

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA

(UNAN - Managua)

FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA DE ESTELÍ

(FAREM-Estelí)

Recinto Universitario Leonel Rugama Rugama



Tema: Toposecuencia de disponibilidad de nutrientes en ecosistemas de la comunidad La Concepción municipio La Trinidad- Estelí.

Autores.

Br. Aarón Josué Moreno Moreno.

Br. Juan Carlos Santos García.

Br. Pablo Josué Vallecillo Tórrez.

Tutor:

M. Sc. Kenny López Benavides.

Enero de 2016

Tabla de Contenido

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
RESUMEN.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. JUSTIFICACIÓN.....	3
III. OBJETIVOS	4
IV. MARCO TEÓRICO.....	5
4.1 Toposecuencia.....	5
4.2 Suelo.....	5
4.3 Calidad del suelo	6
4.4 Formación del suelo	6
4.5 Parcela productiva	7
4.6 Bosque.....	7
4.7 Bosque seco.....	7
4.8 Equilibrio de nutrientes	8
4.9 Importancia de estimar el balance de nutrientes.....	9
4.10 Ciclo de nutrientes.....	9
4.11 Textura y estructura	12
4.11.1 Estudio de la estructura del suelo.....	13
4.12 Tipos de nutrientes del suelo.....	15
4.18 Efecto de la topografía.....	21
V. HIPÓTESIS	22
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	23
VII. RESULTADOS Y DISCUSION.....	26
VIII. CONCLUSIONES.....	39
IX. RECOMENDACIONES.....	40
X. BIBLIOGRAFÍA.....	41
XI. ANEXO.....	45

DEDICATORIA

A DIOS por ser el centro de vida y sabiduría para lograr, el objetivo. A los padres que han sido el motor que impulsa día con día, por el camino al éxito. También a cada amigo que han estado presentes durante estos cinco años de carrera y han sido una fuente de apoyo.

AGRADECIMIENTOS

A los profesores que han facilitado múltiples conocimientos para formar profesionales. A M.Sc Kenny López Benavides por su apoyo incondicional, por toda su paciencia y el tiempo que nos brindó en la asignatura (seminario de graduación), por las correcciones e ideas que hicieron posible la elaboración del documento, a nuestros amigos con los cuales se compartió conocimientos y experiencias para formarnos como profesionales, a UNEN-FAREM-Estelí quien brindo ayuda financiero para realizar los análisis de suelo. También por su apoyo incondicional en los cinco años de estudios.

RESUMEN

La investigación se realizó en la comunidad La Concepción municipio de La Trinidad-Estelí. A fin de evaluar la disponibilidad de nutrientes del suelo en dos ecosistemas, parcela productiva de maíz y frijol y bosque conservado como una toposecuencia para la toma de decisiones efectivas en el manejo adecuado de estos sistemas.

Se llevaron a cabo cuatro pasos, el primero se realizó extracción de muestras por cada sistema en la cual se tomaron 10 muestras en ambas parcelas, estas se homogenizaron para obtener 1kg de suelo por cada sistema, El segundo se enviaron dichas muestras al laboratorio para obtener el informe de los análisis de nutrientes una vez obtenidos los resultados se hizo la interpretación de análisis a través de la tabla de niveles críticos y la comparación entre ecosistemas. Una vez realizado la interpretación del análisis y la comparación se obtuvieron los siguientes resultados, macro y micronutrientes con nivel alto, medio y bajos en los dos sistemas donde hubo una diferencia significativa entre la parcela productiva y el bosque.

Al comparar micronutrientes y macronutrientes de los sistemas se obtuvo resultados diferentes ya que se encontró concentraciones altas y bajas en ambos sistemas. Se logró determinar que en la parcela de producción de maíz y frijol y la parcela de bosque se encuentran una similitud respecto a nutrientes con un nivel bajo como lo es el fósforo y zinc indicando que hay un déficit de estos nutrientes, se concluyó que en los dos sistemas la disponibilidad tanto de fósforo como zinc difieren en las concentraciones presentes en el suelo. Identificamos que la parcela de bosque presenta mayor concentración de macro nutrientes como lo es nitrógeno, potasio y calcio, en cambio la parcela de producción de maíz y frijol existe una mayor disponibilidad de micronutrientes como lo son manganeso, cobre, hierro. Esto Indica que en la parcela de producción existe una mayor extracción y pérdida de macronutrientes.

Palabras claves: Toposecuencia, comparación, interpretación, homogenizaron, concentraciones, extracción.

I. INTRODUCCIÓN

La Toposecuencia es un conjunto de suelos que aparecen ligados genéticamente (unos a otros) y en los que cada uno de ellos ha cedido o ha recibido algunos de sus elementos constituyentes. En este sentido la topografía aparece como uno de los elementos o factores más importantes ya que la pendiente actúa de manera decisiva en la edafogénesis (valdivia, 2011).

La “calidad del suelo” ha sido definida como la capacidad que tiene éste para funcionar adecuadamente dentro de un ecosistema; es decir, proporcionar ciertos servicios a las plantas, los animales y el ambiente, de acuerdo a su uso específico o multifuncional (Doran,J,W Y Parkin,B,T, 1994) Cada función del suelo integra, o es el resultado, de la interacción de las diversas propiedades físicas, químicas y biológicas, las cuáles, son susceptibles de ser empleadas como indicadores de calidad, siempre que puedan ser medidas cualitativa o cuantitativamente y den idea sobre qué tan adecuadamente funciona el suelo. De acuerdo con Hunnemayer et al. (1997) los indicadores de calidad edáfica permitirían:

- a) analizar la situación actual e identificar los puntos críticos con respecto a su sostenibilidad como medio productivo o recurso natural importante para la calidad de vida o el mantenimiento de la biodiversidad.
- b) analizar los posibles impactos antes de una intervención.
- c) evaluar el impacto de las intervenciones.
- d) ayudar a determinar si el uso del recurso es sostenible.

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

Los análisis de disponibilidad de nutrientes es una alternativa con múltiples propósitos porque permite determinar los niveles (bajo, medio, alto) de nutriente presente en el suelo, y comparar entre los dos ecosistema de estudio, para conocer cuál de ellos presenta mejor calidad del suelo.

En la zona norte del país la producción es afectada debido a que los suelo se encuentra en mal estado (Desequilibrio de nutrientes y Pérdida de la capa fértil). A esta problemática, los productores para mantener una producción estable aplican fertilizantes químicos de alto costo, Sin saber cuál es la demanda de nutrientes que necesita cada suelo según el tipo de producción.

