suelo mediante ascenso capilar y una vez que el agua se evapore se acumulan en la superficie del suelo. La salinización suele ocurrir con manejo de riego inapropiado sin tomar en consideración el drenaje e lixiviación de los sales por fuera de los suelos. . La salinización elevada en el suelo lleva a la degradación de los suelos y la vegetación. Las sales más comunes se encuentran en combinaciones de los cationes de sodio, calcio, de magnesio y de potasio con los aniones de cloro, sulfato y carbonatos (Rincón, 1999).

6. La alcalinización del suelo

La alcalinización, o santidad del suelo, se define como el exceso de sodio intercambiable en el suelo. A medida que su concentración incrementa en el suelo empieza a reemplazar otros cationes. Los suelos sódicos se frecuentan en regiones áridas y semiáridas y se encuentran muchas veces inestables con propiedades físicas y químicas muy pobres. Debido a ello el suelo se encuentra impermeable disminuyendo la infiltración, percolación, infiltración del agua por el suelo y por último el crecimiento de las plantas (Rincón, 1999).

Importancia de las leguminosas en la agricultura

El principal problema a enfrentar los suelos para su utilización en la agricultura y en la producción de pastos, es su susceptibilidad a la degradación (Gomez, 2015, p. 20).

En este sentido es importante resaltar la importancia de proteger los suelos de procesos de degradación la cual ha sido conceptualizada, como la pérdida de algunas cualidades físicas, químicas y biológicas del suelo por inadecuada intervención humana, los cuales se convierten en factores negativos de producción y en el futuro afectarán la sostenibilidad agrícola (Gomez, 2015, p.20).

Es por ello que el manejo y las labores de preparación de suelos deben enfocarse hacia la conservación y creación de una "capa arable" con productividad progresiva. Se entiende en este contexto como *capa arable* a aquella capa superficial de suelo planificada y obtenida por el hombre con el fin de obtener un suelo que no presente limitantes físicas, químicas ni biológicas para el desarrollo normal de las raíces de los cultivos y que sea estable a través del tiempo (Gomez, 2015, p.20).

Las leguminosas son el principal grupo de plantas que son capaces de fijar nitrógeno del aire en las raíces y transferirlo al suelo. Siendo que el nitrógeno es parte de la alimentación básica

de las plantas, al utilizar leguminosas, estamos reduciendo la cantidad de fertilizante y beneficiando nuestro suelo. Estas plantas crecen rápido y algunas especies son utilizadas para cubrir el suelo. El sistema radicular (raíces), es muy profundo, ayudando a sostener las plantas y creando espacios en el suelo para el aire y agua (Verónica Reynoso, s.f.).

En zonas con suelos erosionados, compactados o con poca materia orgánica, se utilizan leguminosas para formar el suelo. En la agricultura regenerativa, las leguminosas son una base importante para manejar los nutrientes en el suelo con rotaciones y asociaciones de cultivo. Además, las flores atraen a abejas e insectos benéficos, creando mayor biodiversidad en los cultivos (Verónica Reynoso, s.f.).

Las plantas de coberturas de leguminosas, juegan un papel importante en la protección del suelo e incorporan cantidades apreciables de residuos que son rápidamente descompuestos, en función de su relación favorable de C/N. El uso de especies leguminosas en la producción agropecuaria es una alternativa a considerar para el mantenimiento de la fertilidad del suelo. Estas especies protegen el suelo contra la erosión, aportan a éste materia orgánica (MO), nutrientes y mejoran sus propiedades; además, favorecen la retención de agua, la actividad biológica y reducen el uso de fertilizantes (Tecnologías y prácticas para pequeños productores agrarios (TECA), 2015).

Cuando los cultivos de coberturas se incorporan al suelo, la materia orgánica que se adiciona, se denomina abono verde. Cuando estos cultivos son sembrados directamente en asociación con otros cultivos se denomina cobertura viva.

3.4. Importancia y beneficios económicos del asocio de gramíneas con leguminosas.

El objetivo de mayor importancia en el manejo de las pasturas es el mantener los niveles productivos en términos de forraje producido por hectárea y producción de leche y de carne por hectárea y por año, sin el deterioro de la población vegetal y del suelo (Gomez, 2015, p. 33).

Para un buen establecimiento y manejo de pastos y forrajes, con el fin de suministrar al ganado un alimento más abundante y de buena calidad, se debe considerar varios aspectos:

- Analizar el suelo donde va a establecer el pasto para determinar las necesidades de fertilizantes. Las gramíneas son exigentes especialmente en nitrógeno y fósforo y las leguminosas en calcio y fósforo.
- Preparar bien el suelo y disponer de un buen sistema de drenaje.
- Aplicar los correctivos al momento de la siembra de acuerdo con el análisis del suelo y las recomendaciones.

Para mejorar la actividad ganadera es la disponibilidad de pastos en cantidad y calidad, es decir, que proporcionen proteínas y carbohidratos para que las vacas produzcan más leche, los ovinos mejor calidad de carcasa y los cuyes mayor peso en menor tiempo, podemos lograr esto asociando especies de pastos tanto gramíneas (Gómez, 2015).

La duración y el rendimiento de los pastos dependen de la planificación del cultivo: época de siembra, fertilización tanto en la siembra como en mantenimiento, deshierbas, riegos oportunos, momento adecuado de corte y/o pastoreo y resiembras.

El objetivo de la siembra de pastos no solamente debe ser para alimentar al ganado, también debe cumplir un fin económico, generar ganancias por cada sol que se invierta en la instalación.

¿Qué son pastos asociados?

