



UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTONOMA DE LA
COSTA CARIBE NICARAGUENSE

(URACCAN)

Monografía

SUELOS DE LA FINCA SNAKI- URACCAN

Para optar al título en ingeniería agroforestal

Autores: Br. Fidel Wilson Williams
Br. Joshua Sujo Herrera

Tutor: PhD. Enrique Cordón Suarez

Kamla, Puerto cabeza, RAAN, 2013

Antes de todo quiero agradecer a nuestro señor que me da fortaleza, paciencia y sabiduría para culminar mis estudios universitarios.

A si mismo agradecerle a mi abuela Blanca Guzmán, que es la primera que me apoya desde su corazón y nobleza. A mi mama Mercedes del Socorro que estuvo día a día apoyándome y aconsejándome. A mi hermano Lic. Rubén Henrique Sujo Herrera y hermana Lic Walkiria Mercedes Sujo Herrera que estuvieron ayudándome a seguir adelante. A mi padre Ruben Sujo Tucker, que me apoyo con todos los estudios.

A mis amigos que siempre estaban ahí apoyándome para salir adelante, a mis profesores que siempre estuvieron ahí para apoyarme y sacándome de las dudas, muchas gracias por estar presente durante todo el proceso de formación que tuve y en mi vida.

Joshua Sujo Herrera

A Dios creador del universo, dueño de la sabiduría, salud, energía y conocimiento, que me ha dado la vida y fortaleza para culminar con mis estudios.

Dedico este trabajo en especial a mis padres MSc. Fidel Wilson Centeno y a la Lic. Salome Williams Smith, por su apoyo, consejo, comprensión, amor y ayuda en los momentos difíciles. Por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar, ellos me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis hermanos: Danelia, Guidean, Kirth y Trixi, por estar siempre presentes, acompañándome para poder realizarme. De igual manera a mis primos y tíos.

A mis abuelos por ser fuentes de motivación y por dejarme la herencia más importante que es la familia y la educación.

Fidel Wilson Williams

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos de manera especial a la universidad URACCAN por habernos abierto las puertas para nuestra formación profesional.

A nuestros docentes, gracias por su tiempo, y su apoyo, por la sabiduría que nos transmitieron en el desarrollo de nuestra formación profesional.

De igual al Msc. Danilo Salazar y a los trabajadores de la finca académica SNAKY por apoyo durante la elaboración de nuestra investigación monográfica.

Nuestros agradecimientos de todo corazón a nuestro tutor, PhD. Enrique Cordón Suarez por la paciencia y el acompañamiento que nos brindó en todo para avanzar en este importante estudio.

Fidel Wilson Williams
Joshua Sujo Herrera

i. INDICE GENERAL

DEDICATORIA	i-ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv-v
RESUMEN	vi-
vii	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. MARCO TEÓRICO	4
3.1 Componentes del suelo	4
3.2 Propiedades físicas	6
3.3 Textura	6
3.4 Color de suelo	8
3.5 Estructura	9
3.6 Porosidad	
10	
3.7 Densidad aparente del suelo	10
3.8 Propiedades Química del suelo	12
3.9 pH en el suelo	12
3.10 Materia orgánica	
13	
3.11 Macros nutrientes	
13	
3.12 Micros nutrientes	
16	
IV. METODOLOGÍA	19
4.1 Descripción general del área	
19	
4.2 Clima	
20	
4.3 Tipos de bosques	
21	
4.4 Geología y fisiografía	21

4.5	Tipo de estudio	21
4.6	Universo y muestra	22
4.7	Metodología de estudio	23
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
5.1	Cobertura en los tres tipos de usos del suelo	36
5.2	capacidad de uso del suelo estudiado	39
5.3	Propiedades físicas de los suelo	40
5.4	Características químicas de los suelo	47
VI.	CONCLUSIONES	61
VII.	RECOMENDACIONES	62
VIII.	LISTA DE REFERENCIA	63
IX.	ANEXOS	67

RESUMEN

Se realizó un estudio de suelo en la finca académica Snaki URACCAN en la comunidad de Moos pam en el municipio de Waspam, con el fin de valorar las propiedades físicas y químicas (textura, color y densidad aparente, pH, materia orgánica, macro y micro nutrientes), del suelo en los diferentes uso que tiene la finca.

La metodología empleada fue la recolección de muestras en sistema zigzag. Se recolectó en cada uno de los vértices, haciendo sub muestras a 10 metros de distancia con una profundidad de 20 cm en la superficie y 40 sub superficial.

En el área de bosque se recolectaron 45 sub muestras, en el área agrícola y pecuaria 60 muestras cada una. Posteriormente se hizo una muestra compuesta (7 en total) para su análisis en el laboratorio LAQUISA S.A ubicada en el departamento de León Nicaragua.

El estudio reflejo que los suelos de la finca Snaki URACCAN presenta características físicas consideradas apropiadas para el desarrollo de cualquier cultivo. Su densidad aparente es baja con una textura franco arenoso y los colores del suelo son de amarillo rojizo a pardos. Sin embargo sus propiedades químicas presentan deficiencias significativas.

En el caso de los macro nutrientes, el nitrógeno y el fosforo presentaron niveles muy bajos de los recomendables para el desarrollo de cualquier tipo de cultivo, no así el potasio que presentó altos niveles.

En el caso de los micronutrientes, el calcio presentó niveles regulares, mientras que el hierro, magnesio y

manganeso presentaron niveles altos y que coinciden con la alta acides del suelo.

Recomendamos la aplicación de abonos orgánicos para mejora la composición química del suelo, así como el establecimiento de cultivos leguminosos para fortalecer los macro y micro elementos del suelo. De la misma manera implementar sistemas agroforestales o agrosilvopastoriles que interactúen los tres tipos de uso (pecuario, agrícola y forestal), con especies adaptables a la tolerancia de la acides del suelo y por sus bajos requerimientos nutricionales.

I. INTRODUCCION

La presente investigación da los resultados de un estudio de suelo desarrollado en la finca académica URACCAN SNAKI, con el fin de conocer sus características físicas y químicas. Se enfocó en conocer los parámetros de color, textura, fertilidad, pH, así como los valores de macro y micro elementos del suelo.

Es de mencionar que para orientar al desarrollo sostenible de la agricultura en la RAAN, se debe disponer de una base de datos sobre la calidad de los suelos, desde el punto de vista de la fertilidad. En este sentido el muestreo de suelos para el diagnóstico de la fertilidad y calidad de los suelos se ha convertido en una práctica necesaria para las futuras planificaciones de las fincas o de unidades productivas.

La finca académica SNAKI- URACCAN se encuentra ubicada en la comunidad de Moospam, municipio de Waspam río Coco y cuenta con un área de 107 hectáreas. Su uso está distribuido en tres modelos productivos, siendo pecuaria, forestal y agrícola, sin embargo esta distribución se hizo sin considerar las características físicas y químicas del suelo.

El objetivo de la finca es experimental y de utilización para el desarrollo de prácticas de campo de los estudiantes y docentes la universidad URACCAN, principalmente los de la carrera de ingeniería agroforestal.

Haciendo un bosquejo histórico, la comunidad de Moos Pam fue poblado antes de 1920 por familias indígenas procedentes del Río Coco, y de la comunidad de Wawa en busca de nuevas tierra para hacer labores agrícolas. No obstante, en 1925 se estableció la compañía,

Standard Fruit Company, quienes optaron en primera instancia por la explotación forestal y posteriormente establecieron plantaciones de banano con fines de exportación y mercado Estadounidense.

La demanda de mano de obra para el trabajo en las bananeras, permitió que personas de diversas partes del país emigraran hacia el sector. Esto definió que muchas familias se quedaran a vivir en estas tierras, constituyendo familias multiétnicas que hablaban español, miskitu y creole (principalmente). Con el tiempo se incremento el número de habitantes hasta establecer lo que hoy en día se conoce, como Moos Pam.

Relacionando al suelo, el área de estudio pertenece al orden de los Ultisoles, que son suelos de formación reciente y que están en etapa intermedia de intemperización química (INETER, 2005). Por otro lado (Fernández y Brooks, 2008), al realizar su estudio monográfico en la finca académica presentaron resultados como: pH 5-6, un nivel freático profundo de más de un metro y una capa fértil algo superficial de entre 10-15 cm, la cual es indicador de baja fertilidad.

La importancia de realizar esta investigación sobre la base de las propiedades químicas y físicas más profundas es la de conocer el grado de fertilidad de la finca, ya que no cuenta con estudios detallados de suelo para conocer la calidad de los nutrientes que hay en suelo. Los resultados obtenidos de esta investigación le darán un mejor uso de suelo para sus diferentes actividades.

General

Conocer las características físicas y químicas de suelo de la finca académica SNAKI/URACCAN, con el propósito de considerar su fertilidad natural.

Específicos

1. Determinar tres características físicas de suelo, tanto superficial (< 20 cm) y sub-superficial(> 20 cm)
2. Valorar cuatro características químicas de la finca académica SNAKI/URACCAN

III. MARCO TEORICO

Considerando que la investigación está dirigida al estudio del suelo de la finca Snaki, es necesario comprender el concepto de suelo. Según Buol, S. W.; Hole, F. D. and McCracken, R. J. (2007), el suelo a la parte superficial de la tierra, biológicamente activa, que tiende a desarrollarse en la superficie de las emergidas por la influencia de la intemperie y de los seres vivos. Son muchos los procesos que pueden contribuir a crear este suelo y algunos de estos son la deposición eólica, la sedimentación en cursos de agua, y deposición de material orgánico.

En este sentido se puede entender que los suelos son sistemas complejos donde ocurre una diversidad de procesos químicos, físicos y biológicos y que derivan una gran diversidad de suelos existentes en la tierra.

3.1 Componentes del suelo

Según De la Rosa (2006), los suelos contienen cuatro elementos básicos, siendo los siguientes:

3.1.1. Elementos Minerales: representan normalmente la mitad del volumen del suelo, aunque aparenten constituir la totalidad del mismo; estos elementos minerales se encuentran en diferentes tamaños y suelen ser clasificados, de mayor a menor, como arena, limo o arcilla. La composición mineral del suelo determina sus propiedades físicas, y condiciona y es condicionado por las formas de vida presentes.

3.1.2 El Agua: ésta representa normalmente un cuarto del volumen del suelo, aunque la cantidad exacta puede

variar grandemente en función de la estación del año y del tipo de suelo. Con muy poca agua el suelo está desecado, y con mucha agua saturado.

3.1.3 El Aire: se dice que en suelos bien agregados puede representar otro cuarto del volumen, conteniendo oxígeno, hidrógeno, nitrógeno y carbono en forma gaseosa. Cuanto mayor sea el espacio poroso del suelo más grande será su capacidad para retener agua y aire que beneficie a las plantas, así como a cualquier otra flora o fauna presente en el mismo.

3.1.4 El Material Orgánico: de lo expuesto por DE LA ROSA se entiende que éste, regularmente, representa sólo una pequeña porción del suelo, entre 1% y 6%, aunque puede ser mayor en algunos casos. Este cuarto componente está formado por:

Materia Orgánica no viva, derivada del desarrollo, reproducción, muerte y descomposición de plantas, animales y microbios, existiendo en el suelo como humus o como otro material inanimado.

Una inmensa variedad de fauna y flora viva a la que se conoce como biota del suelo. Las raíces de las plantas soportadas por el suelo.

3.2 Propiedades Físicas

Según Tarbuck y Lutgens (1999), las propiedades físicas de los suelos son aquellas relacionadas con la organización estructural de un suelo, que son utilizadas en su descripción o determinadas en el laboratorio, y que equivale a su arquitectura o composición textural.

Para una mejor comprensión de dicha propiedades físicas, son separadas en primarias y secundarias. Las primarias corresponden a: textura, estructura, porosidad, peso, (densidad real, densidad aparente), color y profundidad (estratificación). Y las secundarias son el resultado de la relación de dos o más propiedades físicas primarias, tales como: suelo, materia orgánica, agua, planta, aire, propiedades, físicas, calidad del suelo, como medio de cultivo.

3.3 Textura del suelo

Según Warren, F (1985), la textura del suelo es una propiedad física permanente que se refiere a la expresión porcentual de las fracciones granulométricas arena, limo y arcilla y a la combinación de estas tres se determina una clase textural. De igual manera Marconi (2008), explica que la textura es la cantidad (%) y calidad de las partículas minerales que contiene el suelo.

Es así que hay varios tipos o clases de textura, es decir, diferentes tipos de suelos según sea su textura, por ejemplo: un suelo es llamado suelo franco, cuando tiene arena, limo y arcilla y en cantidades casi iguales; el suelo es llamado franco-arenoso, cuando hay más arena que limo y arcilla; el suelo es franco-limoso, cuando abunda más el limo; a el suelo se le llama franco- arcilloso, si la arcilla es el principal mineral.

Existen otras clases de texturas, por ejemplo: si el suelo tan solo contiene arcilla entonces se denomina suelo arcilloso; si solo contiene arena como un desierto recibe el nombre de suelo arenoso y si tan solo contiene limo (fango), entonces se le llama suelo limoso.

Por tanto, a consecuencia de la disgregación, transporte y alteración de las rocas se forman los diversos tipos de suelos sobre la superficie de la tierra. En la RAAN figuran los siguientes:

3.3.1 Suelos arenosos: son aquellos que son ligeros y filtran el agua rápidamente. Además, tienen poca materia orgánica, por lo que no son muy fértiles.

3.3.2 Suelos arcillosos: estos son suelos pesados que casi no filtran el agua, son pegajosos, plástico en estado húmedo y poseen muchos nutrientes y materia orgánica. Al respecto Simmons, Tárrano, y Pinto (2002), indican que la arcilla está formada de partículas minerales pequeñas del suelo, menores de 0.002 mm de diámetro. Por lo tanto, el suelo arcilloso debería de haber 40% o más de arcilla, menos de 45 % de arena y menos de 40% suelo limoso.

3.3.3 Suelos limosos: Es aquel que en la mayoría de los casos es estéril, pedregoso y filtra el agua con rapidez; además, la materia orgánica que contiene, se descompone con gran celeridad. Los autores antes mencionados reflejan que un suelo limoso es aquel con partículas del suelo, de tamaño intermedio entre las de arena y arcilla y que poseen de entre 0.05 a 0.002 mm de diámetro. Por lo tanto, el suelo limoso debería de contener un 80% o más de limo y menos del 12% de Arcilla.

Es notoria que esta clasificación de tipos de suelos está influenciada por el tamaño de las partículas del suelo, y esta también es factor determinante para valorar el suelo de acuerdo su fertilidad natural y su uso.

3.4 Color del Suelo

El color del suelo es la característica más fácil de detectar por medio de la observación. Tradicionalmente a los suelos se les denominan según el color que presentan como: suelos rojos, suelos pardos, suelos podzoles o suelos cenicientos, tierra rosa, etc.

Es importante aclarar que un suelo no es mejor o peor por presentar un color determinado, el color no tiene valor intrínseco, pero es muy importante en relación con procesos edáficos y propiedades del suelo.

En este sentido, el color, puede ser una medida indirecta y orientativa de otras características de suelo que no son fácilmente apreciables. Podemos destacar que el color es una característica muy útil para la identificación de suelos, pero que debe ser complementada con el estudio de otros parámetros.