En esta investigación se evaluaron dos ecosistema (bosque bien conservado y parcela de producción) en la comunidad La Concepción donde se realizaron cinco etapas de investigación para alcanzar los objetivos propuesto.

II. JUSTIFICACIÓN

El análisis de suelos es una herramienta de gran utilidad para diagnosticar problemas nutricionales y establecer recomendaciones de fertilización. Entre sus ventajas se destaca por ser un método rápido y de bajo costo, que le permite ser utilizado ampliamente por agricultores y empresas.

Con el análisis de suelos se pretende determinar el grado de suficiencia o deficiencia de los nutrientes del suelo en los dos ecosistemas elegidos bosque conservado y parcela productiva, comparar la disponibilidad de nutrientes de ambos ecosistemas, determinar mediante los estudios de laboratorio cual ecosistema presenta mayor ventaja nutritiva y también determinar los factores que están influyendo en los ecosistemas que permiten que haya esta disponibilidad o déficit nutritivo. Brindar recomendaciones a los productores de la comunidad para que le den un mejor uso a sus suelos y que logren aplicar únicamente los nutrientes que presentan déficit en las parcelas de producción para lograr una mayor eficiencia tanto económica como productiva.

La importancia de este estudio es darle ventajas económicas al productor debido a que en la actualidad los costos de producción es muy alto y las ganancias son muy pocas. Al determinar la disponibilidad de nutriente que es el resultado del análisis del laboratorio. Se conoce cuál es el déficit de nutrientes del suelo y de esta manera aplicar solo lo que el suelo necesita por ejemplo: si un suelo tiene fósforo (P) de 21 ppm y potasio (K) mayor de 0.6 meq/100mg no es necesario que se le aplique el fertilizante foliar triple 20 que es muy utilizado, debido que este suelo posee en buenas cantidades (P y K) según la tabla de niveles. (Tabla 7) Este fertilizante de 25 kg su precio es de 1600 córdobas y un agricultor utiliza 25 kg en una manzana de frijol durante periodo de producción. En este caso el agricultor economiza mil seiscientos córdobas por manzana.

III. OBJETIVOS

3.1 General

Evaluar la disponibilidad de nutrientes del suelo en dos ecosistemas de la comunidad La Concepción del municipio de la Trinidad-Estelí: bosque conservado y cultivos anuales a fin de la toma de decisiones efectivas para el manejo adecuado de los agroecosistemas.

3.2 Específicos

3.2.1 Determinar los niveles de nutrientes en ecosistemas de bosque conservado y cultivos anuales

3.2.2 Comparar la disponibilidad de nutrientes entre los ecosistemas estudiados.

3.2.3 Determinar el requerimiento de nutrientes de la parcela en función del establecimiento de los cultivos de maíz y frijol.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1 Toposecuencia

Conjunto de suelos que aparecen ligados genéticamente unos a otros, y en los que cada uno de ellos ha cedido o ha recibido algunos de sus elementos constituyentes. En este sentido la topografía aparece como uno de los elementos o factores más importantes ya que la pendiente actúa de manera decisiva en la edafogénesis. (valdivia, 2011)

4.2 Suelo

Según su especialidad así se define el suelo y su funciones, por ejemplo para un ingeniero civil el suelo es la base donde se apoya el cimiento del edificio o carretera; para el geólogo, podría ser su interés en la composición química de los materiales de las rocas, para un agricultor es la tierra donde siembra; para un especialista en suelo es un ecosistema con vida propia, proveedor de las plantas el cual hay que proteger y para un agrónomo es la capa más superficial de la tierra donde las plantas hunden sus raíces, encuentra sostén y absorbe los nutrientes (como Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio). (Tellez, Febrero-2012)

El suelo es un material no consolidado que está en constante cambio, de origen variable, sirve de nexo entre lo inorgánico (minerales proveniente de la descomposición de roca) y lo orgánico (materiales vegetales y animales). formando un ecosistema semirenovable, susceptible de clasificarse proveedor de calor, aire, humedad, minerales y soporte a las plantas transformando de la energía solar...afirmar que el suelo es un transformador que recibe energía solar, la transforma, la trasmite, por lo que se produce meteorización, evapotranspiración, enfriamiento y calentamiento, reacciones orgánica tipo exotérmica (libera energía) y endotérmica (consume energía) y esas acciones dan lugar a la existencia de los micro y macroorganismos. (ARIAS, 1998)

4.3 Calidad del suelo

Las definiciones más recientes de calidad del suelo se basan en la multifuncionalidad del suelo y no sólo en un uso específico, pero este concepto continúa evolucionando (Singer y Ewing, 2000). Estas definiciones fueron sintetizadas por el Comité para la Salud del Suelo de la Soil Science Society of América (Karlen et al., 1997) como la capacidad del suelo para funcionar dentro de los límites de un ecosistema natural o manejado, sostener la productividad de plantas y animales, mantener o mejorar la calidad del aire y del agua, y sostener la salud humana y el hábitat. (A. Bautista Cruz, J. Etchevers Barra, R.F. del Castillo, C. Gutiérrez, Mayo 2004)

4.4 Formación del suelo

También se le conoce como (EDAFOGÉNESIS). El proceso es paralelo al de la sucesión ecológica. Factores que lo condicionan:

4.4.1 El clima: condiciona el tipo de meteorización y los flujos verticales.

La temperatura: influye sobre la velocidad de las reacciones y sobre los organismos que viven en él.

El agua (moviéndose por los poros o por capilaridad) es el agente movilizador (lixiviación): eluviación pérdida de sales o humus por lavado. Iluviación acumulación de sales o humus en un determinado horizonte. Estos movimientos pueden suceder hacia abajo pero también hacia arriba (por intensa evaporación).

4.4.2 La topografía:

La pendiente afecta a la estabilidad o erosión.

La orientación condiciona la climatología (solanas y umbrías).

4.4.2.1 La naturaleza de la roca madre: Afecta fundamentalmente en las primeras etapas: resistencia a la erosión, grado de disgregación, porosidad,...

4.4.2.2 Organismos: enriquecen en materia orgánica, airean, meteorizan, sujetan.

4.4.2.3 El tiempo transcurrido: son procesos muy lentos que generan que el suelo sea considerado un recurso no renovable ya que su tiempo de reposición es mucho más prolongado que la capacidad de destrucción.