Es la asociación de gramíneas y leguminosas para proporcionarle al ganado un alimento balanceado (en el caso de las vacas para que produzcan más leche). Al asociar diferentes especies de pastos se produce más forraje verde que sembrando Toledo sola, por tanto, al producir más forraje podremos criar más animales (Balabarca, 2012, p.4).

Por ejemplo, si una vaca es alimentada solo con pasto hay riesgo que se timpanice y muera, si es alimentada solo con gramíneas son flacas, pero si la alimentamos con gramíneas y leguminosas (pastos asociados) tendremos una vaca sana y con buena producción de leche.

¿Por qué es importante asociar pastos?

La importancia radica principalmente en tener un alimento balanceado (proteínas y carbohidratos) y esto se ve reflejado en la mejora de la carne e incremento de la producción de leche de las vacas. Aquí las ventajas más importantes de los pastos asociados:

- Evita el timpanismo o empañamiento del ganado, por ser más digerible.
- Es más Palatable y/o agradable para los animales
- Mayor rendimiento de forraje (30 TM/corte/Ha) en comparación de alfalfa solo (15 TM/corte/Ha)
- Evita la invasión de maleza (kikuyo) porque al asociar pastos se consigue tener mayor cobertura de forraje evitando el ingreso de luz y con ello el crecimiento de malezas.
- Disminuye la erosión de los suelos
- Incrementa la producción de leche en un 30 a 40 %.

Balabarca, 2012 afirma que el manejo de pastos significa realizar una serie de actividades con la finalidad de obtener buen rendimiento y duración de nuestros pastos, así mismo optimizar el uso. Las principales actividades de manejo de pastos son las siguientes:

Fertilización: Al momento de la instalación de los pastos se debe realizar la fertilización del suelo aplicando fosfato diamónico, cloruro de potasio y guano descompuesto, posteriormente en los cortes fertilizar con nitrato de amonio alternando con guano descompuesto ya sea de ovino, cuy, vacuno, etc.

La cantidad de fertilizantes a usar depende de la fertilidad del suelo y los resultados del análisis del suelo. Así mismo debe realizarse la fertilización de mantenimiento cada 6 a 8 meses aplicando fosfato diamónico, cloruro de potasio y nitrato de amonio, ya que el pasto al crecer extrae los nutrientes del suelo y cada corte del pasto va disminuyendo los nutrientes del suelo y por tanto es necesario reponerla mediante la fertilización (Balabarca, 2012,p .7).

Los tipos de fertilizantes cumplen diferentes funciones en la planta:

Nitrato de Amonio: Es la fuente de nitrógeno (N), este nutriente acelera el crecimiento de la planta y el follaje.

Fosfato Diamónico: Es la fuente de fósforo (P), este nutriente interviene en la profundización de la raíz y también acelera la maduración de la planta.

Cloruro de Potasio: Es la fuente de potasio (K), este nutriente otorga mayor resistencia al marchitamiento.

Estos nutrientes (N, P, K) también se encuentran en el estiércol de los animales, entonces deben aplicarse a los pastos después

de los cortes o pastoreos. Es muy recomendable fertilizar los pastos con estiércol descompuesto porque ayuda a que el suelo se suavice y la planta crezca más.

Si el pasto se asocia con leguminosas y se utiliza el abono orgánico producido en la finca para los cultivos de pastos, regándolo allí después de cada corte, se puede ahorrar el fertilizante nitrogenado y mejorar la calidad nutritiva de la mezcla (Balabarca, 2012, p.7).

Los elementos principales que limitan el establecimiento y mantenimiento de las especies forrajeras en el trópico son Nitrógeno, Fósforo y Potasio (N, P, K) y también Calcio, Magnesio y Azufre (Ca, Mg y S). Es muy importante hacer un análisis del suelo antes de iniciar un establecimiento de una pastura para saber sus condiciones físicas y químicas y poder hacer las correcciones y ajustes necesarios según los requerimientos de las especies a sembrar.

Los fertilizantes tienen efecto residual y está relacionado con la solubilidad de los mismos, siendo determinantes en la eficiencia del uso que la planta hace de ellos.

Aporte de las leguminosas en asocio con gramíneas

Incremento de la calidad del forraje: Las leguminosas incrementan el valor nutritivo de la gramínea asociada, particularmente en lo que se refiere a los contenidos de proteína total y de minerales, para mantener su calidad a través del tiempo, durante la época seca, cuando más las consumen los animales (Balabarca, 2012, p.8).

Aumento en la producción de biomasa vegetal: Las leguminosas incrementan la producción de materia seca en las praderas cuando éstas se asocian con gramíneas.

- Las leguminosas mejoran la fertilidad del suelo
- Las leguminosas favorecen mayor rendimiento de forraje e incrementan la carga animal por unidad de superficie cuando se asocian con gramíneas.

Las leguminosas muestran desventaja para competir con las gramíneas por nutrientes en pradera asociada.

3.5. Elementos básicos del suelo.

El suelo consiste de cuatro componentes:

Materia orgánica (5 %)

Agua (25 %)

Aire (25 %) arena

Partículas de suelo o material mineral (45 %); estas son de tres tipos: arena, limo, arcilla

La proporción en que se encuentran estos tres tipos de partículas determina la textura del suelo. Los tres tipos diferentes de partículas difieren en su tamaño y en su capacidad de retención de nutrientes. La arena forma las partículas más grandes y la arcilla las más finas. La retención de nutrientes se refiere a la capacidad de las partículas del suelo para suministrar nutrientes a las plantas: la arcilla puede retener más nutrientes que la arena y por lo tanto es capaz de liberar más nutrientes para las plantas (Barbosa, 2014).