Según Fasbender el color del suelo es una propiedad fácil de determinar, ya que la estimación del color se realiza por comparación con tablas de Color (Munsell), que valora el color de la matriz del suelo, y también el de las manchas de color que pudieran presentarse. La tabla Munsell es estándar para la descripción y el análisis de

color suelo en términos de tamiz, brillo o valor. Por ejemplo 10YR3/4; el 3 numerador (brillo o valor) y el 4 denominador (croma o saturación del suelo).

3.5 Estructura

3.5.1 Estructura granular: son partículas individuales de arena, limo y arcilla agrupadas en granos pequeños casi esféricos. El agua circula muy fácilmente a través de esos suelos. Por lo general, se encuentran en el horizonte A de los perfiles de suelos.

3.5.2 Estructura en bloques: son partículas de suelo que se agrupan en bloques casi cuadrados o angulares con los bordes más o menos pronunciados. Los bloques relativamente grandes indican que el suelo resiste la penetración y el movimiento del agua. Suelen encontrarse en el horizonte B cuando hay acumulación de arcilla.

3.5.3 Estructura prismática y columnar: son partículas de suelo que han formado columnas o pilares verticales separados por fisuras verticales diminutas, pero definidas. El agua circula con mayor dificultad y el drenaje es deficiente. Normalmente se encuentran en el horizonte B cuando hay acumulación de arcilla.

3.5.4 Estructura laminar: se compone de partículas de suelo agregadas en láminas o capas finas que se acumulan horizontalmente una sobre otra. A menudo las láminas se traslapan, lo que dificulta notablemente la circulación del agua. Esta estructura se encuentra casi siempre en los suelos boscosos, en parte del horizonte A y en los suelos tornados.

Con la descripción se denota que conocer la estructura es de suma importancia, ya que nos da una visión de la circulación del agua entre los poros del suelo.

3.6 La porosidad

Según Escobar y Rodríguez de Vega (2009), la porosidad es la cantidad de poros (huecos) que existen en el suelo. No todos los suelos tienen la misma cantidad de poros, los cuales son importantes para almacenar agua (microporos) y aire (macroporos) y para el buen desarrollo de las raíces (suelos sueltos). Los suelos que contienen materia orgánica presentan mayor cantidad de poros, es decir, a mayor contenido de materia orgánica existe una mayor cantidad de poros en el suelo.

Es explicable entonces que los suelos porosos son mejores para la agricultura y pesan menos.

En el caso de los suelos arcillosos (lodosos) tienen un menor contenido de materia orgánica, por lo tanto tienen menor cantidad de poros, especialmente macro poros.

3.7 Densidad aparente del Suelo

Se refiere al peso seco en gramos de materiales sólidos dentro de un volumen definido. Como el suelo está constituido por partículas que difieren en tamaño y forma, lo cual incluye los espacios porosos entre las partículas, se establece las relaciones de masa por volumen y originan dos conceptos, siendo la densidad aparente y densidad real o de partículas (Keller, T.; Håkansson, I. 2010).

Tiene un ámbito normal de valores que es influenciado por el tipo de material parental que dio origen al suelo. Se define como densidad aparente, a la relación: peso de

suelo seco al horno (pss) a 150 °C por 24 horas/volumen total de la muestra del suelo (Vc) incluyendo el espacio poroso.

Tabla 1. Valores de densidad aparente del suelo.

Unidad de la (Da) g/cm³	< 1.0	1.0-1.2	1.2-1.45	1.45-1.60	>1.60
Clasificación	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto

(Taboada & Álvarez, 2008).

Tabla 2. Valores de densidad aparente según la textura.

Textura	Arenas	Francos	Arcillas	Suelos orgánicos
Densidad aparente (g/cm³)	1.6 a 1.7	1.3 a 1.4	1.0 a 1.2	0.7 a 1.0

(Dexter *et al.*, 2004).

Densidad Real: también llamada Densidad de Partículas o Densidad Bruta, “se entiende por esta a la relación entre el peso de las partículas y el volumen que ocupan, sin incluir el espacio poroso”. En otras palabras, es la cantidad de masa de sólidos que existe por unidad de volumen.

3.8 Propiedades Químicas del Suelo

Según Foth (1985), los elementos químicos del suelo pueden estar contenidos en la fase sólida y líquida

formando parte de la estructura de los minerales o en los compuestos orgánicos.

Los elementos de la corteza terrestre son: oxígenos (O) y silicio (Si), le siguen al aluminio(Al), el hierro (Fe), el calcio (Ca), el sodio (Na), el potasio (K), y el magnesio (Mg). Entre los compuestos inorgánicos más abundante están: Óxidos o hidróxidos; compuesto de oxígeno y del grupo OH. Estos van normalmente asociadas con la arcilla.

3.9 PH en el suelo

Según Fasbender (1985), la reacción del suelo se refiere al agrado de acidez o alcalina (basicidad) del suelo y se expresan en pH; el cual tiene una gran influencia en muchas de sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

En términos generales una sustancia es considerada como un ácido cuando tiene la capacidad de ceder protones al disociarse para formar hidronio (H_3O^+); y una sustancia se considera como una base o alcalina cuando al disociarse recibe.

El pH se evalúa al determinar el logaritmo del inverso de la concentración de H_3O^+ que hay en la solución y su expresión es: $pH = \text{Log } 1 \{H_3O^+\} = \text{Log } \{H_3O\}$.

De acuerdo a Fassbender (1982), los suelos con pH entre 5,5 y 6,5; los suelos con pH entre 6,1 y 6,5 presentan las condiciones casi óptimas para la nutrición de la mayoría de las plantas. En los suelos con pH entre 5,5 y 6 las principales limitaciones para su uso agropecuario se relacionan con problemas de nutrición ocasionados por desbalances entre nutrientes o por diferencias de ellos en el suelo.

El pH en el suelo por sí mismo no ejerce influencia directa sobre las plantas, su principal influencia es biológica a los microorganismos del suelo. En el aspecto químico tiene la influencia sobre la disponibilidad o fijación de algunos nutrientes químicos necesario para las plantas.

3.10 Materia Orgánica

Según Gutiérrez (2010) Son los residuos de plantas y animales descompuestos.

La materia orgánica da al suelo algunos alimentos que las plantas necesitan para su crecimiento y producción.

La materia orgánica mejora las condiciones del suelo para el buen desarrollo de los cultivos.

Los rangos de materia orgánica es el siguiente: menor de 1.8 es bajo, de 1.9-4.2 es medio y más de 4.2 es alto.

3.11 Macro nutrientes

Es un grupo de minerales en las cuales las plantas los requieren en cantidades considerables. Entre ellos tenemos el nitrógeno, fósforo, potasio y azufre.

3.11.1 Nitrógeno

Es un nutrientes muy útil para el crecimiento y desarrollo del las plantas. Favorece el crecimiento vegetativo, produce succulencia, da el color verde a las hojas, gobierna en las plantas el uso de potasio, fósforo y otros.

Un exceso de este elemento retarda la maduración, debilita la salud de las plantas.

La estrategia central para la nutrición nitrogenada se basa en "optimizar el balance de nitrógeno en el suelo", maximizando las entradas y minimizar las salidas, las que varían según: cultivo, suelo, fertilización, nivel de materia orgánica, prácticas agronómicas.

Tabla 3. Rangos de Nitrógeno en el suelo.

Mayor de 0.18%	0.15 a 0.18%	0.10 a 0.15%	0.08 a 0.10%	0.05 a 0.08%	Menor de 0.05%
Alto	L. Alto	Normal	L. Bajo	Bajo	Muy bajo

López R., J. Y López M., J. 1990.

3.11.2 Fósforo

Es el segundo macro nutriente de mayor importancia, ya que interviene en numerosos procesos bioquímicos a nivel celular, contribuye a las raíces y a las plántulas a desarrollarse rápidamente y mejora su resistencia a las bajas temperaturas. También incrementa la eficiencia del uso del agua y contribuye a la resistencia de algunas plantas a enfermedades.

Los rangos establecidos (Etchevers B., J. P. Anzastiga, V. Volke y G. Etchevers. 1986.) es el siguiente: menos de 10 ppm, es bajo y como tal perjudica los rendimientos de los cultivos, de 11-20 ppm, es medio y mayor de 21 ppm, es alto.

3.11.3 Potasio

También es considerado un elemento primario y esencial para los cultivos. Su rol es importante en la activación enzimática, fotosíntesis, síntesis de proteínas y carbohidratos, balance de agua, en el crecimiento meristemáticos, favorece el crecimiento vegetativo, la fructificación, la maduración y la calidad de los frutos (Etchevers B. J. 1991).

Tabla 4. Niveles de Potasio en el suelo.

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

Laboratorios LAQUISA. S.A

3.11.4 Calcio

La cantidad total de Ca (calcio) en el suelo es variable, debido a que el Ca (calcio) existe como un catión. Este nutriente está gobernado por los fenómenos del intercambio catatónico al igual que los otros cationes, y se mantiene adherido como Ca (calcio) intercambiable en la superficie de los coloides cargados negativamente. Generalmente es el catión dominante en el suelo, aun a valores de pH bajos (Guerrero, 1996).

Generalmente el calcio existe en los suelos áridos y calcáreos a niveles muy altos, en cambio en suelos viejos de los trópicos existen en bajos niveles. Por otro lado, existe más calcio en suelos arcillosos que en suelos arenosos.

El calcio en el suelos puede ser menor de 4 meq/100 gr de suelo, el cual es considerado bajo y malo para la

agricultura, medio de 4.1-20 meq/100 gr de suelo, y alto de 20 meq/100 gr de suelo (Rodríguez, 1993).

3.12 Micronutrientes

3.12.1 Magnesio

Se encuentra en la solución del suelo y se absorbe en las superficies de las arcillas y la materia orgánica. Los suelos generalmente contienen menos Mg que Ca debido a que el Mg no es absorbido tan fuertemente como el Ca por los coloides del suelo y puede perderse más fácilmente por lixiviación (Sadzawka y Campillo, 1999).

Cuando en los suelos se encuentran rangos menores 2 meq/100 gr de suelo, este es considerado bajo para el buen rendimiento de los cultivos, 2.1-10 meq/100 gr de suelo es medio y mayor de 10 meq/100 gr de suelo, es alto.

3.12.2 Manganeso

La carencia de Manganeso ofrece síntomas parecidos a los del Hierro: hojas amarillas entre los nervios que permanecen verdes. Se puede diferenciar porque en este caso aparece una aureola verde alrededor de los nervios. Las causas de la carencia es por suelos calcáreos y por suelos arenosos muy lavados (Suárez, 1991)

Según Charlton; Hampton y Scoth (1986), el magnesio en el suelo puede ser menos de 5 ppm y es considerado bajo y malo para la agricultura, medio de 6-50 – 12 ppm, y alto mayor a 20 ppm

3.12.3 Hierro

El hierro se encuentra en la naturaleza en cantidad suficiente formando distintos compuestos como óxidos e hidróxidos. Sin embargo, la cantidad total no se correlaciona con la cantidad disponible para las plantas (Cisternas, 1987)

La coloración de los suelos es debida a su presencia son los colores de suelos amarillo-pardo, rojos y rojizos. Es común ver en el sector de la ciudad de Bilwi el predominio de estos colores.

El hierro en los suelos puede ser de 10 ppm el cual es considerado bajo y malo para la agricultura, de 11-100 ppm es considerado medio y de 100-130 ppm es considerado alto y mayor de 130 ppm es considerado muy alto (Cuevas y Balocchi,1983).

3.12.4 Zinc

La deficiencia en Zn se da en una amplia variedad de suelos como son los sueltos, los calcáreos, margosos y arenosos pobres en materia orgánica, aunque sobre todo en estos últimos. En cuanto al pH, el Zn se encuentra más disponible en los suelos ácidos que en los alcalinos,

siendo su mínima disponibilidad para pH por encima de 7 (Ortega, 1992.).

En el suelo se encuentra en rangos siguientes, menor a 3 ppm, es considerado bajo y afecta el rendimiento de los cultivos, rangos de 3.1 – 10 ppm es considerado medio y mayor de 10 ppm es considerado alto (Paladines y Muñoz, 1982).

3.12.5 Cobre

El cobre es un elemento secundario que ayuda a la coloración en las hojas y al desarrollo radicular. Se presenta la carencia en suelos calcáreos básicamente. En el suelo se encuentra en rangos de 2 ppm, es considerado bajo y afecta el rendimiento de los cultivos, rangos de 3 – 20 ppm es considerado medio y mayor de 120 ppm, es considerado alto (Ruz y Campillo, 1996).

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Descripción general del área

Este estudio se realizó en la finca experimental “SNAKY” perteneciente a la universidad URACCAN. Posee una extensión de 107 hectáreas y está situada en la parte alta de la cuenca del río Wawa, en los terrenos de la comunidad de Moos Pam municipio de Waspam, Rio coco.

Se sitúa entre las coordenadas son 14°20'59.9" latitud norte y 83°52'18.3" latitud oeste con una elevación media de 34msnm, y un relieve que varía de plano ligeramente ondulado (2- 15% de pendiente). La distribución del área es de 71.8 ha de bosque, 23.4 ha de agricultura y 12.0 ha de pecuaria.

Su principal vía de acceso es la red vial de 11 km, que conduce desde el sur oeste de Moss que se encuentra ubicado a 64 km de la carretera principal que comunican la ciudad de Bilwi y Waspam. El mapa adjunto muestra la distribución geográfica de los tres tipos de usos.

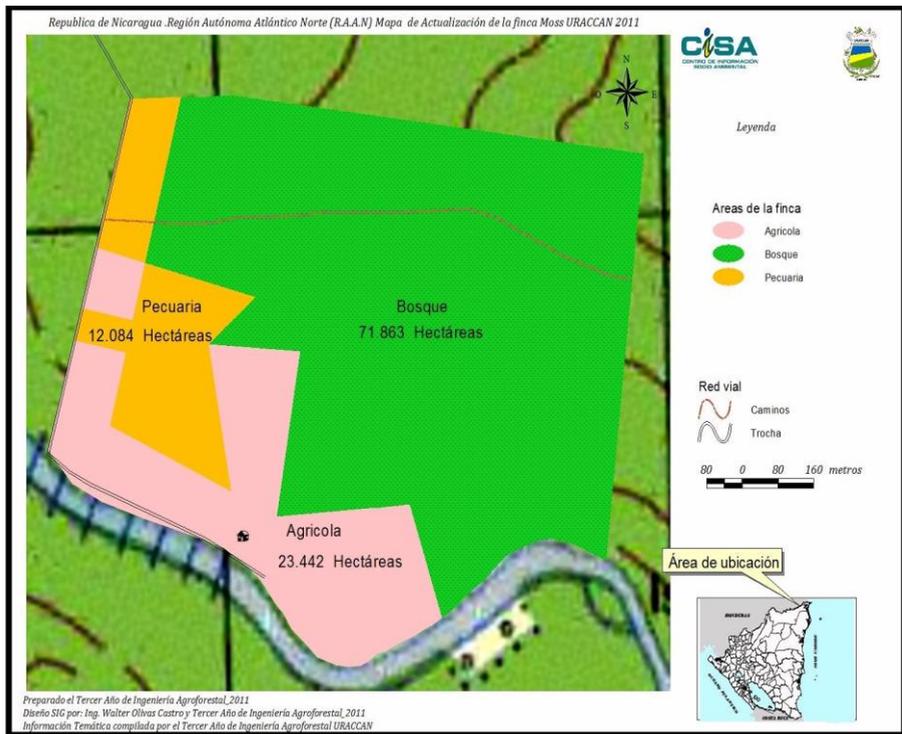


Figura 1. Mapa de uso del suelo, finca académica Snaki.