4.4.2.4 La influencia de las actividades humanas: Casi siempre negativa. . (Ortega., 2012)

4.5 Parcela productiva

Es una pequeña proporción de tierra bien definida, por mediadas en m² con el fin de producir determinado cultivo. Estas extensiones grandes o pequeñas de terreno poseen caracteriza similares y única al resto de terreno que lo rodea entre la única se encuentra los tipos de nutriente y similares: clima, precipitación y tipo de suelo.

4.6 Bosque

Lo que caracteriza a un bosque no es la presencia de árboles más o menos altos, sino su densidad, o sea, el grado de cobertura de las especies arbóreas en relación a la superficie cubierta. Dependiendo de la densidad, una formación vegetal podrá tener una fisonomía más abierta (tipo *sabana*) o más cerrada (tipo *bosque*). (Guix, 2010)

4.7 Bosque seco

El bosque seco, también conocido como bosque xerófilo o selva seca, es un amplio ecosistema con una densa vegetación arbolada que alterna entre climas lluviosos y climas secos. También son conocidos como bosques secos tropicales y es uno de los catorce biomas en los que se clasifican las ecorregiones del planeta Tierra.

El bosque seco tiene un clima cálido durante casi todo el año y las temperaturas suelen rondar los 25 y 30 °C. Las lluvia son un poco abundantes durante el invierno, pero durante el resto del año casi no se registran grandes precipitaciones. (EcologiaHoy, 2010)

4.8 Equilibrio de nutrientes

El balance de nutrientes El balance de nutrientes resulta de la diferencia entre la cantidad de nutrientes que entran y que salen de un agrosistema o unidad productiva determinado. En general, estos balances se consideran para la capa de suelo explorada por las raíces en períodos anuales. Esta definición permite estimar balances nutricionales de una parcela en una campaña agrícola a partir de los nutrientes que se extraen del suelo en los productos cosechados (granos, forrajes, frutos, etc.) o en los productos animales, así como en los restos de cultivos que son transferidos a otras parcelas. (Victor González & Fernando Pomares, 2008)

Las entradas de nutrientes se estiman a partir de las cantidades de fertilizantes o abonos orgánicos aplicados y su concentración en nutrientes. Las entradas principales de nutrientes al suelo están constituidos por los aportados con los fertilizantes, abonos orgánicos (incluyendo residuos de cultivos no generados en la misma parcela) y, en el caso del nitrógeno (N), por la fijación de N₂ vía simbiótica y asimbiótica del aire, cuyas cantidades varían según especie, condiciones ambientales y de manejo.

Las salidas de nutrientes pueden ser estimadas a partir de las concentraciones promedio en los productos cosechados. Las concentraciones indicadas en tablas son referencias promedio, ya que existen variaciones importantes en la concentración de nutrientes en las cosechas según las condiciones ambientales y de manejo. (Victor González & Fernando Pomares, 2008)

4.9 Importancia de estimar el balance de nutrientes

La importancia de estimar el balance de nutrientes, ya sea a nivel de país, región, finca o parcela, radica en que los balances negativos (aplicar menos nutrientes de los que se extraen con las cosechas), provocan una disminución de la fertilidad de los suelos, afectando la productividad y rentabilidad del sistema y degradando el recurso suelo. Por otra parte, balances exageradamente positivos (aplicar más nutrientes de los que se extraen con los productos cosechados), dan lugar a bajas eficiencias de uso de los nutrientes y pobres resultados económicos, pudiendo generar desequilibrios nutricionales y/o problemas de contaminación ambiental. (Victor Gonzálve & Fernando Pomares, 2008)

4.10 Ciclo de nutrientes

4.10.1 Nitrógeno

Entradas: Las entradas de N orgánico provienen de los residuos de corral, biosólidos, residuos de plantas y la fijación por organismos del suelo. Las entradas de N inorgánico provienen de la aplicación de los fertilizantes comerciales y de las deposiciones hechas por las lluvias. La producción de los fertilizantes nitrogenados es también un proceso de fijación que convierte el N atmosférico a formas concentradas más solubles.

Transformaciones: El N que entra en el suelo está sujeto a muchas transformaciones. La cantidad y tipo de reacciones son las mismas, sin importar si la fuente es orgánica o inorgánica. Sin embargo, la fuente determina que transformaciones son las que dominan. El N de las fuentes orgánicas pasa a formar parte de la materia orgánica del suelo. Una parte de este N se convierte en N inorgánico a través del proceso llamado mineralización. El N inorgánico puede convertirse en N orgánico a través del proceso de inmovilización. Por esta razón, una porción del N aplicado, ya sea que provenga de fuentes orgánicas o inorgánicas, pasa a formar parte de la materia orgánica del suelo, mientras que otra porción está presente como N inorgánico.

Salidas: El N puede perderse en el suelo de varias maneras. Los cultivos remueven del campo el N acumulado en las partes cosechadas de las plantas. El N en la materia orgánica y el N fijado como NH_4^+ en las arcillas pueden perderse con la pérdida de suelo por erosión. El NH_4^+ y el NO_3^- en solución pueden perderse en el agua de escorrentía. El NO_3^- , debido a que no es retenido por los coloides del suelo, puede perderse hacia la tabla de aguas por lixiviación dependiendo de la profundidad de la tabla de aguas y la cantidad de evaporación y transpiración del suelo. En condiciones de suelo húmedo, el NO_3^- puede convertirse a formas gaseosas de N a través del proceso llamado de nitrificación. Estos gases regresan a la atmósfera. Una de estas formas gaseosas de N, el óxido nitroso (N_2O), es un gas invernadero. Finalmente, el NH_4^+ puede convertirse en gas amoníaco (NH_3) y regresar a la atmósfera mediante el proceso denominado volatilización.

4.10.2 Fósforo

Entradas: En el caso del N, el P puede añadirse al suelo con fuentes orgánicas o inorgánicas. Las fuentes orgánicas son las mismas que para el N, es decir residuos de corral, biosólidos y residuos de plantas. Las fuentes inorgánicas son los fertilizantes comerciales y los minerales primarios del suelo. Los minerales del suelo liberan P a través del proceso de meteorización. Al contrario del N, no existe fijación biológica de P y la contribución por deposición atmosférica es muy baja.