Las partículas de arena, limo y arcilla se agrupan a la vez en unidades de diferentes tamaños, estos son conocidos como agregados. La forma en la cual las partículas están agrupadas es llamada estructura del suelo.

La Agricultura de Conservación no afecta la textura del suelo, pero puede tener influencia sobre la estructura del suelo, la cual es el resultado del agrupamiento de las partículas del suelo (Barbosa, 2014).

IV. METODOLOGÍA

4.1. Ubicación

El estudio se realizó en la comunidad Yaoya del municipio de Siuna, vía Rosita, ubicada entre las coordenadas X= 0746477 Y= 1515237, a una altura de 150 metros sobre el nivel del mar de longitud oeste.

4.2. Tipo de estudio.

La presente investigación es de tipo cuasi experimental, pre test – post test, longitudinal y prospectivo.

4.3. Universo

Áreas cubiertas de pasto Toledo

4.4. Marco Muestral

Las comunidades con las que trabaja el proyecto CRS.

4.5. Unidad de análisis:

La unidad de análisis del estudio es el suelo.

4.6. Criterios de selección.

Para la realización de este estudio se seleccionaron los productores protagonistas de la cooperativa Catholic Relieve Service, con base en los siguientes criterios:

- Que los productores protagonistas hayan recibido capacitaciones y monitoreo por parte de la cooperativa CRS, contando también con la disponibilidad, los recursos y los materiales necesarios para llevar a cabo el estudio.
- Que los productores seleccionados para el estudio hayan estado dispuestos a permitirnos realizar esta investigación en sus fincas.
- Que las unidades de producción seleccionados posean parcelas de pasto en la finca.

4.7. El estudio se realizó en cuatro fases:

- Fase de formalización con las organizaciones y productores.
- Fase de campo (Preparación del terreno y establecimiento de pasto y *Arachis pintoi*).
- Fase de laboratorio.
- Procesamiento y análisis de la información.

4.7.1. Fase de formalización con las organizaciones y productores.

Esta primera fase fue realizada, estudiantes en compañía con los técnicos de la cooperativa CRS, mediante una visita directa en la unidad de producción con el propósito de establecer contactos y adquirir permisos para ingresar a la unidad de producción y poder llevar a cabo el estudio.

4.7.2. Fase de campo (Preparación del terreno y establecimiento de pasto y *Arachis pintoj*).

Esta fase tuvo una duración de 6 meses iniciando del mes de septiembre de 2016 al mes de abril de 2017, iniciando con un levantamiento de muestras de suelo de la parcela en estudio, para determinar mediante pruebas de laboratorio, pH, macro y micro nutrientes presentes en el suelo. Luego hicimos la preparación del terreno para el establecimiento del pasto Toledo y *Arachis pintoj*, y un muestreo que se realizó a los 6 meses de establecido el *Arachis pintoj*.

4.7.3. Fase de laboratorio.

En esta fase, la muestra fue trasladada mediante un técnico de CRS a laboratorio LAQUISA ubicado en el departamento de León, En donde se determinaría mediante uso de reactivos el pH y los niveles de micro y macro nutrientes presentes en el suelo, en donde posterior nos brindarían los resultados obtenidos de dicho laboratorio

4.7.4. Procesamiento y análisis de la información.

El procesamiento de la información se realizó a través de los programas Microsoft

Word programa en el cual se digitalizo toda la información recopilada, Microsoft Excel se usó específicamente para la elaboración de gráfico, Auto CAD MAP y Arc View para elaboración de mapas.

4.8. Aspectos éticos

En el proceso del estudio se aplicó las técnicas y los instrumentos necesarios, así también poniendo a la disposición todos los conocimientos necesarios.

V. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Variable	Indicadores	Valores	Escala
Estado físico del suelo en pasturas combinado con <i>Arachis pinto</i>	Textura	Arena, limo, arcilla	nominal
	Densidad aparente	g/cm ³	Razón
	Densidad real	g/cm ³	Razón
Estado químico del suelo en pasturas combinado con <i>Arachis pinto</i>	Materia orgánica	%	Razón
	pH	Cm	Razón
	Macronutrientes	ppm y meq/100g	Razón
	Micronutrientes	ppm y meq/100g	Razón

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Resultados de las características físicas del suelo

(Cuadro 1). Resultados del análisis físico del suelo.

Resultado de análisis físico en pasto sin <i>Arachis pinto</i>				
A	L	Ar	Textura	Densidad aparente
12.84	27.64	59.5	Franco arenoso	1.30
Resultado de análisis físico en pasto con <i>Arachis pinto</i>				
Textura boyucos			Textura	Densidad aparente
A	L	Ar		
9.78	30.76	59.68	FA	1.33

Aporte a las características físicas

Sampat A. Gavande 1991, demuestra en sus estudios que las condiciones físicas del suelo se pueden modificar por su manejo y se pueden alterarse radicalmente. Por eso es necesario que el manejo que se brinda al suelo deba tener previamente un conocimiento claro de las condiciones físicas del mismo.

5.4.1. Densidad aparente

Un aumento en la densidad aparente también contribuye a mejorar los procesos de aireación, infiltración y retención de humedad en el suelo y contribuye a un incremento en la proporción de nutrientes, teniendo en cuenta que para el cálculo del peso de suelo por hectárea, como la conversión de meq/100g y ppm a kg/ha requieren del conocimiento exacto de la densidad aparente, en el caso del suelo estudiado el contenido de nutrientes presento cambios relacionados con la densidad aparente, pasando de 1.30g a 1.33g.

En los resultados obtenidos hubo una mejora en lo que es la densidad aparente, permitiendo el aumento de Kg/ha de cada nutriente.