4.2 Clima

Presentan una precipitación media anual de 2,970 mm/año, los meses de marzo a abril corresponden a las menores precipitaciones con 180 mm, y junio a octubre las mayores precipitaciones (mayor a 300mm) periodo donde se registran el 80% del total de la lluvia anual.

Los meses más cálidos son abril y mayo, muestran promedio de 27.5°C, y los meses de diciembre y enero son más frescos, con un promedio de 27.5°C. En cuanto a la humedad relativa, se incrementa en áreas de mayor pluviosidad, con un valor promedio de 80-85 %.

4.3 Tipos de bosques

El tipo de bosque concierne al bosque latifoliado húmedo tropical, perturbado en su totalidad por el huracán Félix de categoría 5 en el 2007. Se caracteriza por tener un dosel cerrado, con predominancia de especies maderable como: Santa María (*Calophyllum brasiliense*), palo de agua (*Vochysia guatemalensis*), kerosén (*Tetragastris panamensis*), leche maria (*Symphonia globulifera*), come negro (*Dialium guianense*) y otras.

4.4 Geología y fisiografía

Según Hogdson (1983), el territorio se ubica en la planicie de la provincia geológica de llanos de la Costa Caribe Nicaragüense, con un paisaje modelado por los efectos de la erosión y sedimentación de los suelos de origen aluvial a través de las diferentes épocas geológicas.

De manera general se caracteriza como una planicie, por estar ubicada en la ribera de la cuenca media del río wawa. Así mismo, el paisaje es muy diferenciado, por estar ubicado en una especie de valle entre montañas de bosques latifoliados y llanuras de bosque de sabanas de pinares. (Marchena y Narváez 2010)

4.5 Tipo de Estudio

La investigación es de tipo cuantitativo considerando que nos permite conocer la calidad y cantidad de los elementos minerales presentes en el suelo.

4.6 Universo y muestra

El universo lo constituyen las 107 hectáreas de extensión de la finca académica “SNAKY” distribuidas en tres usos actuales que son: uso bosque, agrícola y pecuario.

De manera general se levantaron un total de 105 muestras de suelo utilizando en método del zigzag (ver figura 2). En el área de bosque se levantaron 45 muestras equidistantes 10 m por muestra. En el área agrícola se levantaron 30 muestras a una distancia de 5 metros por muestra y finalmente en el área pecuaria se levantaron 30 muestras a una distancia de 5 metros entre cada una.

Para el envío al laboratorio y hacer el análisis químico de las muestras, se hizo una mezcla compuesta de las muestras recogidas para cada sector por separado (forestal, agrícola y pecuario). Posteriormente se obtuvieron tres muestras únicas para el sector forestal, dos muestras para el sector agrícola y dos para el sector pecuario. En total se conformaron 7 muestras compuestas para enviarlas al laboratorio de un total de 105 levantadas en el campo.

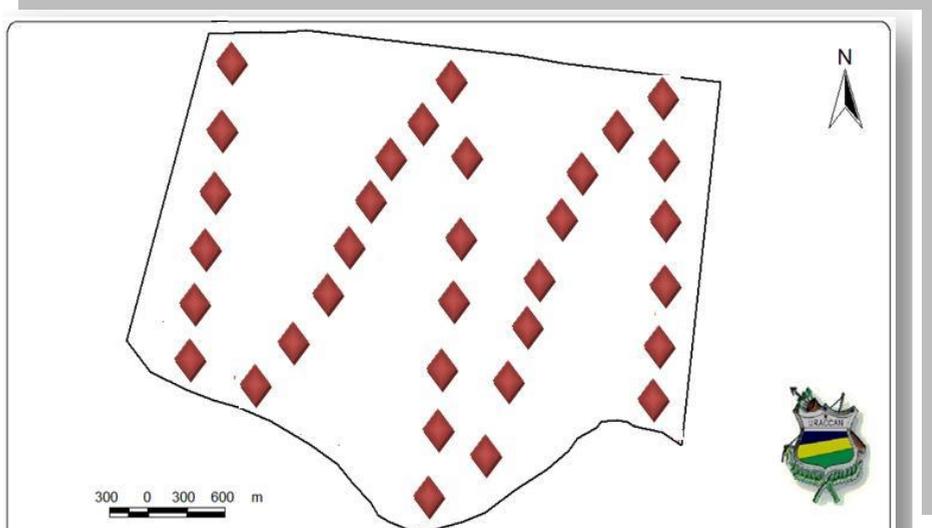


Figura 2. Sistema de muestreo en zigzag.

4.7 Metodología de estudio

Actividades de pre-campo

En la etapa pre campo se inició con la búsqueda de un mapa de la finca para identificar los límites y áreas de uso de la finca académica. Posteriormente se hizo un recorrido por los perímetros de la finca como medida de reconocimiento del sitio de estudio.

Seguidamente se elaboraron formatos de campo para el levantamiento de la información, y se definieron los puntos de muestreos.

Actividades de Campo

Una vez delimitada el área y definidos los puntos de muestreos, se realizaron perforaciones al suelo con barreno en cada uno de los tipos de uso (forestal, agrícola y pecuario), con el fin de determinar las características físicas de: textura, color y pH, posterior se coloco el cilindro para determinar la Da. El levantamiento de la información (Textura, Color y pH del suelo), en cada unidad de muestreo (llenado de los formatos de campo previamente elaborado) y la georeferenciación de los puntos muestreados (GPS).

Actividades de Post Campo

Las muestras compuestas (7) se enviraron al laboratorio LAQUISA situada en la ciudad de León, Nicaragua, para el análisis químico. El propósito es determinar los macro y micro nutriente, materia orgánica y la densidad aparente del suelo para cada uso de suelo de la finca académica.

Toma de Muestra

Según el Manual de suelo (2008) los resultados de cualquier análisis están condicionados a que la muestra de partida sea representativa.

En el caso de los suelos depende, en principio, de los puntos elegidos para efectuar la extracción.

Como la composición del suelo es muy distinta según los distintos puntos de un mismo terreno, antes de tomar las muestras de suelo hicimos una exploración de la zona y se hizo un croquis de las distintas zonas del terreno.

Se marcaron las zonas altas de las bajas así como los situados en las pendientes. También marcamos zonas

que habitualmente se encharcan y las bien drenadas. Marcamos las zonas cultivadas y dentro de éstas los distintos cultivos o que presentan productividades más altas o bajas de lo esperado, o sea cualquier motivo que haga sospechar una diversificación tipológica de los suelos.

Según Bullock (1998), las muestras de suelo pueden ser colectadas en cualquier tiempo, sin embargo, es recomendable tomarlas 1 o 2 meses antes de la siembra de cultivos anuales. En el caso de las llanuras es aconsejable por lo menos un mes antes de la fertilización.

El proceso de tratamiento de la muestra de suelo en el laboratorio, desde que fue recibida hasta que se emitió el informe y la recomendación, tardó 15 días.

Una vez definido los límites de cada unidad se procedió a tomar las muestras. Para ello se hizo un recorrido sobre el terreno en zig-zag, tomando muestras en cada vértice donde se cambie la dirección del recorrido.

La profundidad del suelo a la cual se tomaron las muestras fue en general de 20 cm, y coincidió con la mayor concentración de raíces en el suelo.

Según López R.J y López M.J (2004), indica que cada muestra de suelo que se extrae generalmente se considera la profundidad en la que hay mayor desarrollo de raíces como orientación y según el uso se puede definir:

Para la extracción de muestra se comenzó con la eliminación de la cobertura vegetal y hojarasca en cada punto elegido y con una pala limpia (libre de óxido y

agroquímicos) realizamos un corte en el suelo en forma de V, arrojando la primer palada a un costado.

En la segunda palada se sacó una porción de unos 3 cm de espesor descartando los bordes mediante un corte con cuchillo, luego introducimos la muestra en un recipiente limpio (bolsa) desmenuzando los terrones (ver figuras 3).

La muestra se introdujo en una bolsa resistente (doble bolsa) y limpia, se etiquetó y se identificó claramente con marcador permanente. En la etiqueta se anotó la fecha, el sitio o establecimiento, número de lote y número de muestra.



Figura 3. Terrones de suelo.



Figura 4 Extracción de muestra (con barreno)



Figura 5 Mezcla de sub muestras



Figura 6. Llenado de muestras compuesta

- ***Densidad aparente***

Para determinar la densidad aparente se hizo lo siguiente: se introdujo un cilindro al suelo con la ayuda de un pedazo madera, posteriormente se retiró el cilindro con la pala y se limpio el sobrante de suelo que quedó en los bordes con ayuda de un cuchillo, luego se introdujo en un balde plástico, una vez realizada en cada muestra se hizo una remoción en el suelo para posteriormente guardarlas

y etiquetarlas en una bolsa plástica para su debido análisis.

De acuerdo a Sánchez (2005), la densidad aparente en determinado estado de compactación permite transformar peso a volumen o viceversa. Esto permite conocer el grado de compactación o huecos que posee el suelo.

- **Textura**

De acuerdo al autor antes mencionado, la textura indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla, en el suelo. La textura tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa.

La textura se realizó mediante una perforación al suelo con la ayuda del barreno tanto superficial como sub superficial, para luego realizar el siguiente proceso:

- Se tomó una porción de suelo (A) superficial y sub-superficial; que fue mojado hasta que sus partículas comiencen a unirse, pero sin que se adhiera a la mano;

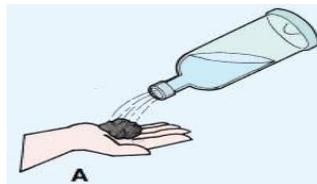


Figura 7 Porción de suelo humedecido

- Luego se amasa la porción del suelo hasta que se forme una bola de 3 cm de diámetro (B).

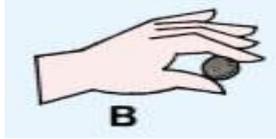


Figura 8 diámetros de suelo de 3 cm,



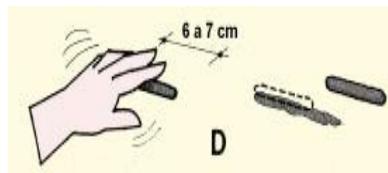
caer

- Después se dejó la bola (C).

Figura 9 suelo de textura arenosa

Para observar:

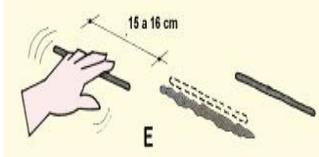
- Si se desmorona, era **arena**;
- Pero, si mantiene la cohesión, se prosigue con el



siguiente paso.

- Con la bola se formó un cilindro de 6 - 7 cm, de longitud (D).

Figura 10. Suelo de textura arenoso franco

- Si  no mantiene la forma, era clasificada como **arenoso franco;**
- Si mantiene esa forma, se prosigue con el siguiente paso.
- Con el cilindro se amasara hasta que alcance los 15 o 16 cm de longitud (E)

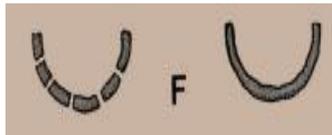
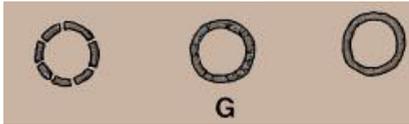


Figura 11 suelo de textura franco arenoso

- Si no mantiene esa forma, era clasificada como **franco arenoso;**
- Si mantiene esa forma, se prosigue con el siguiente paso.
- Se trataba de doblar el cilindro hasta formar un semicírculo (F)...

Figura 12 suelo de textura franco

- Si no se podía, era **franco**;



- Si se podía, se presagia con el siguiente paso.
- Seguíamos

doblando el cilindro hasta formar un círculo cerrado

- Si no se podía, era **franco arcilloso**;
- Si se podía, y se formaban grietas en el cilindro, era clasificada en **arcilla ligera**;
- Si se podía hacerse, sin que el cilindro se agriete, era **arcilla**. (G)

Figura 13 suelos de textura franco arcilloso, arcilla ligera y arcilla

- ***Determinación del color del suelo***

Para determinar el color del suelo se tomó una porción de suelo de cada sub muestras realizadas tanto superficiales y sub superficial para luego compararlas con la tabla munsell.

Según Ovalles (2006) el color del suelo es una de las características morfológicas más importantes del suelo, es la más obvia y fácil de determinar. Permite identificar distintas clases de suelos.

El objetivo de este trabajo es destacar el significado del color del suelo, así como las relaciones que él tiene con condiciones edáficas particulares. Se describen los sistemas más empleados en la designación del color, siendo el Sistema Munsell el de mayor uso.

El color puede ser utilizado como una clave del contenido de ciertos minerales en el suelo, fundamentalmente minerales férricos ya que ellos proveen la mayoría y la mayor variedad de pigmentos al suelo.

Se describe la variedad de colores (negro, rojo, amarillo, marrón, gris, entre otros) sobre la base del origen de los pigmentos y su relación con determinadas condiciones ambientales.

A continuación describimos la interpretación del color de suelo. Ver figura



Figura 14 Tabla munsell (interpretación de color)

Interpretación del color

Suelos con colores oscuros (negros): son suelos ricos en materia orgánica, pero no toda la materia orgánica en los

suelos presentan el mismo color. La más oscura es la más evolucionada en humus, siendo más clara la menos evolucionada así como los restos vegetales menos descompuestos.

Suelos con colores rojizos: Está relacionado con óxidos de hierro deshidratados pero también puede deberse a la presencia de óxidos de hierro parcialmente deshidratados y de dióxido de manganeso esto es debido a un medio oxidante que permite la estabilidad de estos compuestos, por lo tanto, estos suelos tienen buen drenaje y aireación siendo frecuente en pendientes convexas sobre rocas permeables.

Suelos con colores pardos: Los producen óxidos de hierro parcialmente deshidratados (principalmente goethita) junto con materia orgánica y arcillas, esta compleja asociación hace que el suelo sea muy estable, de buen drenaje y aireación. Cerca de la superficie son más oscuros debido a la presencia de materia orgánica. A veces junto con la goethita se presentan otros minerales de hierro deshidratados como la hematina produciendo colores pardo-rojizos e hidratados como la limonita dando colores pardo-amarillentos.

Los horizontes más profundos son menos pardos que los restantes del perfil, pudiendo ser debido a que los materiales originarios están menos alterados o a la menor individualización de los óxidos de hierro.

Suelos con colores amarillos: Fundamentalmente son debidos a óxidos con diferentes grados de deshidratación. La aparición de estos colores es frecuente en zonas con una gran humedad en el suelo debido a precipitaciones y nubosidad.

Se presentan estos suelos en pendientes suaves que retienen el agua humedeciendo por lo tanto el suelo y creando las condiciones necesarias para la estabilidad de óxidos relativamente hidratados como goethita y limonita. Los horizontes más profundos debido al menor contenido en materia orgánica, presentan con mayor frecuencia estos colores.

Suelos con colores rojo-violáceos: Se deben a la presencia de minerales de manganeso, característico de las margas irisadas del Keuper.

Suelos con colores blancos: Esto indica la ausencia de otros constituyentes que aportan color, como son: materia orgánica, óxidos de hierro y manganeso, etc. En regiones húmedas, debido a que han sido movilizados los constituyentes que coloreaban a los Podzoles (suelos cenicientos), como: materia orgánica, óxidos de hierro, arcillas, quedando solamente el cuarzo residual presentan un color blanco (ceniza) apareciendo los horizontes álbicos

pH

De acuerdo a Velarde (2003), el pH es una escala numérica que mide el grado de acidez o alcalinidad de una sustancia. Esta escala se mueve desde 0 a 14 una sustancia menos de 7 se dice que es acida, por encima de 7 se dice que es alcalina.