Transformaciones: La materia orgánica del suelo es tan importante para el P como lo es el N. Como con el N, la mineralización libera P inorgánico de las fuentes orgánicas del suelo. La inmovilización es el proceso inverso que convierte el P inorgánico a formas orgánicas. Sin importar si el P proviene de fuentes orgánicas o inorgánicas, una porción de este P existe en forma orgánica y otra en forma inorgánica en el suelo. El P inorgánico en la solución del suelo está presente en dos formas diferentes: ortofosfato primario ($\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$) y el ortofosfato secundario (HPO_4^{-2}). Estas formas de P en la solución del suelo reaccionan fuertemente con la superficie de las arcillas (minerales secundarios) y otros compuestos. Ocurren dos reacciones primarias: adsorción y precipitación. En las reacciones de

adsorción, el P es fuertemente retenido en la superficie de los minerales. En las reacciones de precipitación, el P puede reaccionar con otras especies químicas en solución o con la superficie de los minerales, formando compuestos insolubles. Los dos tipos de reacciones dejan poco P en la solución del suelo. Una parte del P adsorbido y una parte del P precipitado, pueden resolubilizarse y regresar a la solución del suelo a través de reacciones de de-adsorción. Las plantas pueden utilizar solamente el P en la solución del suelo. Una vez asimilados por las plantas, el HPO_4^{-2} y el $\text{H}_2\text{PO}_4^{-2}$ son convertidos a formas orgánicas, como la adenosina difosfato (ADP) y la adenosina trifosfato (ATP).

Salidas: Existen varios sitios por donde el P puede perderse del suelo. El P se pierde del suelo cada vez que se saca del campo la cosecha de un cultivo. Debido a que el P está retenido fuertemente en la fase sólida del suelo, también puede perderse a través de la erosión. Además, el P en solución puede perderse por escorrentía. Existe cierta evidencia de que el P de los fertilizantes más solubles es más susceptible a estas pérdidas que otras fuentes menos solubles. La última salida de P del suelo es por de lixiviación en suelos que tienen superficies menos reactivas, por ejemplo, suelos muy arenosos en áreas de alta precipitación donde se han hecho aplicaciones muy altas de P. También existe evidencia que sugiere que las aplicaciones de residuos de corral producen un mayor moviendo de P a través del perfil del suelo que las formas inorgánicas de P.

4.10.3 Potasio

Entradas: Las entradas de K son idénticas a las del P: residuos de corral, biosólidos, residuos de plantas, fertilizantes comerciales y a través de la meteorización de los minerales en el suelo. Sin embargo, a diferencia del P, el K en las fuentes orgánicas está presente como K inorgánico y no como un componente estructural de los compuestos orgánicos.

Transformaciones: Debido a que no es parte de la estructura de los componentes orgánicos, el K no está sujeto a los procesos de mineralización o inmovilización. El

K inorgánico es soluble y es la única forma como lo toman las plantas. Después que la planta absorbe el ión K (K^+), éste permanece en forma inorgánica dentro de la planta.

Las reacciones dominantes del K^+ inorgánico en la solución son reacciones de intercambio, que permiten que el K^+ sea retenido en las cargas negativas de la superficie de los minerales del suelo. Este K^+ puede liberarse para regresar a la solución del suelo. Al igual que el NH_4^+ , el K^+ puede fijarse entre las capas desiertas arcillas. Una parte de este K fijado puede regresar a la solución del suelo si existe un gradiente de potencial químico lo suficientemente alta.

Salidas: Como en el caso del N y el P, el K se pierde del suelo por medio de la extracción del campo de la cosecha de los cultivos. El K adsorbido y fijado en el suelo puede perderse por erosión. En suelos con bajo potencial de adsorción y fijación, en áreas de alta precipitación, el K se puede perder hacia la tabla de aguas por lixiviación.

El estudio de los ciclos de los nutrientes N, P y K revela que las fuentes orgánicas e inorgánicas están sujetas al mismo tipo de reacciones y se pierden de la misma forma. Sin importar cuál es la fuente aplicada, una parte del N y del P se transforman a formas orgánicas o inorgánicas en el suelo. El K, sin embargo, no es parte estructural de los compuestos orgánicos. El conjunto de transformaciones que sufren los nutrientes son las mismas sin importar la fuente (orgánica o inorgánica). Sin embargo, las transformaciones que dominan dependen de la fuente. (Murrell, 2003)

4.11 Textura y estructura

Entre las propiedades físicas de los suelos que más ampliamente han utilizado los científicos como indicadores de calidad se encuentran la textura y la estructura. La importancia de estas propiedades reside, en que de ellas depende el comportamiento del aire y del agua en el suelo. El conocimiento de la textura del

suelo también permite Interpretar el comportamiento del mismo frente al laboreo, es interesante para conocer la relación agua-suelo, e incluso afecta a la retención de agua y nutrientes, ya que los suelos arcillosos son capaces de retener una mayor cantidad de agua y nutrientes (especialmente si están cargados positivamente), que los suelos arenosos. Por otro lado, la formación de agregados estables desempeña un papel fundamental en la calidad del suelo, ya que también protegen la materia orgánica de la descomposición microbiana, favorecen el incremento del espacio poroso, y por tanto, el movimiento y almacenaje de agua en el suelo, disminuyen la erosión y favorecen el desarrollo radicular y actividad de la comunidad microbiana (Tate, 1995). De acuerdo con esto, la estructura del suelo está relacionada en última instancia con la mayor parte de los indicadores de calidad descritos en la bibliografía (Larson y Pierce, 1991; Doran y Parkin, 1994).

4.11.1 Estudio de la estructura del suelo

4.11.1.1 Métodos directos:

Los métodos directos de estudio de la estructura están en relación con el nivel de reconocimiento empleado, y por tanto, con el tamaño de las unidades estructurales observadas y los instrumentos empleados en la observación. No obstante, los límites de tamaño no están estrictamente definidos, pudiéndose emplear distintas metodologías para observar los elementos de tamaños intermedios entre dos niveles de reconocimiento.

4.11.1.2 Métodos empleados a nivel macroscópico:

La mayoría de los métodos de estudio empleados a nivel macroscópico se realizan en el campo, y consisten en la observación visual, o con lupa de bajo aumento, de las características de la estructura del suelo, para proceder posteriormente a clasificarla de acuerdo con las sistemáticas correspondientes. Al realizarse en campo, no requieren normalmente técnicas de procesamiento previas, realizándose además la observación a la humedad de campo. No obstante, se pueden emplear diferentes métodos para el traslado de los agregados de suelo al

laboratorio, y su posterior conservación de una forma más o menos intacta; tales métodos incluyen el empleo de cajas kubiena, impregnación con resinas, etc.