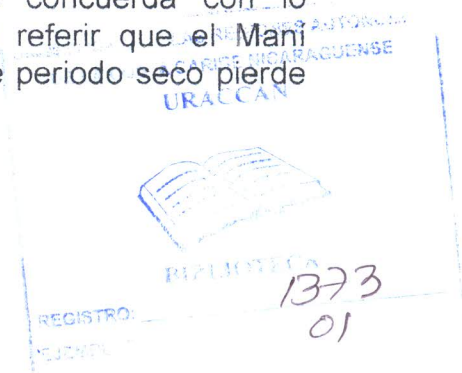
5.4.2. Estructura

La estructura del suelo presento cambios en su distribución granulométrica, de modo que antes de la siembra de *Arachis pinto* presentaba un 59.68% de arenas, 27.64% limos y 12.84% arcillas y seis meses después la proporción de arenas se mantiene al 59.68%, en cuanto a las partículas de arcilla baja a 9.78%, cediendo a las partículas de limo aumentar a 30.66% esto se debe a un proceso de meteorización Influenciado por la capacidad de infiltración de las aguas, lo que demuestra que se necesita mayor cobertura de Maní forrajero.

Puertas & Arevalo. 2008, afirma que seleccionar y manejar esta leguminosa como cultivo de cobertura produce raíces profundas y mayores cantidades de biomasa radicular las cuales son características deseables para incrementar la materia orgánica de suelo, mejorar la estructura del suelo, aumentar la capacidad retentiva de humedad del suelo y mejorar la infiltración.

5.1. Cobertura del *Arachis pinto*

Durante el estudio *Arachis pinto* logro colonizar el terreno con rapidez a los 30 días de establecido el cultivo había logrado una cobertura del 30% entre los 60 y los 90 días la cobertura había logrado establecerse con un crecimiento del 50% que se mantuvo estable hasta entrada la época de verano donde se vio limitado el crecimiento y la colonización de *Arachis pinto* presentando niveles leves de desecamiento, lo que concuerda con lo documentado por Bourrillon, A. (2007) al referir que el Maní forrajero en zonas con más de 4 meses de periodo seco pierde sus hojas y estolones por desecamiento.



Una de las consideraciones importantes a tener en cuenta en un plan de mejoramiento de suelos a través del uso de coberturas, es la capacidad y la velocidad de colonización en el suelo de la especie que se va a utilizar como cobertura, ya que uno de los beneficios de las coberturas en el mejoramiento de suelos, es que con estas se logra reducir la colonización de especies arvenses y se protege el suelo de la erosión y la pérdida de nutrientes por lixiviación.

Los suelos estudiados tienen como característica principal la presencia de altos contenidos de sesquióxidos de Fe y Mn, comunes en suelos presentes en esta zona tropical, de color pardo rojizo, con contenidos de bases de Ca, Mg, K, por debajo de los parámetros establecidos.

Resultado de las características químicas

(Cuadro 2). Resultados del Análisis químico de suelos tomados antes de sembrar *Arachis pinto*i.

pH	MO	Cationes meq/100g				Cationes (ppm)							
	%	Al	Ca	Mg	K	N	P	Cu	Fe	Mn	Zn	B	S
5.3	2.2	1.45	4.22	1.34	0.34	0.15	4.4	6.1	129.7	67.9	1.7	0.2	5.6

(Cuadro 3). Resultados del análisis químico del suelo seis meses después de establecido el *Arachis pinto*i, en_la_parcela_Pasto combinado con *Arachis pinto*i.

pH	Mo	Cationes meq/100g				Cationes (ppm)							
	%	Al	Ca	Mg	K	N	P	Cu	Fe	Mn	Zn	B	S
5.3	2.7	1.58	4.10	1.34	0.45	0.18	4.4	6.1	223.7	68.80	1.75	0.2	5.1

(Cuadro 4). Resultados del análisis químico del suelo seis meses después de establecido el *Arachis pintoi*, en la parcela Pasto sin *Arachis pintoi*.

Ph	Mo	Cationes meg/100g				Cationes (ppm)							
	%	Al	Ca	Mg	K	N	P	Cu	Fe	Mn	Zn	B	S
5.3	2.2	1.6	3.6	1.34	0.35	0.15	4.4	6.1	220	67	1.77	0.2	5

(Cuadro 5). Cuadro comparativo de los resultados encontrado en la parcela pasto con arachis pintoi y pastos sin arachis pintoi.

Elementos	Resultados general de la parcela	Ganancias y pérdidas de nutrientes en la parcela pasto con A pintoi	Ganancias y pérdidas de nutrientes en la parcela pasto sin A pintoi
Ph	5,3		
MO	2,2	0	0
Al	1.45	0.13	0.15
Ca	4,22	-0.12	-0.62
Mg	1,34	0	0
K	0,34	0.11	0.01
N	0,15	0.03	0
P	4,4	0	0
Cu	6,1	0	0
Fe	129,8	93.9	90.2
Mn	67,9	0.9	-0.9
Zn	1,7	0.05	0.07
S	5,6	-0.5	-0.6

A través del presente cuadro comparativo se observa el comportamiento de los nutrientes en las características químicas del suelo en pasturas con *Arachis pinto*i y pasturas sin *Arachis pinto*i.

De acuerdo a los resultados obtenidos se deduce que la cantidad disponible de elementos se encuentra en niveles críticos, esa característica se debe a la influencia del pH sobre la solución, elementos como Nitrógeno, Fósforo, potasio, azufre, calcio y magnesio se ven altamente limitados por las condiciones de acidez a menor pH mayor limitación en la disponibilidad de dichos elementos.