La medida del pH en el suelo se realiza por un método potenciométrico. Este método se basa en el hecho de que entre dos disoluciones con distinta $[H^+]$ se establece una diferencia de potencial.



El pH fue estimado con cinta peachimétrica. Inicialmente se tomaron muestras de suelo superficial y sub-superficial, en cada muestra levantada, las cuales fueron desmenuzadas y disueltas con agua purificada en un recipiente, para luego introducir la cinta y leer su pH (ver figura 15 y 16)



Figura 15 Realización de pH

Figura 16 pH (lectura de pH)

- **Materia Orgánica**

Para la realización de la materia orgánica se hizo por el método Walkley y Black, se estima el contenido de carbono orgánico total de una muestra de suelo, completo o de alguna de sus fracciones. Es el método más utilizado en los laboratorios edafológicos para evaluar la materia orgánica del suelo.

- **Determinación de Macro y Micro Nutrientes**

De manera general la muestra de suelo es digerida en presencia de ácido sulfúrico concentrado, sulfato de

potasio y sulfato cúprico hasta desprendimiento de humos blancos y que la solución sea transparente e incolora o de un tono amarillo paja. El residuo es enfriado, diluido y llevado a condiciones alcalinas para la determinación del amonio. El amonio destilado se cuantifica volumétricamente. Este procedimiento fue similar en con los demás elementos en estudio.

Para el caso de fósforo se realizó por el método de Olsen con bicarbonato de sodio. Se utiliza como método predilecto en suelos calcáreos, particularmente aquellos con menos más del 2% de carbonato de calcio, pero se ha demostrado en algunas investigaciones ser razonablemente eficaz para suelos ácidos como los de la RAAN.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para conocer la calidad de los suelos en base a su fertilidad, se debe de iniciar con la obtención de una base de datos sobre las características de los suelos desde el punto de vista de la fertilidad y su capacidad de suministrar los elementos esenciales para el buen desarrollo de los cultivos.

En este sentido el muestreo de suelos para el diagnóstico de la fertilidad y calidad de los suelos se ha convertido en una práctica necesaria para planificar las fincas. Es así que presentamos los resultados del estudio de suelos de la finca académica Snaki.

5.1 Cobertura en los tres tipos de usos del suelo

5.1.1 *El área de bosque latifoliados*

Esta área boscosa se caracteriza por tener un dosel superior cerrado y semi abierto, con una alta diversidad de especies de árboles maderables, arbustos, bambú,

palmas, lianas y hierbas que existen. Toda la vegetación son de gran potencial para la producción de madera, poste, leña, producción de oxígeno (O₂), captura de carbono, ecoturismo, utilización de plantas medicinales entre otros.

Actualmente se han identificado y se utilizan algunas especies para uso medicinal, madera, leña, postes, alimentos para animales silvestres, barreras vivas.

Las zonas de bosque con mayor concentración de árboles (Bosque cerrado), son destinadas para la conservación, refugio de fauna silvestre y clases prácticas de estudiantes.

Algunas de las especies más representativas son: santa maría (*Calophyllum brasiliense*), palo de agua (*Vochysia guatemalensis*), kerosén (*Tetragastris panamensis*), leche maría (*Symphonia globulifera*), sebo/banak (*Virola koshnyi*), guayabo negro (*Terminalia amazonia*), guapinol (*Himenaea Courbaril*), Cortes (*Tabebuia guayacan*), Zopilote (*Vochysia ferruginea*), Ojoche (*Brosimum spp.*), cedro macho (*Carapa guianensis*), come negro (*Dialium guianense*), lagarto (*Zanthoxylum panamensis*) y gavilán (*Pentaclethra macroloba*).

Esta alta diversidad de especies, así como su abundancia en el bosque es uno de los elementos importantes que aportan a la cobertura del suelo con material vegetal orgánico y es determinante en la calidad de la fertilización natural del suelo. El material vegetal caído a los suelos permite el desarrollo de los ciclos naturales de reproducción de los suelos y de la biodiversidad. (Guadamuz 2010)

5.1.2 El área agrícola

En el área agrícola se cultivan maíz, frijol, musáceas, cocoteros, cítricos y algunas especies exóticas de presentación (canela, pimienta dulce y picante, aguacates, entre otras). Es un sistema no intensivo y su manejo es de labranza cero (uso de machetes, azadón). Y de baja productividad, se utiliza productos químicos pero no intensamente.

Este proceso agrícola es acompañado de una vegetación arbustiva derivada de tacotales de 3-5 años. Las especies arbustivas más comunes son: capirote manzano (*Bellicia costaricensis*), balsa o guano (*Ochroma pyramidale*), carbón (*Acacia pennatula*), guaba (*Inga sp.*), cola de pava colorada (*Cupania cinerea*), Palma suitea, Palma ojum, Guarumo y Guasito.

No obstante se observa una abundante población de malezas agresivas que compiten con los cultivos como: *Cyperus Sp*, *Antephora*, *Cenchrus Chloris*, *Cynodon*, *Digitaria*, entre otras. Esto demanda un constante manejo y control de los mismos a favor de los cultivos.

Entre los tacotales existe una vereda etnobotánica que abarca aproximadamente 7 km de longitud por un metro de ancho. Sobre esta ruta predominan el bambú, laurel, jobo, indio desnudo, kerosén, guaba, chilamate, ceibo, guanacaste, el resto son plantas herbáceas y lianas. Sobre la ruta también están identificados y rotulados por los sabios ancianos de la comunidad de Moss más de 100 especies de plantas consideradas medicinales.

A pesar del desarrollo de una agricultura de subsistencia, el proceso productivo se maneja similar a un sistema agroecológico, lo cual es un indicador de protección del suelo y el medio ambiente, lo que en definitiva también

recae en mantener una fertilidad natural dinámica. (Guadamuz 2010)

5.1.3 El área pecuaria

En el área pecuaria se utiliza un manejo semi extensivo de 17 vacunos y un caballar, con la utilización de pasto *Bracharia* y Taiwán como alimento. Los propósitos de este sistema también son de uso académico (clases prácticas). Las razas de ganado son Brahmán y Pardo.

5.2 Capacidad de uso del suelo estudiado

5.2.1 El área de bosque latifoliados

Se visualiza una pendiente moderadamente ondulada de 8-15% aproximadamente, los suelos presentan ligera o leve erosión laminar con pocos canalículos después de las lluvias. También es ligeramente pedregoso, ya que existen pequeñas gravas en el área.

El suelo es poco profundo y de aproximadamente 30-60 cm. Su drenaje es moderado, ya que el agua se elimina del suelo muy rápido sin presentar riesgos de anegamiento, a pesar de la exuberante vegetación que cubre el suelo. Esto produce abundante material vegetal que está en proceso de reciclaje (raíces, tallos, ramas, hojas,...) y que alimentan el suelo

5.2.2 El área agrícola

Presenta una pendiente moderadamente ondulada de 3-8% hasta muy plana, los suelos también presentan ligera o leve erosión laminar con pocos canalículos presentes después de las lluvias. No existe pedregosidad en el suelo, aunque la presencia de rocas pequeñas es muy leve y muy dispersas por toda el área, su tamaño no dificulta cualquier labor agrícola. El suelo es moderadamente profundo y es de aproximadamente 60-90 cm. Su drenaje es leve ya que el agua se infiltra al suelo muy rápido sin presentar riesgos de anegamiento.

5.2.3 El área pecuaria

Tiene una pendiente moderadamente ondulada de 8-15% aproximadamente, los suelos presentan ligera erosión laminar con algunos canalículos después de las lluvias. También es moderadamente pedregoso, ya que existen rocas dispersas por toda el área. El suelo es poco profundo y es de aproximadamente 30-60 cm. Su drenaje es excesivo en algunas áreas por algunas pendientes encapadas y expuestas, no obstante existe suficiente cobertura vegetal de pasto *Brachiaria*, que permite su protección.

De manera general, se observa que el área presenta características más para manejo forestal y pecuario debido a la superficialidad del suelo, sitios pedregosos y algunas ondulaciones pronunciadas. Sin embargo con un buen estudio de las propiedades de suelo y con el uso de técnicas de manejo se pueden desarrollar una agricultura con cultivos anuales de características de raíces

superficiales y que podrían aprovechar la capa más superficial del suelo donde se acumula la materia orgánica y los elementos minerales.

5.3 Propiedades físicas de los suelos

Las propiedades físicas del suelo junto con las químicas y biológicas son responsables de la productividad de los suelos. Es así que al conocer estas propiedades nos permite conocer mejor el potencial del suelo y definir un uso más apropiado.

Cabe mencionar que en la RAAN el recurso suelo es uno de los más deteriorados por el mal uso que se le da con las prácticas agrícolas de roza tumba y quema, orientada al cambio de uso del suelo. Esto afecta la fertilidad, los relieves entre otros factores que son sensibles a las fuerzas del viento y el agua (erosión).

A pesar de que se conoce la importancia de los suelos en las actividades agrícolas, pecuarias y forestales, muy poco se hace para el manejo y la conservación de los mismos, por lo tanto el deterioro de la fertilidad natural es constante.

5.3.1 Textura

Según Porta (2002), se considera que un suelo presenta buena textura cuando la proporción de los elementos que lo constituyen brinda a las plantas la posibilidad de ser un soporte que permita un buen desarrollo radicular y brinde un adecuado nivel de nutrientes.

El estudio de la textura en los suelos de la finca Snaki se refleja en la tabla 5.

Tabla 5. Textura por ecosistema finca Snaki.

Muestras de ecosistemas	Textura			Valoración
	Arcilla %	Limo %	Arena %	
Sector Bosque 1	16.64 %	30.92 %	52.44 %	Franco arenoso
Sector Bosque 2	8.28 %	25.28 %	66.44 %	Franco arenoso
Sector Bosque 3	4.28 %	15.28 %	80.44 %	Franco arenoso
Sector agrícola 1 (Cítrico, plátano, cacao)	16.64 %	32.92 %	50.44 %	Franco arenoso
Sector agrícola 2 (Cítricos plátano cacao)	12.64 %	22.92 %	64.44 %	Franco arenoso
Sector pecuario 1	22.28 %	28.28 %	49.44 %	Franco arenoso
Sector pecuario 2	12.28 %	19.28 %	68.44 %	Franco arenoso

Según Marconi (2008), de manera general e indistintamente del uso se determina que los suelos se

ubican entre los rangos franco y franco arenosos, lo cual es un indicador de suelos óptimos para la agricultura. Pero también es uno de los indicadores de suelo con elevada productividad debido a su textura relativamente suelta y buena retención de materia orgánica.

Cabe mencionar que los suelos francos y franco arenoso son característicos de las vegas de los ríos considerando que la finca académica Snaki se encuentra en la vega el río WAWA.

Estos suelos generalmente tienen mucho drenaje y tienden a tener una buena aireación también, esta ayuda a los organismos en el suelo a sobrevivir y frecuentemente benefician a las plantas ayudándolas a absorber los nutrientes.

No obstante, por su característica de alto drenaje es recomendable el manejo con abonos orgánicos para retener y mejorar los niveles de fertilidad en el suelo.

Una de las desventajas de estos es que se podrían lavar más fácilmente por su textura arenosa predominante, lo cual significa que terminan siendo pobres con el tiempo.

5.3.2 Densidad aparente

Conocer la densidad aparente de un suelo es un indicador de la medida de su estructura (tamaño y forma de partículas), por lo tanto tiene una relación directa con la retención o disponibilidad de nutrientes en el suelo.

Donoso (1992), refleja que un tipo de suelo con valores bajos de densidad aparente implican suelos porosos, bien aireados con buen drenaje y buena penetración de raíces, todo lo cual significa que podría beneficiar un buen crecimiento y desarrollo de las plantas.

En el caso de los suelos de la finca Snaki, los resultados de la prueba de laboratorio reflejaron lo siguiente en tabla 6:

Tabla 6. Densidad aparente por ecosistemas finca Snaki.

Muestras de ecosistemas	Densidad Aparente (g/ml)	Valoración	Características del sitio
Sector Bosque 1	1.17	Bajo	Bosques secundarios y afectados por huracán en el 2007
Sector Bosque 2	1.16		
Sector Bosque 3	1.11		
Promedio	1.14		
Sector agrícola 1 (Cítrico, plátano, cacao)	1.15	Bajo	Cultivos de cítricos, plátanos y cacao.
Sector agrícola 2 (Cítricos plátano cacao)	1.13		
Promedio	1.14		
Sector pecuario 1	1.12	Bajo	Ganadería mayor, con pastos mejorados (Taiwán, Bracharia y Brizanta).
Sector pecuario 2	1.13		
Promedio	1.12		
Promedio general	1.13	Bajo	

Es notorio que la densidad aparente general del suelo de la finca Snaki es de 1.13 g/ml, y no varían mucho indistintamente del uso del suelo. Según Keller, T.; Håkansson, I. 2010 Estos resultados es un indicador de suelos saludable y dentro de estos parámetros son suelos sueltos, porosos, que con tienen baja compactación, tiene buen drenaje, buena retención de humedad.

Generalmente se maneja que los suelos de bosques tienen una densidad aparente más baja que los suelos de áreas agrícolas o pecuarias, no obstante, en los suelos de la finca Snaki, la densidad aparente es relativamente similar en los tres ecosistemas estudiados y también coincidentes con el tipo de suelo franco arenoso.

Es muy probable de que debido a que los objetivos de la finca son académicos y no de explotación intensiva, o sea que no se utiliza ningún tipo de maquinaria, por tanto aun no sufren daños los suelos y aun mantienen buena estabilidad los agregados, buena humedad y buena capacidad de infiltración.

5.3.3 Color de los suelos

Los colores en el suelo es una de las características morfológicas más importantes del suelo, ya que sirve como claves para identificar los suelos.

No es un factor determinante de la calidad de los suelos (mejor o peor), ya que el color no tiene valor intrínseco, pero es muy importante en relación a los procesos edáficos y propiedades físicas de los suelos. El estudio sobre el color de los suelos en la finca Snaki reflejó lo siguiente

Tabla 7. Colores de los suelos por ecosistemas.

Muestras de suelo por ecosistemas	Color suelo superficial (0-10 cm)	Color suelo sub superficial (10-20 cm)	Valoración Superficial y sub superficial
Sector Bosque 1	7.5 YR	5 YR	Superficial pardo Sub superficial amarillo rojizo
Sector Bosque 2	10 YR	7,5R	Superficial Amarillo Sub superficial pardo
Sector Bosque 3	2.5 YR	7,5 YR	Superficial Rojo oscuro sub superficial pardo
Sector agrícola 1	7.5 YR	5 YR	Superficial pardo Sub superficial amarillo rojizo
Sector agrícola 2	2.5 YR	10R	Superficial Rojo oscuro y sub superficial rojo
Sector pecuario1	2.5 YR	7.5 YR	Superficial Rojo oscuro y sub superficial pardo
Sector pecuario 2	7.5 YR	5Y R	Superficial Rojo oscuro y sub superficial amarillo

			rojizo
--	--	--	--------

Los suelos de la finca académica Snaki presentaron predominantemente suelos de color rojos amarillo y pardo esto es un indicador de suelos que presentan óxidos con diferentes grados de deshidratación. Según Fasbender Generalmente estos están relacionados con los óxidos de hierro deshidratados, pero también puede deberse a la presencia parcialmente de dióxido de manganeso.