4.11.1.3 Métodos empleados a nivel microscópico:

Los métodos de estudio de la estructura a nivel microscópico se realizan normalmente en el laboratorio, por tanto, se necesitan emplear métodos de transporte y de preparación de las muestras que no alteren la estructura original, o lo hagan en el menor grado posible. Además, hay que controlar las condiciones de humedad, que serán distintas que las de la muestra natural, debiendo ser tenidas en cuenta a la hora de extraer conclusiones.

Entre los métodos que se incluyen para el estudio de la microestructura, destacan el instrumental óptico con radiación electromagnética de la zona del visible o ultravioleta cercano.

La preparación de las muestras requiere, en muchos casos, de un proceso complejo como es la inclusión en resinas plásticas, corte y pulimentado de los bloques obtenidos, para la preparación de láminas delgadas. Dicha inclusión requiere una deshidratación previa de la muestra que suele realizarse al aire, o bien en caliente o al vacío. También se emplean técnicas de sustitución del agua presente en la muestra, empleando punto crítico o bien mezclas de etanol-disolventes orgánicos previas a la inclusión, de forma similar a como se realiza en la preparación de muestras de origen biológico.

El microscopio petrográfico de luz polarizada permite extraer junto con la información estructural, información mineralógica y genética pudiendo emplearse para estudios de microfábrica del suelo. Esta técnica cuenta con gran tradición y está en la actualidad muy desarrollada, constituyendo una disciplina dentro de la edafología, denominada micromorfología de suelos.

4.12 Tipos de nutrientes del suelo

4.12.1 Densidad aparente:

Otra propiedad física de los suelos comúnmente usadas como indicadores de calidad es la densidad aparente (razón de la masa de suelo seco al volumen de dicho suelo en su estado natural, es decir, considerando el volumen ocupan las partículas sólidas y los poros), que obviamente determina los cambios que inducen a perturbaciones en los suelos, debido a las actividades antrópicas como el arado, el tráfico de maquinaria pesada, los cultivos, la compresión por animales, etc. (Doran and Parkin, 1996). De esta forma, la densidad aparente puede servir como un indicador de la compactación del suelo y de las restricciones relativas al crecimiento de las raíces. De forma indirecta, influye en el ritmo de infiltración de los suelos, y por tanto, en la erosión de los mismos.

4.12.3 Capacidad de retención de agua:

La capacidad de retención del agua puede cambiar lentamente a través de cambios que se producen en la materia orgánica de los suelos, aunque también puede cambiar rápidamente con eventos de arado que sean lo suficientemente vigorosos como para pulverizar el suelo, y que influyen en el transporte y retención de agua en los suelos, y de forma indirecta en los procesos de erosión.

4.12.4 Porosidad:

La porosidad del suelo nos da una idea del comportamiento del mismo frente al agua, indicándonos posibles fenómenos de encharcamiento, y por tanto, de asfixia radicular, pérdidas de nutrientes por lavado, etc., además de influir en el almacenamiento de agua, e influir indirectamente en la erosionabilidad de los suelos. La porosidad está muy relacionada con otras propiedades de los suelos como la estructura y textura. Así, los suelos que poseen una estructura mi gajosa, la porosidad total es máxima, y los que presentan una estructura masiva o inestable, presentan una porosidad total muy baja. Por otro lado, los suelos arenosos favorecen la porosidad, frente a los suelos arcillosos, que suelen ser

asfixiantes e impermeables. Desde el punto de vista de la calidad del suelo, los suelos de mayor calidad serán aquellos que posean un volumen equilibrado de microporos (volumen de poros ocupado por el agua después del drenaje de agua gravitacional, con un diámetro inferior a 8 μm) y macroporos (volumen de poros ocupados por aire después del drenaje de agua gravitacional, con un diámetro superior a 8 μm).

4.12.5 Materia orgánica

El concepto de materia orgánica del suelo (MOS) hace referencia a todas las formas de carbono orgánico que lo constituyen. La materia orgánica edáfica representa un componente mayoritario de las reservas de C en la corteza terrestre (Kögel-Knabner, 1993). Su contenido, no obstante, puede ser muy variable, abarcando valores desde menos de un 10 g kg⁻¹ en suelos semiáridos, hasta cerca del 800 g kg⁻¹ en suelos orgánicos (Schnitzer, 1991). Bajo la denominación de materia orgánica se engloba tanto los restos orgánicos de plantas y animales en distintas etapas de degradación, como los compuestos de síntesis microbiológica y/o química, y los cuerpos de microorganismos y pequeños animales, vivos o muertos, del suelo (Schnitzer & Khan, 1972).

4.12.5.1 Importancia de la materia orgánica en la calidad del suelo

La materia orgánica ejerce una serie de acciones beneficiosas sobre el suelo que se pueden atribuir principalmente a las propiedades coloidales de las sustancias húmicas. Así, en el aspecto físico, la materia orgánica favorece la agregación de las partículas del suelo, cuya estabilidad depende más de la calidad de la materia orgánica que de su cantidad (Salomón, 1962; Guitián Ojea y Méndez, 1963). La existencia de agregados estables en superficie aumenta la resistencia del suelo frente a la erosión, ya que impide el arrastre de las partículas finas por el agua de escorrentía, y el volumen de ésta disminuye al incrementarse la permeabilidad edáfica. A su vez, el impacto de las gotas de lluvia produce una menor liberación

de partículas muy finas que pudieran ser posteriormente arrastradas (Kononova, 1982). Así pues, debido el efecto cementante de la materia orgánica sobre las partículas minerales del suelo, y su gran poder absorbente, se favorece la capacidad de retención de agua en el suelo, la resistencia al encostramiento y la porosidad.

La importancia, por tanto, de la materia orgánica en estudios ambientales proviene de su carácter integrador de las características del medio y de la biota, considerándose actualmente como fuente y almacén de C. Frecuentemente, el análisis del humus permite el diagnóstico precoz de cambios progresivos en el ciclo biogeoquímico, que se traducen en la compartimentación de nutrientes, la microestructura del suelo y, consecuentemente, en la estabilidad y producción primaria de los ecosistemas (Hayes, 1991).