En cuanto a otros elementos por el contrario como el hierro, manganeso y zinc se ven favorecida su solubilidad, debiendo esto a que el pH no presentó cambios durante el tiempo en estudio. Por lo que presenta niveles de saturación y toxicidad.

Hay que tomar en cuenta que el *Arachis pinto*i ayuda a mejorar el porcentaje de materia orgánica, densidad aparente, porosidad, infiltración de agua y pH, cuando este último, es el principal que inhibe los nutrientes o permite que se distribuyan los nutrientes en niveles adecuados; no obstante en tan poco tiempo se logró apreciar un cambio mínimo, cuando es necesario dar un buen manejo a las parcelas durante varios años y de este modo acercarnos más a la neutralización de dichos nutrientes.

Como vemos trabajar en prácticas agroecológicas con la regulación de pH es lo primordial que podemos hacer para mejorar los niveles de nutrientes presentes en el suelo.

5.2. Aporte al contenido de materia orgánica

Una de las cualidades de *Arachis pinto*i es su aporte al contenido de materia orgánica a través de la producción de biomasa o Materia seca, que se vio reflejada con una ganancia del 23% de aporte al contenido de materia orgánica en el suelo 6 meses después de establecido, factor que contribuye para mantener y/o mejorar la fertilidad de un suelo, como lo reporta Puertas et al

(2008) una de las cualidades del *Arachis pinto* es que alcanza una profundidad radicular de 36,5 cm contribuyendo significativamente al aporte de materia orgánica, mejorando la estructura y la textura del suelo, factores que contribuyen y aumentan la capacidad de infiltración, retención de la humedad y contribuye a mejorar el flujo de nutrientes

5.3. Aporte del arachis pinto al contenido de los nutrientes.

El *Arachis pinto* aporta potencialmente a la cantidad de nitrógeno presente en el suelo, una de las principales características de las especies leguminosas como *Arachis pinto* es su capacidad para fijar Nitrógeno atmosférico a través de su simbiosis con la bacteria *Rhizobium s.p.*, lo que contribuye al aporte de Nitrógeno Disponible que puede ser utilizado por las especies asociados.

En seis meses de establecido el *Arachis pinto* asociado con pasto, aporte 5.04 kg/ha de nitrógeno asimilable para las plantas.

La cantidad de materia orgánica reportada en el primer análisis de suelo es del 2,2% con este resultado se concluye:

$$NT = 0.15 \%$$

$$NA = 53.6 \text{ Kg/ha de Nitrógeno asimilable}$$

En el segundo análisis de laboratorio la cantidad de materia orgánica reportada es de 2,7% un aumento o ganancia del 5%

$$NT = 0.18\%$$

$$NA = 71.82 \text{ Kg de Nitrógeno disponible.}$$

Donde:

NT: Nitrógeno total

NA: Nitrógeno Asimilable

Con respecto al fósforo estudios realizados por Puertas et, al. (2008) Muestran un aporte *Arachis pinto*i de 7,61kg/ha de este elemento, en este caso en el presente estudio no se observó cambios significativos ya que el fósforo tuvo un aumento de 0.3 Kg/ha, debida principalmente a la extracción de Fósforo por parte de las plantas y a factores que afecta la concentración y disponibilidad de nutrientes como la acidez, a medida que decrece el pH decrece la solubilidad del Fósforo siendo fijado por los hidróxidos de Fe y Al.

En cuanto al azufre que presento pérdidas de disponibilidad con relación a su disponibilidad inicial, se explica ya que algunos aniones SO_4 tienden a adsorberse en suelos ácidos, formando compuestos insolubles, siendo la fracción disponible del Azufre dependiente del pH.

El Calcio es otro de los elementos que se presentó una significativa pérdida en su disponibilidad. Puertas F, et. Al. (2008) reporta concentraciones de calcio en los tejidos de *Arachis pinto*i que indican que la leguminosa aporta potencialmente Ca asimilable al suelo, posiblemente se presentaron pérdidas de calcio por lixiviación ya que *Arachis pinto*i no había alcanzado cobertura total sobre el suelo, en suelo ácidos es muy común la pérdida de calcio por lixiviación.

Todo lo contrario sucedió con el Potasio que presentaron incremento en sus niveles de disponibilidad pasando a 45.22 Kg/ha de potasio por encima de los 33.8 kg/ha que reportaron los primeros análisis de suelo, obteniendo una ganancia de 11.42 Kg/ha durante el proceso de estudio.

Con relación al incremento en la fracción del hierro en el suelo, son pocos los estudios al respecto sin embargo el incremento significativo en la cantidad de hierro presente en el suelo se puede atribuir a que este es uno de los elementos más frecuentes en las rocas como material constitutivo de este tipo de suelos, un estudio realizado por Prause, J. V., et, al [s. a] en diferentes suelos incluidos los oxisoles encontró que el hierro se encuentra en

formas amorfas acompañado por óxidos de aluminio, la mayor concentración del hierro se encuentra a los 79 cm, Un aumento en las cantidades del Fe puede estar influenciadas por los movimientos de absorción de las raíces, que extraen el Fe de un horizonte y es depositado en el horizonte superior. Factores que afectan la disponibilidad de nutrimentos para las plantas.

(Cuadro 6). Costo de establecimiento del sistema pasto combinado con *Arachis pintoi*.

Descripción	Valor C\$	%
Semilla	2,040.00	40.1179941
Insumos Agrícolas	320.00	6.293018682
Mano de Obra	1,950.00	38.3480826
Materiales	775.00	15.24090462
Sub total	5,085.00	100%

(Cuadro 7) Costo del establecimiento de la parcela de pasto sin *Arachis pintoi*.