De acuerdo a los colores pardos que presentan los suelos sub superficiales del área de bosque de la finca académica Snaki, estos son indicadores de acumulaciones de óxidos de hierro parcialmente deshidratados con materia orgánica y arcillas, esta compleja asociación hace que el suelo sea muy estable, de buen drenaje y aireación.

Los suelos de la superficie de área agrícola presentan colores pardos y rojos oscuros como lo antes mencionados. Los suelos pardos son suelos que presentan óxidos de hierro parcialmente deshidratados junto con materia orgánica mientras que los suelos rojizos son suelos de presencia de óxidos de hierro parcialmente deshidratados y de dióxido de manganeso, esto es debido a un medio oxidante que permite la estabilidad de estos compuestos.

Los suelos del área pecuaria (superficial) presentan colores rojizos y es un indicador de la presencia de minerales de manganeso.

5.4 Características químicas de los suelos

5.4.1 PH

El pH es una medida de la concentración de hidrógeno expresado en términos logarítmicos. Los valores del pH se reducen a medida que la concentración de los iones de hidrógeno incrementan, variando entre un rango de 0 a 14 (Fassbender, 1982). El mismo autor menciona que los valores por debajo 7.0 son ácidos, valores superiores a 7.0 son alcalinos y/o básicos, mientras que los que rondan 7.0 son denominados neutrales.

De igual manera el pH de los suelos están muy relacionados con la materia orgánica, que derivan de residuos como: raíces, tallos y frutas de plantas, estiércol de animales y humanos, sobrantes de cosechas y cocina (cascaras, ceniza) procesados o no, naturalmente o por manipulación del hombre.

La evaluación del pH en la los diferentes sistemas productivos de la finca Snaki reflejó lo siguiente.

Tabla 7. Potencial de hidrogeno (pH).

Bosque 1	Bosque 2	Bosque 3	Agrícola 1	Agrícola 2	Pasto 1	Pasto 2
6.1	5.7	5.6	5.9	5.9	6.3	6.3
Ligera mente acido	Mediana mente acido	Mediana mente acido	Mediana mente acido	Median amente acido	Ligera mente acido	Ligera mente acido

En los suelos de la finca Snaki se observan rangos de 5.6 a 6.3, de pH, el cual es un indicador de levemente baja acidez. Estos suelos por su carácter y un buen manejo con abonos orgánicos pueden ser apropiados para el crecimiento de los cultivos.

De acuerdo a los cultivos que toleran acidez podemos encontrar la caña de azúcar con rangos 5.5 a 8.0, las musáceas 5.0 a 8.0, sandías 5.0 a 6.0, yuca, piña, pastos 4.8 a 5.8, frijol, maíz y arroz 5.6 a 6.4.

Los suelos del área pecuaria presentaron un pH de 6.3, y de acuerdo a Matías et.al (2008), el estiércol producido por el ganado, es una fuente excelente de materia orgánica, pero además aumenta la velocidad de infiltración del suelo, el uso de estiércol animal como abono orgánico con la finalidad de acondicionar el suelo mejorando su contenido de humus y estructura.

Al mismo tiempo se fertiliza el suelo con micro y macro nutrientes. El valor del abono depende del tipo de animal, la calidad de la dieta, la clase y la cantidad de cobertura usada.

En este sentido, el resultado podría estar influenciado por esta afirmación de autor o bien la muestra recolectada tenía relación directa con el estiércol.

De igual manera el autor mencionado plantea que los estudios han demostrado la relación abono orgánico de sus pH en donde el uso de abono orgánico tiende a aumentar el pH en suelo.

5.3.5 Materia orgánica en la finca Snaki

Tabla 8. Acumulación de Materia orgánica por ecosistema.

Bosque 1	Bosque 2	Bosque 3	Agrícola 1	Agrícola 2	Pasto 1	Pasto 2
0.80	1.14	0.64	0.15	1.30	1.84	0.77
Bajo	bajo	bajo	bajo	bajo	bajo	bajo

Según Gutiérrez (2010), los rangos normales de acumulación de materia orgánica de manera general es de 1.8 es bajo, de 1.9 - 4.2 es medio y más de 4.2 es alto.

En el área de bosque de la finca académica se observa una baja acumulación de materia orgánica en el suelo que anda entre el rango de 0.64 a 1.14, generando un promedio de 1.78.

Esta baja cantidad de materia orgánica tiene su posible explicación por el ecosistema lluvioso de nuestra región que permite un lavado constante del mismo hacia los ríos y causas naturales del área. Pero también podría ser porque a partir del paso del huracán Félix en el 2007, los bosques están en franco proceso de recuperación y no aportan la cantidad necesaria de biomasa muerta para el suelo. De todas maneras se requiere de mayores estudios del fenómeno para identificar una posible teoría al respecto.

Según Lamprech (2007), el bajo contenido de nutrientes en los suelos tropicales depende del contenido de materia orgánica del los suelos, y esto se debe a dos causas: por las altas temperaturas y precipitaciones, y a la historia geológica de la región.

Es así que la intensa meteorización y lavado (lixiviación) a través de millones de años han removido los nutrientes de los minerales que forman los materiales parentales del suelo. La pérdida de los nutrientes por lavado o erosión no puede ser reemplazada por la meteorización del subsuelo, como sucede en las regiones tropicales húmedas.

En el área agrícola se observan valores de 0.15 y 1.30, con una media de 0.78 que también son valores bastante bajos de materia orgánica en el suelo.

Según Lamprech (2001), un suelo medio en materia orgánica podría deberse al historial de los cultivos anteriores que se presentaban en el área. En este caso el historial de cultivos en la zona de Snaki es la explotación del suelo con fines de producción de musáceas intensivamente por STÁNDAR FRUIT COMPANY entre el periodo de 1950-1960, del siglo pasado. Para el establecimiento de estas bananeras se eliminó el bosque y por ende el aporte de biomasa muerta se redujo drásticamente.

El área pecuaria presenta valores de 1.84 y 0.77 con una media de 1.78, también es un valor relativamente bajo de materia orgánica en el suelo. A pesar de esta baja cantidad de materia orgánica es muy probable que mantenga una regular fertilidad.

De acuerdo a Lamprech (2001), los suelos de un área pecuaria son suelos que generalmente por la introducción y dispersión de heces animales, se nutre el suelo proporcionando ciertos nutrientes y mejoras al suelo.

5.5 Macro nutriente

De acuerdo Torres los macro nutrientes son importantes para el suelo ya que ayudan al crecimiento de las plantas, afirman el color de hojas y desarrollan mayor resistencia a las enfermedades.

- Nitrógeno

Tabla 8. Nitrógeno disponible finca académica Snaki.

Bosque 1	Bosque 2	Bosque 3	Agrícola 1	Agrícola 2	Pasto 1	Pasto 2
0.04%	0.06%	0.03%	0.06%	0.06%	0.09%	0.04%
Muy bajo	Bajo	Muy Bajo	Bajo	Bajo	Leve bajo	Muy bajo

De manera general se observa una significativa deficiencia de nitrógeno en los suelos de la finca académica. Es de mencionar que los cultivos requieren de cantidades altas de nitrógeno para favorecer el crecimiento vegetativo y el color de las hojas principalmente (Castro, 2009).

Esto tiene su explicación en que el nitrógeno es un elemento muy móvil e inestable y cuando ocurren las

lluvias constantes tropicales este es arrastrado por las aguas superficiales y subterráneas.

Por otro lado, lo poco que logra quedar en el suelo, cuando se desarrolla la agricultura de subsistencia con la aplicación de roza, tumba y quema, una gran parte se volatiliza por la acción del calor.

- Fosforo

Los resultados de las muestras recolectadas en la finca académica reflejan lo siguiente:

Tabla 9. Fosforo disponible finca académica Snaki.

Bosque 1	Bosque 2	Bosque 3	Agrícola 1	Agrícola 2	Pasto 1	Pasto 2
8.6 ppm	4.1 ppm	5.5 ppm	8.2 ppm	6.5 ppm	3.5 ppm	4.3 ppm
Muy bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Bajo	Bajo	Muy bajo	Muy bajo

Según Vicent (1970), el fósforo es un macro-elemento esencial para el crecimiento de las plantas. El fósforo participa en los procesos metabólicos, tales como la fotosíntesis, la transferencia de energía y la síntesis y

degradación de los carbohidratos. El fósforo se encuentra en el suelo en compuestos orgánicos y en minerales.

No obstante, la cantidad del fósforo disponible en el suelo de la finca académica Snaki es muy baja por las constantes lluvias y por suelos ácidos de la región, por lo tanto, estos tienen que ser fertilizados en forma de abono químico u orgánico para satisfacer los requerimientos nutricionales del cultivo de interés.

- Potasio

Los resultados de las muestras recolectadas en los diferentes sitios de la finca académica reflejan lo siguiente:

Tabla 10. Potasio disponible finca académica Snaki.

Bosque 1	Bosque 2	Bosque 3	Agrícola 1	Agrícola 2	Pasto 1	Pasto 2
0.4 meq/10 0 gr	0.5 meq/10 0 gr	0.5 meq/10 0 gr	0.7 meq/10 0 gr	0.7 meq/10 0 gr	0.6 meq/10 0 gr	0.6 meq/10 0 gr
Alto						

Según Hardy et al. (1973), el potasio es uno de los tres nutrientes minerales que necesitan las plantas en mayor cantidad.

Los cultivos extraen grandes cantidades de potasio del suelo para su crecimiento y desarrollo y como es de esperarse, la falta de éste elemento, influye negativamente en el rendimiento y calidad del cultivo.

A excepción de los demás nutrientes del suelo, el potasio es el único que se presenta en altos valores. Probablemente esta fue una de las razones por la cual las tranacionales se establecieron con las bananeras, considerando que dicho cultivo demanda mucho del potasio.

- Calcio

Los resultados de cantidad de calcio acumulado en las muestras recolectadas en la finca académica reflejan lo siguiente:

Tabla 11. Calcio disponible finca académica Snaki.

Bosque 1	Bosque 2	Bosque 3	Agrícola 1	Agrícola 2	Pasto 1	Pasto 2
6.3 meq/10 0 gr	5.4 meq/10 0 gr	6.3 meq/10 0 gr	9.2 meq/10 0 gr	8.9 meq/10 0 gr	7.3 meq/10 0 gr	7.8 meq/10 0 gr
medio						

Según Makeyev y Bergaut (1989), el contenido en calcio de los diferentes tipos de suelos varía ampliamente dependiendo principalmente de los materiales de origen y

del grado en que la meteorización y la lixiviación han influenciado el proceso de edificación.

En el suelo de la finca Snaki se presenta un nivel de calcio regular. Esto podría deberse a que el Ca (calcio) existe como un catión y gobernado por los fenómenos del intercambio catatónico. El se mantiene adherido como Ca++ intercambiabile en la superficie de los coloides cargados negativamente, por lo que se encuentra disponible en la mayoría de los suelos tropicales.

- Magnesio

Según Sander (2009), el magnesio se encuentra en la solución del suelo y se absorbe en las superficies de las arcillas y la materia orgánica. Los suelos generalmente contienen menos Mg (magnesio) que Ca (calcio) debido a que el Mg (magnesio) no es absorbido tan fuertemente como el Ca (calcio) por los coloides del suelo y puede perderse más fácilmente por lixiviación.

Tabla 12. Magnesio disponible finca académica Snaki.

Bosque 1	Bosque 2	Bosque 3	Agrícola 1	Agrícola 2	Pasto 1	Pasto 2
1.7 meq/10 0 gr	1.8 meq/10 0 gr	2.3 meq/10 0 gr	3.5 meq/10 0 gr	3.5 meq/10 0 gr	2.3 meq/10 0 gr	2.3 meq/10 0 gr
bajo	bajo	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio

En los suelos de la finca Snaki se encuentran en niveles de bajo a medio. Esto podría ser debido a que son lavados rápidamente por las constantes lluvias de la región, la cual son nutrientes que se encuentra en niveles bajo en suelos ácidos.

5.6 Micronutrientes

Los micronutrientes son tan importantes para las plantas como los nutrientes primarios y secundarios, a pesar de que la planta los requiere solamente en cantidades muy pequeñas. Sin embargo la ausencia de cualquiera de estos micronutrientes en el suelo puede limitar el crecimiento de la planta, aún cuando todos los demás nutrientes esenciales estén presentes en cantidades adecuadas.

- Hierro

Según Flind (2010), el hierro es el cuarto elemento más abundante de la corteza terrestre, y esto se presenta en numerosos minerales del suelo. La partida del hierro en el suelo se incluye los minerales primarios como son el silicato ferroaetico, alovino, augita y biota todos estos minerales constituyen la mayor fuente de hierro en el suelo.

Los resultados de las muestras recolectadas en la finca académica reflejan lo siguiente:

Tabla 13. Hierro disponible finca académica Snaki.

Bosque 1	Bosque 2	Bosque 3	Agrícola 1	Agrícola 2	Pasto 1	Pasto 2
125.8	92.8	132.8	229.7	221.1	193.1	211.4

ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Alto	Alto	Alto	Muy Bajo	Muy alto	Muy alto	Muy alto

El hierro en la finca académica esta en el rango de alto a muy alto, y esto esta íntimamente relacionada con la acides de los mismos suelo. De igual manera los colores amarillo-pardos de ciertos lugares de la finca presentan acumulaciones de óxidos hidratados como la goethita, que derivan en suelos ácidos también.

- **Cobre**

Los resultados de las muestras recolectadas en la finca académica reflejan lo siguiente:

Tabla 14. Cobre disponible finca académica Snaki.

Bosque 1	Bosque 2	Bosque 3	Agrícola 1	Agrícola 2	Pasto 1	Pasto 2
2.7 ppm	1.8 ppm	3.5 ppm	4.2 ppm	4.2 ppm	4.2 ppm	4.3 ppm
bajo	bajo	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio

Según Morales (2009) los suelos tropical húmedo son bajo en cobre debido a que existe una fuerte retención de la materia orgánica, en este sentido el papel de los microorganismo del suelos es básico para la

descomposición de la materia orgánica, pero también la acción mayor o menor de los microorganismos depende mucho de la acides de los suelos.

En el caso de la finca académica los suelos mantienen niveles de bajo a medio del elemento cobre.

- Zinc

Los resultados de las muestras recolectadas en la finca académica reflejan lo siguiente:

Tabla 15. Zinc disponible finca académica Snaki.

Bosque 1	Bosque 2	Bosque 3	Agrícola 1	Agrícola 2	Pasto 1	Pasto 2
2.7 ppm	2.4 ppm	3.2 ppm	8.5 ppm	8.6 ppm	3.8 ppm	4.3 ppm
Bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio

El zinc es esencial para el crecimiento y reproducción de la planta, ayuda en el desarrollo y en la resistencia contra las enfermedades bacterianas y fungosas principalmente.

En el caso de los suelos de la finca se encuentra en niveles de bajo a medio y esto generalmente repercute en los rendimientos de los cultivos.

Ya que no contiene mucha proteína y hormonas de crecimiento la cual dificulta el proceso reproductivo necesario para el desarrollo del polen y el desarrollo del fruto, la cual tiende a tener hojas pequeñas e angostas.

5.3.19 Manganeso

Los resultados de las muestras recolectadas en la finca académica reflejan lo siguiente:

Tabla 16. Manganeso disponible finca académica Snaki.