4.12.5.2 Origen de la materia orgánica

Los componentes orgánicos del suelo proceden de la acumulación de restos y residuos de plantas y animales, de la descomposición de los tejidos orgánicos por acción mecánica de la fauna y microorganismos edáficos, de la degradación o biodegradación de moléculas orgánicas complejas a compuestos orgánicos más sencillos, y de la reorganización de algunos productos de degradación con síntesis microbiana de nuevos componentes orgánicos (Aranda, 1998).

4.12.5.3 Clasificación de la materia orgánica

Los componentes de la materia orgánica se pueden clasificar en tres fracciones

Según su grado de incorporación y transformación:

Materia orgánica no humificada: Formada por bio- y necromasa vegetal y animal (raíces, tallos, hojarasca, deyecciones, gusanos, lombrices, insectos, etc.) Y biomasa microbiana no incorporada mediante enlaces de cierta estabilidad a la fracción mineral del suelo.

Sustancias no húmicas: Constituidas por materiales orgánicos cuyas características químicas resultan todavía identificables con los compuestos biológicos de partida, tales como péptidos, carbohidratos, proteínas, ácidos nucleicos, aminoácidos, purinas, pirimidinas, grasas, ceras, resinas, pigmentos y otras sustancias orgánicas de bajo peso molecular (Schnitzer y Khan, 1972). La mayoría de estos compuestos son fácilmente biodegradables y tienen un tiempo de residencia corto en los suelos.

Sustancias húmicas: Constituyen una mezcla compleja de compuestos orgánicos de color marrón, pardo y amarillo, que pueden extraerse del suelo por soluciones de pH alcalino, sales neutras y disolventes orgánicos (Kononova, 1982).

4.13 Potencial de Hidrogeno (PH)

El pH puede variar en función del material original, la vegetación, el clima, la topografía, la estación del año, los cultivos y las prácticas de gestión de los suelos, el uso de fertilizantes amoniacales, la materia orgánica, la actividad biológica, etc. La mayoría de suelos bajo bosques húmedos y subhúmedos hasta zonas de matorral semiárido tienen valores de pH comprendidos entre 4.0 y 8.0. Los valores por encima y por debajo de este rango son generalmente debidos a un exceso de sales de Ca y Na, o a iones H^+ y Al_3^+ , respectivamente, en la solución del suelo. (Doran & Smith, 1996)

El pH, los suelos se clasifican en:

Tabla: 1 Niveles del pH

pH	Valoración
$pH \leq 5,5$	Muy Ácido
$5,5 < pH \leq 6,5$	Ácido
$6,5 < pH \leq 7,5$	Neutro
$7,5 < pH \leq 8,5$	Alcalino
$pH > 8,5$	Muy alcalino

4.14 Conductividad eléctrica (CE),

Está generalmente asociada con la determinación de la salinidad del suelo, puede, sin embargo, utilizarse también para determinar los nutrientes (cationes y aniones) de los suelos. Así, dentro de un rango específico, la CE puede indicar una buena disponibilidad de nutrientes para las plantas, y por el contrario, los suelos con valores de CE por debajo de dicho rango, indicarían un suelo pobre en nutrientes, estructuralmente inestable y fácilmente dispersable; y aquellos suelos con valores de CE por encima de dicho rango, informarían de suelos problemas de salinidad (Smith and Doran, 1996).

4.15 Nitrógeno, fósforo y potasio asimilables

Otros indicadores químicos de calidad de los suelos son el contenido de formas de nitrógeno, fósforo y potasio asimilables (accesibles a las plantas), que son indispensables para el crecimiento vegetal, indican la capacidad nutritiva del suelo, la necesidad de aplicar abonos, así como la dosis de los mismos, en los suelos, etc.

4.16 Capacidad de intercambio catiónico

La capacidad de intercambio catiónico (CEC), subraya la importancia de la composición del complejo de cambio en los suelos. Este atributo permite establecer la disponibilidad de bases esenciales para mantener y suministrar nutrientes en suelos agrícolas y forestales (Papendick, 1991. Larson y Pierce, 1994).

4.17 Microorganismos

Los microorganismos también desempeñan un papel fundamental en la ecología del suelo, por ello, la actividad de la población microbiana, es a menudo citada como un componente clave de una buena calidad del suelo, pues mediante la descomposición de restos de plantas y animales, los microorganismos reciclan nutrientes esenciales para la cobertura vegetal. Descomponen residuos orgánicos, sintetizan sustancias húmicas, favorecen la agregación y fijación del N, actúan como indicadores sensibles de la contaminación de los suelos, etc. Sin embargo, la perspectiva de que una elevada actividad microbiana, se considera como un indicador positivo de la calidad del suelo, es demasiado simplista, ya que además de las funciones positivas de los microorganismos en los suelos, éstos también pueden provocar algunos efectos negativos (Tabla 2) En este sentido, la degradación de un pesticida, por ejemplo, debida a la actividad microbiana, puede representar una función positiva del suelo, ya que amortiguaría la contaminación medioambiental.

Tabla 2 Efectos beneficiosos y perjudiciales de los microorganismos en los suelos.

EFECTOS DE LOS MICROORGANISMOS EN LOS SUELOS	
POSITIVOS	NEGATIVOS
Reciclado de nutrientes.	Libera nutrientes en momentos inoportunos.
Favorece la estructura del suelo.	Degradación de la materia orgánica del suelo.
Degradación de compuestos tóxicos.	Degradación de pesticidas (Disminuyendo su eficacia).
Formación de materia orgánica estable.	Patógenos de plantas.
Degradación de residuos de cultivos.	Patógenos para animales y seres humanos.
Degradación de materia animal.	Produce gases invernadero.
Fijación de N atmosférico.	Control de la actividad de poblaciones microbianas beneficiosas (a través de competición).
Consumo de gases invernadero.	
Proporciona una reserva de material genético.	
Proporciona una reserva de nutrientes disponibles para las plantas.	

Extraído de Parkin (1996); en Doran and Jones (1996).

4.18 Efecto de la topografía

La topografía no es exactamente un agente, pero actúa sobre algunos agentes como el contenido en materia orgánica y textura, ejerciendo un efecto indirecto sobre la estabilidad estructural. A pesar de que existen muy pocos trabajos que estudien los efectos de la topografía sobre la estabilidad de los agregados, Pierson y Mulla (1990), determinaron que los suelos ubicados al pie de las laderas, mostraban mayor contenido de carbono orgánico, una mayor estabilidad de los agregados y menor concentración en arcillas, que aquellos ubicados en zonas de mayor altitud. Singer and Munns (1996) afirmaron que aquellos suelos ubicados en la cima de las montañas estaban menos desarrollados que aquellos que se localizaban en la mitad o al pie de las montañas. (MELLADO, 2006)

V. HIPÓTESIS

H_i: En el sistema bosque existe mayor disponibilidad de nutrientes en relación al sistema de cultivos anuales.