Descripción	Valor total
semilla	600
Insumos agrícolas	320
Mano de obra	600
materiales	775
Sub total	2295

Para que se llevara a cabo el presente estudio hubo la necesidad de invertir un total de 7377 córdobas, donde se invirtió 5085 córdobas en la parcela del sistema de pastos combinado con *Arachis pinto*i, y un total de 2295 córdobas en la parcela de pastos sin *Arachis pinto*i.

Como se observa en los resultados la parcela de pasto con *Arachis pinto*i los gastos son más elevados que la parcela solo de pasto, debido a que incurre más mano de obra en el establecimiento y el manejo durante se obtiene la mayor cobertura del pasto más leguminosa; no obstante después de un tiempo vamos a obtener mayores ingresos económicos para la familia y de este modo recompensar el valioso esfuerzo del establecimiento y así también aportar a la conservación de la fertilidad o la calidad de suelo.

Parte de la inversión realizada en la parcela de pasto en asocio con *Arachis pinto*i, fue para dar un manejo adecuado, de modo que se utilizaron insumos necesarios para el control de malezas, mano obra, fertilización e insumos utilizados para la protección del área. Estas actividades realizadas son necesarios para poder obtener buenos resultados en la parcela y que esto se ve reflejado que es una técnica para restaurar suelo y mejorar la economía de los productores.

El autor Balabarca (2012) afirma que para un buen establecimiento y manejo de pastos y forrajes, con el fin de suministrar al ganado un alimento más abundante y de buena calidad, se debe considerar varios aspectos:

- Analizar el suelo donde va a establecer el pasto para determinar las necesidades de fertilizantes. Las gramíneas son exigentes especialmente en nitrógeno y fósforo y las leguminosas en calcio y fósforo.
- Preparar bien el suelo y disponer de un buen sistema de drenaje.
- Aplicar los correctivos al momento de la siembra de acuerdo con el análisis del suelo y las recomendaciones

(Cuadro 8) Cambios en las características físicas y químicas del suelo bajo parcelas de solo pasturas y asociado con *Arachis pintoï*, que fueron manejadas durante 6 meses.

Características	Pastura sin <i>Arachis pintoï</i>	Pasturas con <i>Arachis pintoï</i>
Características físicas		
Densidad aparente	1.30	1.33
Textura	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Arena= 12.84 ➤ Limo=27.64 ➤ Arcilla=59.52 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Arena= 9.78 ➤ Limo= 30.76 ➤ Arcilla=59.52
Características químicas		
Elementos	Ganancias y pérdidas(pasto con A pintoï)	Ganancias y pérdidas (pasto sin <i>Arachis pintoï</i>)
pH	0	0
MO	0.5	0
N	0.13	0.15
P	-0.12	-0.62
K	0	0
Ca	0.11	0.01
Mg	0.03	0
Al	0	0
Fe	0	0

Cu	93.9	90.2
Mn	0.9	-0.9
B	0.05	0.07
Zn	0	0
	-0.5	-0.6

Por medio del presente cuadro se puede observar el efecto del *Arachis pinto* sobre el estado físico-químico del suelo, donde el *Arachis pinto* durante el estudio mejoró en la densidad aparente, en las partículas del suelo, y también tuvo efectos en las características químicas aumentando los niveles de materia orgánica, disponibilidad de nitrógeno, potasio y otros elementos que tuvo perdida en sus disponibilidad debiendo esto principalmente en las características del suelo en estudio, la cual es un suelo fuertemente ácido y otros factores como la cobertura alcanzada del *Arachis pinto* y los factores climáticos. Así deduciendo que el *Arachis pinto* tuvo efectos significativos sobre las características físicas y químicas del suelo.

En cuanto a los resultados de la parcela de pasturas sin *Arachis pinto*, se observa que no tuvo muchos cambios durante el estudio, en las características físicas no hubo mejoras en la densidad aparente y la estructura, en las características químicas tuvo pérdidas y ganancias en algunos nutrientes, estas ganancias de los nutrientes como hierro, aluminio, manganeso, cobre y zinc se debe principalmente al pH del suelo que es un suelo ácido, y los nutrientes que tuvo perdida en su disponibilidad como calcio y azufre, se debe a que a una parcela de monocultivo hay menor disponibilidad de cobertura donde existe mayor porcentaje de perdida de nutrientes por lixiviación.

Estos resultados demuestran que las practicas agronómicas si arrojan resultados significativos después de un tiempo determinado, lo que repercute a seguir con la utilización y uso de maní forrajero en combinación con pasto.

VII. CONCLUSIONES

La evaluación de la eficiencia del *Arachis pinto* en el mejoramiento de la calidad de suelos arroja como resultados que el uso de esta leguminosa como cobertura vegetal contribuye en el mejoramiento de la calidad del suelo, sin embargo para que la respuesta sea de mayor significancia es necesario aplicar labores agronómicas antes y después de la siembra.

El *arachis pinto* contribuyo en seis meses cambios en las características físicas, aumentando el porcentaje de la densidad aparente, mejorando las partículas del suelo así también mejorando el contenido de la materia organica.

En las características químicas Después de seis meses de realizada la siembra del *Arachis pinto* se obtuvo un aporte del 1.44 kg/ha de Nitrógeno, el cual está directamente relacionado con el contenido de materia orgánica que presento un aumento del 24,5 %.

De otra parte existe elementos que tuvo ganancias y pérdidas en su disponibilidad, esto se debe a los factores como procesos de lixiviación, las características del suelo sobre el cual se realizó el estudio y al porcentaje de cobertura presentado, lo que implica que para el uso de esta especie con fines de mejoramiento de suelos, se deben establecer altas densidades de cobertura y mantener un sistema de riego para épocas secas.