Bosque 1	Bosque 2	Bosque 3	Agrícola 1	Agrícola 2	Pasto 1	Pasto 2
66.0 ppm	24.5 ppm	32.0 ppm	78.1 ppm	74.6 ppm	66.2 ppm	72 ppm
Muy Alto	Alto	Alto	Muy Alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto

Los suelos de la finca académica mantienen niveles de alto a muy altos de manganeso. El Mn tiene funciones en el sistema enzimático de la planta, así como un rol en varias reacciones metabólicas importantes incluyendo la conversión del nitrógeno en forma de nitratos, una forma que la planta pueda utilizar.

El Mn también participa en la fotosíntesis al ayudar a la síntesis de la clorofila. Debido a esta función, los síntomas de deficiencia de Mn generalmente incluyen el amarillamiento o clorosis de la hoja. Sin embargo los altos niveles de Mn como es el caso de la finca académica y relacionados con bajos niveles de pH, produce toxicidad de en los cultivos y se refleja en la calidad y rendimiento de los de las plantas

VI. CONCLUSIONES

El estudio reflejo que los suelos de la finca Snaki URACCAN presenta que las propiedades físicas consideradas apropiadas para el desarrollo de cualquier cultivo. Su densidad aparente es baja con una textura franco a franco arenoso y los colores del suelo son de amarillo rojizo a pardos. Sin embargo sus propiedades químicas presentan deficiencias significativas.

En el caso de las propiedades químicas macro nutrientes, el nitrógeno y el fosforo presentaron niveles muy bajos de los recomendables para el desarrollo de cualquier cultivo, no así el potasio que presentó altos niveles.

En el caso de las características químicas micronutrientes, el calcio presentó niveles regulares, mientras que el hierro, magnesio y manganeso presentaron niveles altos y que coinciden con la alta acides del suelo.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendamos a la universidad URACCAN y coordinación de la carrera ingeniería agroforestal lo siguiente:

Que se aplique abonos orgánicos, así como cultivos leguminosos para aumentar los macro y micro elementos del suelo de la finca académica Snaki.

Implementar un sistema agroforestal (silvopastoril en pequeña escala) que interactúan los tres tipos de uso (pecuario, agrícola y forestal), pero así también barrera vivas, cortinas rompe viento etc.

Pero también la introducción de especies adaptables (piña, frijol, maíz arroz etc.), por su tolerancia a la acides del suelo y por sus bajos requerimientos nutricionales.

VIII. BIBLIOGRAFIA

Bullock Danny. 2000. Análisis de suelos. Algunas ideas acerca de presión y producción bajo siembra. Conferencias presentadas en el XVII congreso argentino de Ciencias de suelo.

Campillo, R. 1994. Diagnóstico de la fertilidad de los suelos de la Décima Región. En: Campillo y Bortolameolli (ed). Corrección de la fertilidad y uso de enmiendas en praderas y cultivos forrajeros. Serie Remehue N° 53. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Remehue, Osorno, Chile. 135 p.

Charlton, L.; Hampton, G. y Scott, .J.1986. Efectos de fertilización sobre suelos ácidos. Actas de la Nueva Zelanda. Asociación de Agrónomos, 47: 165-172.

Cisternas, E. 1992. Biología y control de insectos plagas en praderas. En: Seminario Manejo de praderas permanentes, Estación Experimental Remehue, Osorno, Chile, -117.

Cuevas, E. y Balocchi, O. 1983. Producción de forraje. Serie B-7. Instituto de Producción Animal, Universidad Austral de Chile, Valdivia. 201 pp.

De la Rosa, Diego. (2008). "Evaluación Agro-Ecológica de Suelos, para un Desarrollo Rural Sostenible". Ediciones Mundi-Prensa. 1ª. Edición. Madrid.

Dexter, et al 2004. La predicción de las estructuras del suelo producidos por la labranza.

Escobar, D. y Rodríguez de Vega A. 2009. Tabla de interpretación de análisis de suelos. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. Mimeo.

Etchevers B., J. P. Anzastiga, V. Volke y G. Etchevers. 1986. Correlación y calibración de métodos químicos para la determinación de fósforo disponible en suelos del Estado de Puebla. Agrociencia 65: 161 – 178.

Etchevers B. , J. 1991. La función del laboratorio en el diagnóstico de la necesidad de fertilizantes. Enfoques tradicionales y modernos del análisis químico de suelos. ADIFAL marzo – abril: 21 – 27.

Fasbender, H. (1985). Química de suelos: con énfasis en América Latina. 123 p.

Foth, D; Henry. (1985). Fundamentos de la Ciencia del Suelo. Editorial CONTINENTAL, S.A, MX. 265 p.

Guerrero, G., Andrés. 1996. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, España. 206 p.

Guadamuz, Ezequiel Noé. 2010. Regeneración Natural del bosque huracanado en la finca académica Snaki, comunidad de Moospam a tres años del huracán Félix. 78pp.

Gutiérrez Salinas Rubén. 2010. Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal e investigación en invernadero. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 68p.

Instituto de la Potasa y el Fosfato. 2008. Manual Internacional de la Fertilidad del Suelo. INPOFOS, Quito, Ecuador. Pp234

Keller, T., Håkansson, I. 2010. Estimación de la densidad aparente de referencia de tamaño de las partículas del suelo distribución y el contenido de materia orgánica. Koln, Alemania.278pp.

López R.J. y López M.J.1990. El diagnostico de suelos y plantas. Ediciones Mundi- prensa. Madrid, España. 363p.

Marchena Williams Roberto y Narvaez Ismael Keith.2010. Evaluación del comportamiento agronómico de dos variedad de frijol (*phaseolus vulgaris*), bajo dos método de siembra, en la comunidad Moss Pam, municipio de Waspam, RAAN, Nicaragua.

Ortega, L. 1992. Drenaje y riego en praderas permanentes. En: Seminario "Manejo de praderas permanentes", Estación Experimental Remehue (INIA), Osorno, Chile, pp: 37-55.

Ovalles D.1997. Variabilidad espacial de suelos, 167-188 pp.

Paladines, O y Muñoz, G. 1982. Investigación sobre praderas de Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Departamento de Zootecnia, 166 pp.

Rodríguez S., José. 1993. Manual de fertilización. Colección en Agricultura. Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile, 362 p.

Ruz, E. y Campillo, R. 1996. Fertilización de suelos para mejoramiento. En: Praderas para Chile, Cap.12:220-237. Editor Ignacio Ruiz (2ª Edición INIA-MINAGRI), Santiago, Chile, 734 pp.

SADZAWKA, ANGELICA Y RICARDO CAMPILLO. 1999. Acidificación de los suelos y los procesos involucrados. En: Alfaro, M. (ed). Curso de Capacitación para operadores del Programa de Recuperación de suelos degradados Zona Sur (Regiones IX y X). Serie Remehue Nº 71, Centro Regional de Investigación Remehue (INIA), Osorno, Chile, p: 93 – 103.

Sánchez Félix. 2001. Evaluación de la fertilidad del suelo. Infertilidad de suelos: diagnóstico y control, 2º ed. Por F.S.Silva, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogotá, Colombia. p. 155-183

Simmons, Charles., Tárano, José., Y Pinto, José. (2002). "Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala". Única Edición. Editorial José de Pineda Ibarra. Guatemala.

Suarez, Domingo. 1991. Diagnóstico de las necesidades de encalado. En: Acidez y encalado de suelos en la Región de los Lagos. Instituto de Investigaciones

Agropecuarias (Chile), Estación Experimental Remehue (Osorno), Serie Remehue N° 15, p: 77 – 94.

Taboada, M.A.; Álvarez, C.R. 2008. Fertilidad física de los suelos. 2da Ed. Editorial Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.

Tarbut & Lutgens. (1999). Ciencias de la Tierra: Una Introducción a la Geología Física. Ed. PRENTICE HALL, Madrid. ES. 423 p.

Velarde Andres. 2003. Naturaleza y propiedades de los suelos. Barcelona, España. 150pp

IX. ANEXOS

Formato de campo Textura

Cuadro de textura Bosque1

P. F	Código de la muestra	Coordenadas	Resultados Superficial y sub superficial
Textura	B01	14°21'35.5''y 83°52'24.8''	Arenoso franco y Arenoso franco
	B02	14°21'35.1'' y 83°52'24.2''	Arenoso franco y Arenoso franco
	B03	14°21'34.9'' y 83°52'23.6''	Franco arenoso y Arenoso franco
	B04	14°21'35.0'' y 83°52'21.1''	Arenoso franco y Franco Arenoso
	B05	14°21'34.5'' y 83°52'20.6''	Franco arenoso y Franco arenoso

	B06	14°21'35.0'' y 83°52'19.9''	Franco arenoso y Arenoso Franco
	B07	14°21'34.3'' y 83°52'19.4''	Franco arenoso y Roca
	B08	14°21'34.8 y 83°52'18.1	Arenoso Franco fino y Arenoso franco fino
	B09	14°21'34.4 y 83°52'17.5''	Franco arenoso y Arenoso franco
	B10	14°21'34.7'' y 83°52'16.7''	Arenoso franco y Arenoso franco
	B11	14°21'33.9 y 83°52'15.9''	Arenoso franco y Arenoso franco fino
	B12	14°21'34.8 y 83°52'15.3''	Arenoso franco y Franco arenoso
	B13	14°21'34.2 y 83°52'14.9''	Franco arenoso y Franco arenoso
	B14	14°21'34.5'' y 83°52'14.1''	Arenoso franco y Franco arenoso
	B15	14°21'33.9'' y 83°52'13.6''	Arenoso franco fino y Arenoso franco

Cuadro de textura Bosque 2

P. F	Código de la muestra	Coordenadas	Resultados Superficial y sub superficial
Textura	B201	14°21'34.7'' y 83°51'56''	Arenoso franco y Arenoso franco fino
	B202	14°21'09.1'' y 83°51'56.2''	Arenoso franco fino y Arenoso franco fino

	B203	14°21'12.2'' y 83°51'56.1	Arenoso franco fino y Arenoso franco fino
	B204	14°21'12.4'' y 83°51'56.0	Arenoso franco fino y Arenoso franco fino
	B205	14°21'14.9'' y 83°51'56.1''	Arenoso franco fino y Arenoso franco fino
	B206	14°21'15.6'' y 83°51'56.3''	Arenoso franco y Arenoso Franco
	B207	14°21'15.6'' y 83°51'56.4''	Arenoso franco fino y Arenoso franco fino
	B208	14°21'15.8'' y 83°51'56.7''	Arenoso franco fino y Arenoso Franco
	B209	14°21'15.9 y 83°51'56.5''	Arenoso Franco fino y Arenoso franco fino
	B210	14°21'15.8'' y 83°51'56.5''	Arenoso franco fino y Arenoso franco fino
	B211	14°21' 33.9'' y 83°52'15.9''	Arenoso franco fino y Arenoso franco fino
	B212	14°21' 34.8'' y 83°52'15.3''	Arenoso franco fino y Arenoso franco fino
	B213	14°21'16.5'' y 83°51'56.7''	Arenoso franco y Arenoso franco
	B214	14°21'16.7 y 83°51'56.3	Arenoso franco fino y Arenoso franco fino
	B215	14°21'17.1 y 83°51'56.2	Arenoso franco y Arenoso franco fino

Cuadro de textura Bosque 3

P. F	Código de la muestra	Coordenadas	Resultados
Textura	B301	14°21'31.3'' y 83°51'55.5''	Franco arenoso y Arenoso franco
	B302	14°21'31.7 y 83°51'55.5''	Arenoso franco y Franco arenoso
	B303	14°21'32.4 y 83°51'56.6''	Arenoso franco y Arenoso franco
	B304	14°21'33.0 y 83°51'55.4''	Franco arenoso y Arenoso franco
	B305	14°21'33.5 y 83°51'55.6''	Franco arenoso y Arenoso franco
	B306	14°21'33.9'' y 83°51'55.5''	Arenoso franco y Arenoso franco
	B307	14°21'34.5 y 83°51'55.6''	Arenoso franco y Arenoso franco
	B308	14°21'26.2'' y 83°51'55.6''	Franco arenoso y Roca
	B309	14°21'07.9 y 83°51'56.5''	Arenoso franco y Arenoso franco
	B310	14°21'08.4'' y 83°51'56.6	Arenoso franco y Arenoso franco
	B311	14°21'08.8'' y	Arenoso franco y

		83°51'56.8	Arenoso franco
	B312	14°21'08.8'' y 83°51'56.7''	Arenoso franco fino y franco arenoso
	B313	14°21'08.6 y 83°51'56.4''	Arenoso franco y Arenoso franco
	B314	14°21'09.3 y 83°51'56.3''	Arenoso franco y Arenoso franco
	B315	14°21'09.6 y 83°51'56.4''	Arenoso franco y Arenoso franco fino

Formato de campo de Color

Cuadro de color Bosque 1

P. F	Código de la muestra	Coordenadas	Resultados Superficial y sub superficial
Color	B01	14°21'35.5'' y 83°52'24.8''	2.5yr/3/3 y 2.5yr/2.5/4
	B02	14°21'35.1'' y 83°52'24.2''	7.5R/3/4 y 10R/5/6
	B03	14°21'34.9'' y 83°52'23.6''	7.5Yr/4/4 y 7.5Yr/5/6
	B04	14°21'35.0'' y 83°52'21.1''	10R/4/4 y 5Yr/5/6
	B05	14°21'34.5'' y 83°52'20.6''	2.5Yr/3/4 y 5ry/5/8
	B06	14°21'35.0'' y 83°52'19.9''	5R/4/3 y 10R/4/6
	B07	14°21'34.3'' y 83°52'19.4''	7.5R/4/4 y Roca
	B08	14°21'34.8 y 83°52'18.1	2.5Yr/4/4 y 5Yr/5/6
	B09	14°21'34.4 y 83°52'17.5''	7.5Yr/3/6 y 10R/3/4

	B10	14°21'34.7'' y 83°52'16.7''	5R/2.5/1 y 2.5Yr/4/6
	B11	14°21'33.9'' y 83°52'15.9''	7.5Yr/3/4 y 10R/4/6
	B12	14°21'34.8'' y 83°52'15.3''	10R/3/4 y 10Yr/7/8
	B13	14°21'34.2'' y 83°52'14.9''	10R/4/6 y 10R/3/6
	B14	14°21'34.5'' y 83°52'14.1''	2.5Ry/2.5/3 y 7.5Yr/5/6
	B15	14°21'33.9'' y 83°52'13.6''	2.5Ry/2.5/3 y 7.5R/2.5/3

Cuadro de color Bosque 2

P. F	Código de la muestra	Coordenadas	Resultados Superficial y sub superficial
Color	B201	14°21'34.7'' y 83°51'56''	5R/2.5/1 y 7.5R/2.5/2
	B202	14°21'09.1'' y 83°51'56.2''	7.5/3/6 y 2.5Yr/3/4
	B203	14°21'12.2'' y 83°51'56.1	7.5R/3/3 y 10R/4/3
	B204	14°21'12.4'' y 83°51'56.0	10R/4/4 y 7.5R/3/6
	B205	14°21'14.9'' y 83°51'56.1''	5R/3/2 y 7.5Yr/5/8
	B206	14°21'15.3'' y 83°51'56.3	7.5R/3/2 y 7.5R/4/1
	B207	14°21'15.6'' y 83°51'56.4''	7.5 R/3/3 y 10R/4/3
	B208	14°21'15.8'' y 83°51'56.7''	2.5 Yr/4/8 y 5Yr/4/6
	B209	14°21'15.9 y 83°51'56.5''	10R /3/1 y 2.5Yr /3/3