H_o: En el sistema bosque no existe mayor disponibilidad de nutrientes en relación al sistema de cultivos anuales.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Ubicación del área de estudio

La comunidad La Concepción se encuentra ubicada en la carretera panamericana a 6 km de la Trinidad sus límites Al Norte con La Comunidad Habana- Al sur con La Comunidad Mechapa- Al este con La Comunidad Tamabù Al oeste con La Comunidad el Espino.

El clima de la comunidad es de tipo tropical seco con poca precipitación pluvial, producto del despale indiscriminado que se ha desarrollado en la zona. La temperatura varía entre los 21. Grados y los 25.5 grados centígrados. La precipitación se encuentra entre un mínimo de 800 a 2000 m.m

La Trinidad se encuentra en las coordenadas 12.58 de latitud norte y 86.14 Longitud oeste.

6.2 Tipo de estudio

Según su enfoque filosófico es de tipo cuantitativo, porque los resultados de estudio se cuantificaron a través de mediciones de variables por cada nutriente. A de más se considera analítico porque es una comparación entre los dos ecosistema.

Este estudio responde a la línea de investigación de la universidad .Contaminación de suelos y agua. Área medio ambiente y desarrollo sostenible enfocado al cambio climático.

6.3 Universo

La comunidad La Concepcion

6.4 Muestra

Finca del productor Dagoberto Santos (Hectárea de producción y Bosque)

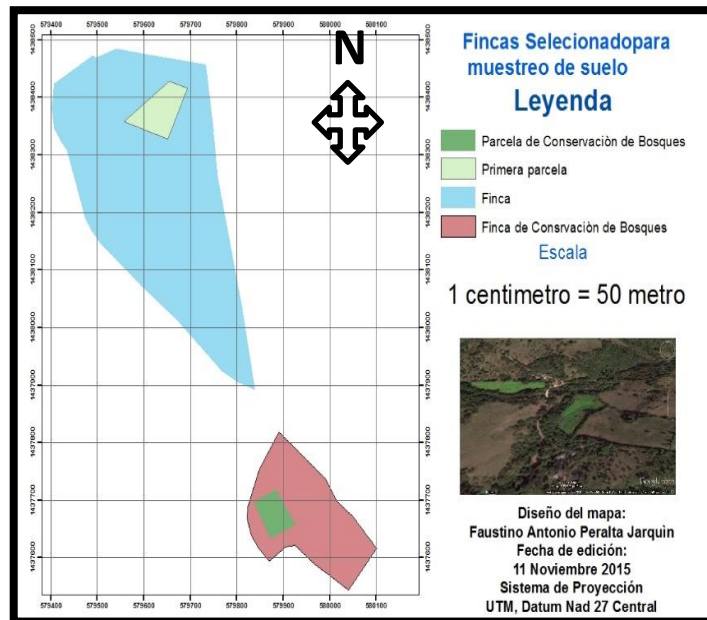


Imagen 1. Mapa de Finca de Estudio.

6.5 Tipo de muestreo

Es no probabilístico debido al criterio del grupo, la finca cuenta con los dos ecosistema de estudio (bosque bien conservado y parcela de producción) también porque seleccionamos los sitios de muestreo, para obtener muestras representativas.

Tabla 3. Matriz de operacionalización de variables e indicadores

Objetivo General	Objetivo Especifico	Variable	Indicadores
Evaluar la disponibilidad de nutrientes del suelo en dos ecosistemas de la comunidad La Concepción del municipio de la Trinidad-Estelí: bosque conservado y cultivos anuales a fin de la toma de decisiones efectivas para el manejo adecuado de los agroecosistemas.	Determinar los niveles de nutrientes en ecosistemas de bosque conservado y cultivos anuales	Disponibilidad de nutrientes	Alto Medio Bajo
	Comparar la disponibilidad de nutrientes entre los ecosistema estudiados	Disponibilidad de nutrientes	Alto Medio bajo
	Determinar el requerimiento de nutrientes de la parcela en función del establecimiento de los cultivos de maíz y frijol	Requerimiento de nutrientes	kg

6.6 Etapas del proceso de investigación

Fase de campo

Paso 1 muestreo

Se realizó el muestreo en los diferentes ecosistema (bosques bien conservado y cultivos anuales) .Por cada ecosistema se realizaron 10 muestra, con la siguientes recomendaciones, primero se seleccionó al azar donde se tomó la muestra, segundo con un pala por cada muestra se extrae suelo la primera se desecha y la segunda se junta con las otras. Luego de esto se realizó el método de cuarteo, de una de las cuatro partes se selecciona al azar y se extrae 2 libras para ser trasportada al laboratorio LAQUISA (Laboratorio Químico S.A) para analizarlo. (Imagen 2 y 3)

Paso 2 Envío al análisis del laboratorio

Una vez recolectadas las muestras se llevó al laboratorio para el análisis de nutrientes y así obtener el informe del análisis del suelo.

Paso 3 Recopilaciones de información

Consultar bibliografía que sirviese de guía, además para enriquecer conocimiento y poder alcanzar los objetivos planteados.

Paso 4 Interpretaciones de análisis

La interpretación se realizó con los resultados obtenido de laboratorio y se determinó con la tabla de niveles críticos (Tabla 20) estos niveles son (bajo, medio, alto, y mayor) para conocer cuál es el déficit de nutrientes en los ecosistema de estudio.

Paso 5 cálculos de requerimiento de nutriente

Esto se hará dependiendo de cultivo, debido a que la producción que sale se hace las aplicaciones de nutrientes ya que los nutrientes se pierden dependiendo de cuanta producción sale en una parcela determinada ej. En un quintal de maíz producido se pierde 2.5lb de nitrógeno porque dependiendo de eso el cultivo extrae los nutrientes y para aplicar la cantidad necesaria de fertilizantes se aplicó la fórmula de déficit de nutriente por cultivo. Se logró saber cuántas libras por manzana necesita de ese nutriente el suelo y se puede calibrar con el resto de los nutrientes que le faltan al suelo. Es lógico que los nutrientes que salen rango alto mayor que, no sea necesario aplicarle ni un tipo de nutriente por que la presencia de este en el suelo es buena.