En los suelos oxisoles y suelos con algún grado de acidez se hace necesaria la práctica de encalamiento con el fin de neutralizar el hidrogeno y el aluminio intercambiable y proporcionar calcio y magnesio en estado disponible para las plantas. Las correcciones adecuadas permiten el aprovechamiento de la mayoría de los nutrientes que requieren las plantas en las dosis adecuadas.

El costo del establecimiento de la parcela pastura asociado con *Arachis pinto*, es más alto económicamente para un productor, que una parcela de practica tradicional, ya que al asociar pasto con

leguminosas, se hace con el fin de mejorar la fertilidad del suelo; no obstante para lograr cambios se debe utilizar los materiales y los insumos necesarios para dar un manejo adecuado y obtener resultados que sea más rentable en un tiempo determinado.

VIII. RECOMENDACIONES

- **Productores:**

Implementar sistemas de pasto asociados con leguminosas porque de acuerdo a los resultados alcanzados en nuestro estudio las pasturas asociadas con *Arachis pinto*i, ayudan a mejorar el estado físico y químico del suelo.

- **universidades, organismos e instituciones**

Promover la implementación de pasturas en asocio con *Arachis pinto*i a través de capacitaciones a productores, con los cuales estas instituciones trabajan o dan acompañamiento en campo con la finalidad de disminuir la degradación del suelo por déficit de nutrientes, puesto que nuestro estudio indica que hay mejoras.

- **Estudiantes**

Que se involucren más a realizar estudios en esta línea de investigación para conocer más a profundidad sobre los efectos que tiene el *Arachis pinto*i en el estado físico y químico del suelo en pasturas en distintas condiciones edafoclimáticas

IX. LISTA DE REFERENCIAS

- Argel, P., & Villareal, M. (1997). *Maní Forrajero Perenne*. Costa Rica: Boletín Cultivando Afinidades.
- Barbosa, J. A. (2014). *Propiedades Físicas del suelo*. Colombia. Recuperado el 3 de Marzo de 2017, de <http://www.monografias.com/trabajos65/propiedadessuelo/propiedadessuelo2.shtml>
- Bourrillon, A. R. (2007). *Ventajas y limitaciones para el uso de maní forrajero perenne en la ganadería tropical*. Costa Rica: Seminario: manejo y utilización de pasto y forraje.
- Budhu. (2007). *Formación y Propiedades del suelo*. Costa Rica: suelos del trópico.
- Buenaproduccionanimal. (16 de Marzo de 2012). *Importancia de las leguminosas forrajeras*. Recuperado el 4 de Marzo de 2017, de <https://buenaproduccionanimal.wordpress.com/2012/03/16/importancia-delas-leguminosas-forrajeras-2/>
- Cantera, H., & Huerta, E. (2010). *Determinación de propiedades físicas y químicas de Suelo*. Recuperado el 5 de Marzo de 2017, de <http://www.geociencias.unam.mx/~bole/eboletin/tesisHilda1101.pdf>
- Instituto Nacional Tecnológico. (2016). *Manual de pastos y forrajes*. Nicaragua: Dirección General de Formación Profesional.
- Mendoza, O. A. (2010). *Caracterización del estado actual de los suelos del departamento de león, en base a sus*

características físicas y sistema de producción. León: Tesis Monográfico Universidad Nacional Autónomo de León.

- Perez, O. F. (2009). *Fertilidad y Fertilización de suelo*. Siuna.
- Peso, D. A., & Muhammad Ibrahim . (2013). *Asocio de Arachis pintoí con gramíneas una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos*. Costa Rica: Turrialba.
- Rincón, C. A. (1999). *Maní forrajero (arachis Pintoí) la leguminosa para sistemas sostenibles de producción agropecuaria*. Recuperado el 23 de Marzo de 2017, de www.agronet.gov.co/www/docs
- Rodriguez, R., L Vialobos , & M Viarreal . (1999). *Densidad y Biomasa de lombrices presentes en pasturas asociadas y no asociadas con arachis pintoí*. San Carlos : Memmorias .
- Salas, C. A. (2011). *Renovación de pasturas degradados de Arachis pintoí por medio de la siembra asociado de Brachiaria brizantha Toledo* . Costa Rica: Trabajo de tesis.
- Silva, L. d. (2008). *Monografia.com*. Recuperado el 14 de Marzo de 2017, de <http://www.monografias.com/trabajos6/elsu/elsu.shtml>
- Tecnologías y prácticas para pequeños productores agrarios (TECA). (17 de abril de 2015). *Uso y manejo de leguminosas como cobertura de suelos para reducir la vulnerabilidad de los sistemas de producción agrícola*. Recuperado el 23 de Marzo de 2017, de <http://teca.fao.org/es/read/8332>
- Tecnologías y prácticas para pequeños productores agrarios (TECA). (1 de Junio de 2007). *Mani forrajero (Arachis pintoí Frapovickas y Gregory) una alternativa para el sostenimiento de la ganadería*. Recuperado el 21 de Marzo de 2017, de <http://teca.fao.org/es/read/4623>

Urbina, L. M. (2013). *Estado, prioridades y necesidades para el manejo sostenible del suelo en Nicaragua*. Nicaragua: Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria.

Verónica Reynoso, V. O. (s.f.). *Leguminosas, Regeneración para el Suelo*.