	B210	14°21'15.8" y 83°51'56.5"	7.5R/3/2 y 5Yr/4/4
	B211	14°21'33.9" y 83°52'15.9"	2.4Yr/2.5/1 y 7.5R/3/1
	B212	14°21'34.8" y 83°52'15.3"	2.5R/3/1 y 2.5Y/7/8
	B213	14°21'16.5" y 83°51'56.7"	5R/2.5/2 y 2.5/4/6
	B214	14°21'16.7 y 83°51'56.3	7.5R/2.5/2 y 10R/2.5/1
	B215	14°21'17.1 y 83°51'56.2	7.5R/2.5/2 y 5R/3/3

Cuadro de color Bosque 3

P. F	Código de la muestra	Coordenadas	Resultados superficial y sub superficial
Color	B301	14°21'31.3" y 83°51'55.5"	5R/3/2 y 7.5Yr/7/3
	B302	14°21'31.7 y 83°51'55.5"	5R/6/1 y Gley2 /7/5/3
	B303	14°21'32.4 y 83°51'56.6"	7.5R/2.5/1 y 5Yr/5/4
	B304	14°21'33.0 y 83°51'55.4"	5R/2.5/1 y 2.5Yr/4/4
	B305	14°21'33.5 y 83°51'55.6"	7.5R/4/6 y 2.5Yr/4/8
	B306	14°21'33.9" y 83°51'55.5"	5R/3/2 y 10Yr/4/6
	B307	14°21'34.5 y 83°51'55.6"	5R/2.5/2 y 7.5Yr/4/4
	B308	14°21'26.2" y 83°51'55.6"	5R/2.5/1 y Roca
	B309	14°21'07.9 y 83°51'56.5"	7.5Yr/2.5/1 y 7.5R/3/4
	B310	14°21'08.4" y	7.5Yr/3/3 y 10R/3/4

		83°51'56.6	
	B311	14°21'08.8'' y 83°51'56.8	7.5R/4/4 y 2.5R/3/6
	B312	14°21'08.8'' y 83°51'56.7''	7.5R/3/4 y 10R/3/4
	B313	14°21'08.6 y 83°51'56.4''	5R/3/4 y 7.5Yr/4/6
	B314	14°21'09.3 y 83°51'56.3''	2.5Yr/4/6 y 5Yr/6/6
	B315	14°21'09.6 y 83°51'56.4''	7.5R/2.5/4 y 10R/3/6

Formato de campo pH

Cuadro de pH Bosque 1

P. F	Código de la muestra	Coordenadas	Resultados Superficial y sub superficial
pH	B01	14°21'35.5'' y 83°52'24.8''	6,2 Medianamente ácido y 5,6 Fuertemente ácido
	B02	14°21'35.1'' y 83°52'24.2''	4,6, Extremadamente ácido y 5,7 Medianamente ácido
	B03	14°21'34.9'' y 83°52'23.6''	5,8 Extremadamente ácido y 5,9 Medianamente ácido
	B04	14°21'35.0'' y 83°52'21.1''	5,5 Fuertemente ácido y 5,9 Medianamente ácido
	B05	14°21'34.5'' y 83°52'20.6''	6,2 Medianamente ácido y 6,5 ligeramente ácido
	B06	14°21'35.0'' y 83°52'19.9''	4,8 Extremadamente ácido y 5,8

			medianamente acido
	B07	14°21'34.3" y 83°52'19.4"	5,7 Extremadamente ácido y Roca
	B08	14°21'34.8 y 83°52'18.1	6,1 medianamente ácido y 6,7 muy ligeramente acido
	B09	14°21'34.4 y 83°52'17.5"	5,7 Extremadamente ácido y 6,8 muy ligeramente acido
	B10	14°21'34.7" y 83°52'16.7"	5,4 Extremadamente ácido y 6,4 muy ligeramente acido
	B11	14°21'33.9" y 83°52'15.9"	6,7 ligeramente ácido y 6,7 muy ligeramente acido
	B12	14°21'34.8" y 83°52'15.3"	5,7 Extremadamente ácido y 6,2 muy ligeramente acido
	B13	14°21'34.2" y 83°52'14.9"	6,3 Muy ligeramente ácido y 4,1 Extremadamente acido
	B14	14°21'34.5" y 83°52'14.1"	6,8 Muy ligeramente ácido y 4.8 Extremadamente acido
	B15	14°21'33.9" y 83°52'13.6"	5.4 Extremadamente ácido y 4.5 Extremadamente acido

Cuadro de pH Bosque 2

P. F	Código de la muestra	Coordenadas	Resultados Superficial y sub superficial
pH	B201	14°21'34.7'' y 83°51'56''	5,4 Fuertemente ácido y 5,8 Fuertemente ácido
	B202	14°21'09.1'' y 83°51'56.2''	4,3 Extremadamente ácido y 5.4 Fuertemente ácido
	B203	14°21'12.2'' y 83°51'56.1	4,7 Extremadamente ácido y 5.4 Fuertemente ácido
	B204	14°21'12.4'' y 83°51'56.0	4.6 Extremadamente ácido y 4.5 Extremadamente ácido
	B205	14°21'14.9'' y 83°51'56.1''	5.6 Fuertemente ácido y 5.6 Fuertemente ácido
	B206	14°21'15.6'' y 83°51'56.3''	6,7 Ligeramente ácido y 5.5 Fuertemente ácido
	B207	14°21'15.6'' y 83°51'56.4''	4,6 Extremadamente ácido y 4,4 Extremadamente ácido
	B208	14°21'15.8'' y 83°51'56.7''	6,4 Ligeramente ácido y 5,6 Extremadamente ácido

	B209	14°21'15.9 y 83°51'56.5''	6,6 Ligeramente ácido y 5,4 Fuertemente ácido
	B210	14°21'15.8'' y 83°51'56.5''	5,4 Fuertemente ácido y 6,4 Ligeramente ácido
	B211	14°21'33.9'' y 83°52'15.9''	5,4 Fuertemente ácido y 5,2 Fuertemente ácido
	B212	14°21'34.8'' y 83°52'15.3''	5,4 Fuertemente ácido y 5,6 Fuertemente ácido
	B213	14°21'16.5'' y 83°51'56.7''	5,4 Fuertemente ácido y 5,6 Fuertemente ácido
	B214	14°21'16.7 y 83°51'56.3	5,6 Fuertemente ácido y 5,6 Fuertemente ácido
	B215	14°21'17.1 y 83°51'56.2	5,6 Fuertemente ácido y 5,4 Fuertemente ácido

Cuadro de pH Bosque 3

P. F	Código de la muestra	Coordenadas	Resultados superficial y sub superficial
pH	B301	14°21'31.3'' y 83°51'55.5''	5,2 Fuertemente ácido y 5,2 Fuertemente ácido
	B302	14°21'31.7 y 83°51'55.5''	5,5 Fuertemente ácido y 5,7 Medianamente ácido
	B303	14°21'32.4 y 83°51'56.6''	6,2 Ligeramente ácido y 6,5 Ligeramente ácido

	B304	14°21'33.0 y 83°51'55.4''	5,6 Fuertemente ácido y 5,3 Fuertemente acido
	B305	14°21'33.5 y 83°51'55.6''	5,6 Fuertemente ácido y 3,7 Extremadamente acido
	B306	14°21'33.9'' y 83°51'55.5''	5,6 Fuertemente ácido y 6,4 Ligeramente acido
	B307	14°21'34.5 y 83°51'55.6''	5,4 Fuertemente ácido y 6,5 Ligeramente acido
	B308	14°21'26.2'' y 83°51'55.6''	5,6 Fuertemente ácido y Roca
	B309	14°21'07.9 y 83°51'56.5''	6,5 Ligeramente ácido y 6,3 Ligeramente acido
	B310	14°21'08.4'' y 83°51'56.6	6,1 Ligeramente ácido y 4,5 Extremadamente acido
	B311	14°21'08.8'' y 83°51'56.8	5,6 Fuertemente ácido y 4,9 Extremadamente acido
	B312	14°21'08.8'' y 83°51'56.7''	5,6 Fuertemente ácido y 4.9 Extremadamente acido
	B313	14°21'08.6 y 83°51'56.4''	6,5 Ligeramente ácido y 4,5 Extremadamente acido
	B314	14°21'09.3 y 83°51'56.3''	6,5 Ligeramente ácido y 5,4 Fuertemente acido
	B315	14°21'09.6 y 83°51'56.4''	6,3 Ligeramente ácido y 5,3 Fuertemente acido

Formato de campo Textura

Cuadro de textura Agrícola 1

P.F	Código de la muestra	Coordenadas	Resultado superficial y sub superficial
Textura	AG1	14°21'06.6'' y 83°52'15.9''	Franco arenoso y Arenoso franco
	AG2	14°21'06.1 y 83°52'15.8''	Franco arenoso y Franco arenoso
	AG3	14°21'05.5'' y 83°52'15.6''	Franco arenoso y Franco arenoso
	AG4	14°21'06.6 y 83°52'14.2''	Franco arenoso y Franco arenoso
	AG5	14°21'06.9'' y 83°52'13.6''	Franco arenoso y Franco arenoso
	AG6	14°21'06.8 y 83°52'13.0''	Franco arenoso y Franco arenoso
	AG7	14°21'06.4'' y 83°52'12.7''	Franco arenoso y Franco arenoso
	AG8	14°21'05.8'' y 83°52'12.9''	Franco arenoso y Franco arenoso
	AG9	14°21'05.3'' y 83°52'13.2''	Franco arenoso y Franco arenoso

	AG10	14°21'04.7'' y 83°52'13.6''	Franco arenoso y Franco arenoso
	AG11	14°21'08.3'' y 83°52'13.6''	Franco arenoso y Franco arenoso
	AG12	14°21'08.9'' y 83°52'23.2''	Franco arenoso y Franco arenoso
	AG13	14°21'09.5'' y 83°52' 25.0''	Arenoso franco y Franco arenoso
	AG14	14°21'09.6'' y 83°52'25.6''	Arenoso franco y Franco Arenoso
	AG15	14°21'09.8 y 83°52'26.1	Franco Arenoso y Franco Arenoso

Cuadro de textura Agrícola 2

P.F	Código de la muestra	Coordenadas	Resultado superficial y sub superficial
Textura	AG2 1	14°21'09.12'' y 83°52'16.8''	Franco arenoso y Arenoso franco
	AG2 2	14°21'10.1 y 83°52'18.6''	Franco arenoso y Franco arenoso
	AG2 3	14°21'04.8'' y 83°52'17.6''	arenoso Franco y Franco arenoso
	AG2 4	14°21'09.8 y 83°52'18.2''	arenoso Franco y Franco arenoso
	AG2 5	14°21'07.6'' y	Franco arenoso

		83°52'14.3''	y Franco arenoso
	AG2 6	14°21'07.2 y 83°52'14.0''	Franco arenoso y Franco arenoso
	AG2 7	14°21'08.2'' y 83°52'13.7''	Franco arenoso y Franco arenoso
	AG2 8	14°21'06.8'' y 83°52'14.9''	Franco arenoso y Franco arenoso
	AG2 9	14°21'07.3'' y 83°52'15.2''	arenoso Franco y arenoso Franco
	AG2 10	14°21'04.7'' y 83°52'13.6''	Franco arenoso y arenoso Franco
	AG2 11	14°21'06.4'' y 83°52'12.5''	Franco arenoso y Franco arenoso
	AG2 12	14°21'06.1'' y 83°52'27.8''	arenoso Franco y Franco arenoso
	AG2 13	14°21'10.5'' y 83°52'29.6''	Arenoso franco y arenoso Franco
	AG2 14	14°21'11.8'' y 83°52'27.6''	Arenoso franco y Franco Arenoso
	AG2 15	14°21'16.8 y 83°52'30.1	Franco Arenoso y Franco Arenoso

Formato de campo Color

Cuadro de color Agrícola 1

P.F	Código de la muestra	Coordenadas	Resultado superficial y sub superficial
Color	AG1	14°21'06.6'' y 83°52'15.9''	2.5Yr/3/4 y 2.5Yr/3/3
	AG2	14°21'06.1 y 83°52'15.8''	10R/4/3 y 2.5Yr/2.5/3
	AG3	14°21'05.5'' y 83°52'15.6''	5Yr/3/4 y 7.5Yr/3/3
	AG4	14°21'06.6 y 83°52'14.2''	7.5Yr/3/3 y 2.5Yr/3/6
	AG5	14°21'06.9'' y 83°52'13.6''	10R/3/2 y 2.5Yr/3/3
	AG6	14°21'06.8 y 83°52'13.0''	10R/3/3 y 7.5Yr/3/4
	AG7	14°21'06.4'' y 83°52'12.7''	2.5Yr/2.5/3 y 5Yr/3/3
	AG8	14°21'05.8'' y 83°52'12.9''	7.5Yr/3/4 y 7.5Yr/2.5/2
	AG9	14°21'05.3'' y 83°52'13.2''	7.5Yr/2.5/2 y 7.5Yr/3/4
	AG10	14°21'04.7'' y 83°52'13.6''	5R/2.5/4 y 10R/3/4
	AG11	14°21'08.3'' y 83°52'13.6''	10R/3/6 y 2.5Yr/3/3
	AG12	14°21'08.9'' y 83°52'23.2''	2.5Yr/2.5/3 y 2.5Yr/3/3
	AG13	14°21'09.5'' y 83°52'25.0''	10R/4/8 y 2.5Yr/5/8
	AG14	14°21'09.6'' y 83°52'25.6''	7.5Yr/5/8 y 10Yr/5/6

	AG15	14°21'09.8 y 83°52'26.1	7.5Yr/5/6 y 10Yr/6/6
--	------	----------------------------	----------------------

Cuadro de color Agrícola 2

P.F	Código de la muestra	Coordenadas	Resultado superficial y sub superficial
Color	AG2 1	14°21'09.12'' y 83°52'16.8''	5R/3/5 y 7.5Ry/4/5
	AG2 2	14°21'10.1 y 83°52'18.6''	10R/3/4 y 2.5Yr/4/3
	AG2 3	14°21'04.8'' y 83°52'17.6''	5Yr/2/4 y 7.5Yr/7/2
	AG2 4	14°21'09.8 y 83°52'18.2''	7.5Yr/4/3 y 2.5Yr/4/5
	AG2 5	14°21'07.6'' y 83°52'14.3''	10R/4/3 y 2.5Yr/5/3
	AG2 6	14°21'07.2 y 83°52'14.0''	10R/4/5 y 7.5Yr/5/4
	AG2 7	14°21'08.2'' y 83°52'13.7''	2.5Yr/2.5/3 y 5Yr/3/3
	AG2 8	14°21'06.8'' y 83°52'14.9''	7.5Yr/3/4 y 7.5Yr/2.5/2
	AG2 9	14°21'07.3'' y 83°52'15.2''	7.5Yr5/2 y 7.5Yr/5/4
	AG2 10	14°21'04.7'' y 83°52'13.6''	5R/6/4 y 10R/3/4
	AG2 11	14°21'06.4'' y 83°52'12.5''	10R/3/6 y 2.5Yr/3/3
	AG2 12	14°21'06.1'' y 83°52'27.8''	2.5Yr/2.5/3 y 2.5Yr/3/3
	AG2 13	14°21'10.5'' y 83°52'29.6''	10R/4/8 y 2.5Yr/4/6
	AG2 14	14°21'11.8'' y	7.5Yr/3/8 y

		83°52'27.6''	10Yr/4/6
	AG2 15	14°21'16.8 y 83°52'30.1	7.5Yr/5/6 y 10Yr/6/6

Formato de campo pH

Cuadro de pH Agrícola 1

P. F	Código de la muestra	Coordenadas	Resultados Superficial y sub superficial
pH	AG1	14°21'06.6'' y 83°52'15.9''	5,0 Muy fuertemente ácido y 4,5 Extremadamente acido
	AG2	14°21'06.1 y 83°52'15.8''	5.6, Muy fuertemente ácido y 5,1 Muy fuertemente acido
	AG3	14°21'05.5'' y 83°52'15.6''	5,3 Muy fuertemente ácido y 5,2 Muy fuertemente acido
	AG4	14°21'06.6 y 83°52'14.2''	6,1 Ligeramente ácido y 5.6 Muy fuertemente acido
	AG5	14°21'06.9'' y 83°52'13.6''	5,6 Muy fuertemente ácido y 5,9 Muy fuertemente acido
	AG6	14°21'06.8 y 83°52'13.0''	4,5 Extremadamente ácido y 5,0 Muy fuertemente acido
	AG7	14°21'06.4'' y 83°52'12.7''	5,4 Muy fuertemente ácido y 6,4 Ligeramente acido
	AG8	14°21'05.8'' y 83°52'12.9''	4,9 Extremadamente ácido y 4,5 Extremadamente acido

	AG9	14°21'05.3'' y 83°52'13.2''	6,2 Ligeramente ácido y 6,5 Ligeramente ácido
	AG10	14°21'04.7'' y 83°52'13.6''	5,4 Muy fuertemente ácido y 6,2 Ligeramente ácido
	AG11	14°21'08.3'' y 83°52'13.6''	4.5 Extremadamente ácido y 4,7 Extremadamente ácido
	AG12	14°21'08.9'' y 83°52'23.2''	6,2 Ligeramente ácido y 5,8 Extremadamente ácido
	AG13	14°21'09.5'' y 83°52' 25.0''	6,1 Ligeramente ácido y 6,1 Ligeramente ácido
	AG14	14°21'09.6'' y 83°52'25.6''	5,1 Extremadamente ácido y 6,1 Ligeramente ácido
	AG15	14°21'09.8 y 83°52'26.1	6,3 Ligeramente ácido y 5,9 Extremadamente ácido

Cuadro de pH Agrícola 2

P. F	Código de la muestra	Coordenadas	Resultados superficial y sub
------	----------------------	-------------	------------------------------

			superficial
pH	AG2 1	14°21'31.3" y 83°51'55.5"	5,7 Medianamente ácido y 5,3 Fuertemente acido
	AG2 2	14°21'31.7 y 83°51'55.5"	6,2 Ligeramente ácido y 5,7 Medianamente acido
	AG2 3	14°21'32.4 y 83°51'56.6"	5,8 Medianamente ácido y 5,2 Muy fuertemente acido
	AG2 4	14°21'33.0 y 83°51'55.4"	5,5 Fuertemente ácido y 5,3 Fuertemente acido
	AG2 5	14°21'33.5 y 83°51'55.6"	4,9 Extremadamente ácido y 5,3 Muy fuertemente acido
	AG2 6	14°21'33.9" y 83°51'55.5"	6,3 Ligeramente ácido y 5,8 medianamente acido
	AG2 7	14°21'34.5 y 83°51'55.6"	5,4 Fuertemente ácido y 5,1 Muy fuertemente acido
	AG2 8	14°21'26.2" y 83°51'55.6"	6,4 Ligeramente ácido y 5,5 fuertemente acido
	AG2 9	14°21'07.9 y 83°51'56.5"	6,5 Ligeramente ácido y 5,8 Medianamente acido
	AG2 10	14°21'08.4" y 83°51'56.6	5,3 Fuertemente ácido y 5,1 Muy fuertemente acido
	AG2 11	14°21'08.8" y 83°51'56.8	5,9 Medianamente ácido y 5,3 Fuertemente acido
	AG2 12	14°21'08.8" y 83°51'56.7"	5,6 Fuertemente ácido y 5,0 Muy

			fuertemente acido
	AG2 13	14°21'08.6 y 83°51'56.4''	6,5 Ligeramente ácido y 5,8 Medianamente acido
	AG2 14	14°21'09.3 y 83°51'56.3''	6,2 Ligeramente ácido y 5,7 Medianamente acido
	AG2 15	14°21'09.6 y 83°51'56.4''	5,2 Fuertemente ácido y 5,7 Medianamente acido

Formato de campo Textura

Cuadro de textura Pecuario 1

P.F	Código de la muestra	Coordenadas	Resultado superficial y sub superficial
Textura	P1	14°21'16.3'' y 83°52'34.9	Arenoso franco y Franco arenoso
	P2	14°21'16.6 y 83°52'34.8''	Franco arenoso y Franco arenoso
	P3	14°21'17.1'' y 83°52'35.2''	Arenoso Franco y Arenoso franco
	P4	14°21'17.3 y 83°52'35.6''	Arenoso franco y Franco arenoso
	P5	14°21'18.2'' y 83°52'36.1''	Franco arenoso y Arenoso Franco
	P6	14°21'18.5 y 83°52'36.3''	Franco arenoso y Franco arenoso
	P7	14°21'18.3'' y 83°52'36.2''	Franco arenoso y Franco arenoso
	P8	14°21'18.7'' y 83°52'35.9''	Franco arenoso y Franco arenoso
	P9	14°21'19.1'' y 83°52'36.5''	Arenoso franco y Arenoso Franco
	P10	14°21'17.7''y	Franco arenoso y

		83°52'33.6''	Franco arenoso
	P11	14°21'15.6'' y 83°52'30.6''	Franco arenoso y Arenoso Franco
	P12	14°21'18.4'' y 83°52'32.2''	Arenoso franco y Franco Arenoso
	P13	14°21'19.1'' y 83°52' 37.0''	Arenoso franco y Franco arenoso
	P14	14°21'16.4'' y 83°52'34.4''	Arenoso franco y Arenoso franco
	P15	14°21'15.8 y 83°52'32.7	Franco Arenoso y Franco Arenoso

Cuadro de textura Pecuaría 2

P.F	Código de la muestra	Coordenadas	Resultado superficial y sub superficial
Textura	P2 1	14°21'14.3'' y 83°52'23.5''	Arenoso franco y Franco arenoso
	P2 2	14°21'14.7'' y 83°52'23.6''	Franco arenoso y Arenoso franco
	P2 3	14°21'15.2'' y 83°52'23.6''	Franco arenoso y Franco arenoso
	P2 4	14°21'14.9'' y 83°52'23.9''	Arenoso franco y Arenoso franco
	P2 5	14°21'14.3'' y 83°52'24.3''	Franco arenoso y Franco arenoso
	P2 6	14°21'13.9 y 83°52'23.9''	Franco arenoso y Franco arenoso
	P2 7	14°21'13.7'' y 83°52'23.7''	Franco arenoso y Franco arenoso
	P2 8	14°21'13.7'' y 83°52'23.8''	Franco arenoso y Franco arenoso
	P2 9	14°21'13.8'' y 83°52'22.9''	Arenoso franco y Arenoso franco
	P2 10	14°21'15.6'' y 83°52'22.9''	Franco arenoso y Arenoso franco
	P2 11	14°21'16.0'' y	Franco arenoso y

		83°52'23.2''	Arenoso Franco
	P2 12	14°21'15.5'' y 83°52'23.6''	Franco arenoso y Franco arenoso
	P2 13	14°21'15.1'' y 83°52'23.9''	Franco arenoso y Franco arenoso
	P2 14	14°21'14.4'' y 83°52'24.2''	Arenoso franco y Arenoso franco
	P2 15	14°21'23.9'' y 83°52'13.8	Franco Arenoso y Franco Arenoso

Formato de campo Color

Cuadro de color Pecuario 1

P.F	Código de la muestra	Coordenadas	Resultado superficial y sub superficial
Color	P1	14°21'16.3'' y 83°52'34.9	10R/4/5 y 2.5Yr/4/4
	P2	14°21'16.6 y 83°52'34.8''	5Yr /4/6 y 7.5Yr/6/7
	P3	14°21'17.1'' y 83°52'35.2''	5R/4/7 y 10R/5/6
	P4	14°21'17.3 y 83°52'35.6''	2.5Ry/3/7 y 10R/5/7
	P5	14°21'18.2'' y 83°52'36.1''	7.5Ry/6/4 y 5Yr/6/3
	P6	14°21'18.5 y 83°52'36.3''	5Ry/5/8 y 2.5Yr/4/2
	P7	14°21'18.3'' y 83°52'36.2''	7.5Ry/6/4 y 5Yr/4/7
	P8	14°21'18.7'' y 83°52'35.9''	10R/5/3 y 2.5Yr/6/4
	P9	14°21'19.1'' y 83°52'36.5''	7.5Yr/4/6 y 5Yr/4/7
	P10	14°21'17.7''y	5Ry/5/8 y 7.5Ry/6/4

		83°52'33.6''	
	P11	14°21'15.6'' y 83°52'30.6''	10R/5/6 y 10Yr/5/4
	P12	14°21'18.4'' y 83°52'32.2''	5Yr/5/6 y 10Yr/6/3
	P13	14°21'19.1'' y 83°52'37.0''	10R/3/6 y 2,5Ry/4/6
	P14	14°21'16.4'' y 83°52'34.4''	7.5Ry/3/7 y 10R/3/7
	P15	14°21'15.8 y 83°52'32.7	7.5Yr/4/8 y 5R/3/6

Cuadro de color Pecuario 2

P.F	Código de la muestra	Coordenadas	Resultado superficial y sub superficial
Color	P2 1	14°21'14.3'' y 83°52'23.5''	10R/5/1 y 7.5R/3/5
	P2 2	14°21'14.7'' y 83°52'23.6''	5Yr /4/6 y 10R//
	P2 3	14°21'15.2'' y 83°52'23.6''	5R/4/7 y 10R/4/6
	P2 4	14°21'14.9'' y 83°52'23.9''	2.5Yr/4/3 7.5Ry/5/7
	P2 5	14°21'14.3'' y 83°52'24.3''	10R/5/4 y 7.5Yr/3/5
	P2 6	14°21'13.9 y 83°52'23.9''	7.5R/3/7 y 10R/5/3
	P2 7	14°21'13.7'' y 83°52'23.7''	7.5Ry/6/5 y 5Yr/4/6
	P2 8	14°21'13.7'' y 83°52'23.8''	10Yr/6/4 y 5Yr/4/2
	P2 9	14°21'13.8'' y	5Yr/4/6 y

		83°52'22.9''	10R/4/7
	P2 10	14°21'15.6'' y 83°52'22.9''	7.5Yr /4/7 y 5Yr/3/6
	P2 11	14°21'16.0'' y 83°52'23.2''	2.5Yr/5/7 y 5R/4/6
	P2 12	14°21'15.5'' y 83°52'23.6''	10R/4/5 y 5Yr/4/ 8
	P2 13	14°21'15.1'' y 83°52'23.9''	10Yr/6/4 y 7.5Yr/4/7
	P2 14	14°21'14.4'' y 83°52'24.2''	7.5Ry/4/2 y 5YR/6/2
	P2 15	14°21'23.9'' y 83°52'13.8	10R/5/7 y 5Yr/4/7

Formato de campo de pH

Cuadro de pH Pecuario 1

P. F	Código de la muestra	Coordenadas	Resultados superficial y sub superficial
pH	P1	14°21'16.3'' y 83°52'34.9	5,7 Medianamente ácido y 5,3 Fuertemente ácido
	P2	14°21'16.6 y 83°52'34.8''	5,1 Muy Fuertemente ácido y 5,8 Medianamente ácido
	P3	14°21'17.1'' y 83°52'35.2''	5,8 Medianamente ácido y 5,4 fuertemente ácido
	P4	14°21'17.3 y 83°52'35.6''	4,9 Extremadamente ácido y 5,3 Fuertemente ácido
	P5	14°21'18.2'' y 83°52'36.1''	6,4 Ligeramente ácido y 5,8 Medianamente ácido
	P6	14°21'18.5 y	5,7 Medianamente

		83°52'36.3''	ácido y 5,5 Fuertemente acido
	P7	14°21'18.3'' y 83°52'36.2''	6,2 ligeramente ácido y 5,8 Fuertemente acido
	P8	14°21'18.7'' y 83°52'35.9''	6,4 Ligeramente ácido y 5,5 fuertemente acido
	P9	14°21'19.1'' y 83°52'36.5''	5,1 Muy fuertemente ácido y 4,7 Extremadamente acido
	P10	14°21'17.7'' y 83°52'33.6''	5,1 Muy fuertemente ácido y 5,4 Fuertemente acido
	P11	14°21'15.6'' y 83°52'30.6''	6,3 Ligeramente ácido y 6,6 Muy ligeramente acido
	P12	14°21'18.4'' y 83°52'32.2''	5,5 fuertemente ácido y 5,1 Muy fuertemente acido
	P13	14°21'19.1'' y 83°52' 37.0''	6,5 Ligeramente ácido y 5,8 Medianamente acido
	P14	14°21'16.4'' y 83°52'34.4''	5,0 muy fuertemente ácido y 5,7 Medianamente acido
	P15	14°21'15.8 y 83°52'32.7	5,2 Fuertemente ácido y 5,7 Medianamente acido

Cuadro de pH Pecuario 2

P. F	Código de la muestra	Coordenadas	Resultados superficial y sub superficial
PH	P2 1	14°21'14.3'' y	5,4 Fuertemente ácido y

		83°52'23.5''	5,2 Fuertemente ácido
	P2 2	14°21'14.7'' y 83°52'23.6''	5,8 Medianamente ácido y 6,1 Medianamente ácido
	P2 3	14°21'15.2'' y 83°52'23.6''	6,3 Ligeramente ácido y 5,1 Fuertemente ácido
	P2 4	14°21'14.9'' y 83°52'23.9''	5,8 Medianamente ácido y 5,5 Medianamente ácido
	P2 5	14°21'14.3'' y 83°52'24.3''	5,4 Fuertemente ácido y 5,0 Fuertemente ácido
	P2 6	14°21'13.9 y 83°52'23.9''	5,7 Medianamente ácido y 5,5 Fuertemente ácido
	P2 7	14°21'13.7'' y 83°52'23.7''	6,2 ligeramente ácido y 5,2 Muy fuertemente ácido
	P2 8	14°21'13.7'' y 83°52'23.8''	5,4 Fuertemente ácido y 5,5 Fuertemente ácido
	P2 9	14°21'13.8'' y 83°52'22.9''	5,1 Fuertemente ácido 4,7 Extremadamente ácido
	P2 10	14°21'15.6'' y 83°52'22.9''	5,1 Muy fuertemente ácido y 5,4 Fuertemente ácido
	P2 11	14°21'16.0'' y 83°52'23.2''	5,2 Fuertemente ácido y 5,4 Fuertemente ácido
	P2 12	14°21'15.5'' y 83°52'23.6''	5,8 Medianamente ácido y 5,1 Fuertemente ácido
	P2 13	14°21'15.1'' y 83°52'23.9''	5,4 Fuertemente ácido y 5,8 Medianamente ácido
	P2 14	14°21'14.4'' y 83°52'24.2''	5,0 muy fuertemente ácido y 5,7 Medianamente ácido
	P2 15	14°21'23.9'' y 83°52'13.8	5,8 Medianamente ácido y 5,7 Medianamente ácido