Recuperado el 23 de Marzo de 2017, de <http://viaorganica.org/15451-2/> www.pintoyseeds.com. (2009). *Arachis Pinto*. Recuperado el 20 de Marzo de 2017, de <http://www.tropseeds.com/es/arachis-pinto/>

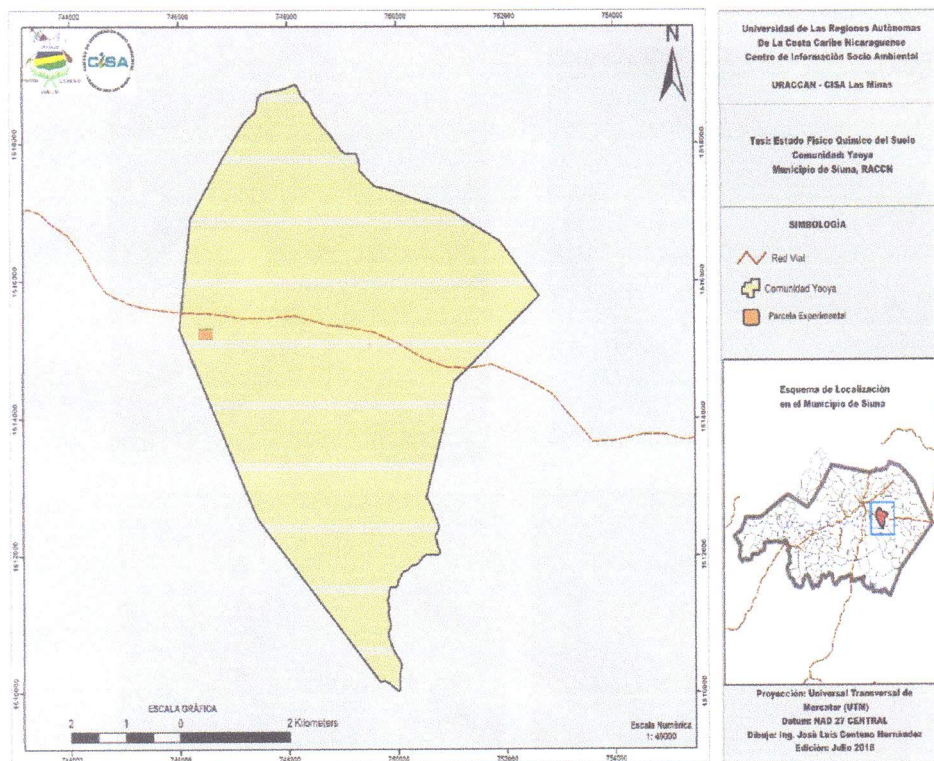
Zapata, R. (1 de Noviembre de 2006). *La acidez del suelo*. Recuperado el 23 de Marzo de 2017, de <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2006/11/01/49004>

Prause, J., & Vasquez, S. (2006). *Fracciones de Hierro, Manganeso, y Aluminio en Alfisoles, Oxisoles y Ultisoles de la provincia de Misiones*. Recuperado el 28 de Abril de 2017, de www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2001/5Agrarias/A-014.pdf

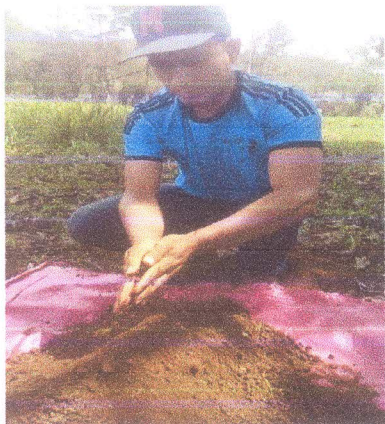
Puertas, F., & Arevalo, E. (19 de Octubre de 2008). *Establecimiento de cultivos de cobertura y extracción total de nutrientes en un suelo de trópico húmedo en la Amazonia peruana*. Recuperado el 28 de 2017, de https://www.google.com.ni/webhp?ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b&gws_rd=cr&ei=h_wFWcGcOMOAmQHJzKfQAQ#q=Establecimiento+de+cultivos+de+cobertura+y+extracci%C3%B3n+total+de+nutrientes+en+un+suelo+de+tr%C3%B3pico+h%C3%BAmedo+en+la+amazonia

X. ANEXOS

(Anexo 1). Ubicación de la parcela experimental



(Anexo 3). Toma de muestras de suelo



(Anexo 4). Fotos de la parcela pastura asocio con arachis



(Anexo 5). Resultados del primer análisis de suelo antes de sembrar el arachis pintoí.

Ph	MO	Cationes meg/100g				Cationes (ppm)							
	%	Al	Ca	Mg	K	N	P	Cu	Fe	Mn	Zn	B	S
5.3	2.2	1.45	4.22	1.34	0.34	0.15	4.4	6.1	129.7	67.9	1.7	0.2	5.6

(Anexo 6). Resultados del análisis de suelo después de seis meses de sembrado el arachis pintoí.

Ph	Mo	Cationes meg/100g				Cationes (ppm)							
	%	Al	Ca	Mg	K	N	P	Cu	Fe	Mn	Zn	B	S
5.3	2.7	1.58	4.10	1.34	0.45	0.18	4.4	6.1	223.7	68.80	1.75	0.2	5.1

(Anexo 7). Resultados del análisis químico del suelo seis meses después de establecido el Arachis pintoí, en la parcela Pasto combinado sin arachis pintoí.

Ph	Mo	Cationes meg/100g				Cationes (ppm)							
	%	Al	Ca	Mg	K	N	P	Cu	Fe	Mn	Zn	B	S
5.3	2.2	1.6	3.6	1.34	0.35	0.15	4.4	6.1	220	67	1.77	0.2	5