VII. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 Determinación de nutrientes en ecosistemas (bosque conservado y Parcela productiva)

7.1.1 Parcela productiva

Estos análisis se realizaron mediante la comparación, utilizando la tabla de niveles críticos del CIAT (Centro de Investigación Agricultura Tropical) en relación a los resultados obtenidos del laboratorio. En dicha tabla se encuentran valores numéricos que indican los distintos niveles en los que se encuentra cada uno de los nutrientes. (Ver Tabla 20)

Tabla 4 (resultados por laboratorio LAQUISA)

Análisis	Unidad	Resultado
pH	-	6.1
Materia Orgánica	%	4.65
Nitrógeno	%	0.23
Fósforo	Ppm	7.7
Potasio	meq/100g	1.0
Calcio	meq/100g	19.9
Magnesio	meq/100g	14.9
Hierro	Ppm	67.0
Cobre	Ppm	8.8
Zinc	Ppm	0.9
Manganeso	Ppm	33.5
Densidad Aparente	g/ml	1.34
Arcilla	%	26.28
Limo	%	37.64
Arena	%	36.08
Textura	-	Franco Arenoso
Ca+Mg/K	-	34.80

Dentro de los resultados obtenidos mediante los análisis de laboratorio en la parcela productora se encontraron nutrientes que según la tabla de niveles críticos del CIAT, se encuentran en bajo, medio, alto, entre los nutrientes como lo es el fósforo, zinc se encuentran en un nivel bajo por lo tanto existe deficiencia de este nutriente en la parcela. En el mismo análisis los nutrientes que se encuentran en un nivel medio como lo es el caso del calcio, hierro, cobre, manganeso, esto indica una estabilidad en lo que respecta a dichos nutrientes antesmencionados. Los nutrientes que presentan un nivel alto de disponibilidad tenemos el magnesio y potasio.

Toposecuencia de disponibilidad de nutrientes en ecosistemas de la comunidad La Concepción municipio La Trinidad- Estelí.

A parte de los análisis de nutrientes también se realizó un análisis de pH el cual se encuentra en un rango de 6.1 indicando un suelo ácido, dentro de la textura de dicha parcela se encuentra compuesta por 26.28% arcilla, 37.64% limo, y 36.08 de arena, el cual indica un suelo franco arenoso .

7.1.2 Bosque bien conservado

En el segundo análisis, al igual que la parcela productiva se obtuvieron resultados correspondientes

Tabla 5 (resultados por laboratorio LAQUISA)

Análisis	Unidad	Resultado
pH	-	6.6
Materia Orgánica	%	6.96
Nitrógeno	%	0.35
Fósforo	Ppm	5.7
Potasio	meq/100g	1.2
Calcio	meq/100g	27.1
Magnesio	meq/100g	11.2
Hierro	Ppm	32.8
Cobre	Ppm	2.4
Zinc	Ppm	1.7
Manganeso	Ppm	20.3
Densidad Aparente	g/ml	1.22
Arcilla	%	16.28
Limo	%	34.00
Arena	%	49.72
Textura	-	Franco Arenoso
Ca+Mg/K	-	31.92

En los niveles críticos de los nutrientes en estos se obtuvieron niveles entre bajos, medios, altos. Dentro de los niveles altos encontramos el potasio, calcio, magnesio, indicando una buena disponibilidad de estos nutrientes en el suelo del bosque. En los niveles medios encontramos el hierro, manganeso, indicando una estabilidad y disponibilidad de dichos nutrientes en el suelo, los nutrientes que representan un nivel bajo esta el fósforo y el zinc los cuales están presente en mínima cantidad dentro de la parcela muestreada presentando un déficit de dichos nutrientes.

En los análisis se obtuvo un pH de 6.6 clasificándose como un suelo neutro, la textura de este suelo está compuesta por 16.28% de arcilla, 34% limo y 49.72% de arena, dando como resultado un suelo franco arenoso.

7.2 Comparación de nutrientes entre los ecosistemas estudiados

7.2.1 potencial de hidrogeno (pH)

Tabla 6 Resultados de laboratorio por Nutriente

Parcela productiva	Parcela de Bosque
6.1	6.6

Según el (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 2011) el pH de la parcela de bosque se encuentra en un rango mayor en relación a la parcela productiva con una diferencia de 0.5, por lo tanto el pH de la parcela de bosque se le considera como neutro a diferencia de la parcela productiva que se encuentra con un pH ácido.

La diferencia que existe en el pH de los dos sistema está ligado a las características de ambos sistemas, en el sistema de bosque la humedad, materia orgánica disponible en el lugar son factores causantes de que el pH sea neutro, en cambio el pH existente en la parcela de productiva que se encuentra en un estado ácido se debe al uso de agroquímicos ya que por muchos años las prácticas de producción convencional. (M.Thompson, 2002)

7.2.1 Materia orgánica (Mo)

Tabla 7 Resultados de laboratorio por Nutriente

Parcela productiva	Parcela de Bosque
4.65%	6.96%

La diferencia que existe en la disponibilidad de materia orgánica en ambos sistemas es significativa ya que el bosque posee una diferencia de 2.31% sobre la materia orgánica encontrada en el área de la parcela productiva de maíz y frijol, esto indica que a mayor vegetación en la parcela mayor disponibilidad de materia orgánica poseerá.

La disponibilidad de materia orgánica que está presente en la zona de bosque se debe a la vegetación la cual aporta constantemente residuos de la vegetación por ser bosque caducifolios, la humedad juega un papel importante debido a que las temperaturas son adecuadas para que los microorganismos realicen funciones descomponedores. (Jimenez, 2001)

7.2.3 Nitrógeno(N)

Tabla 8 Resultados de laboratorio por Nutriente

Parcela productiva	Parcela de Bosque
0.23%	0.35%

Según los análisis de laboratorio se encontró que el Nitrógeno de la parcela de bosque es mayor a la de la parcela de producción de maíz y frijol, existiendo una diferencia de 0.12% de Nitrógeno.

La mayor disponibilidad de nitrógeno en la parcela de bosque se debe a que dentro de la vegetación existen plantas fijadoras de nitrógeno como lo es el Guanacaste de oreja(*Enterolobium cyclocarpum*), madero negro (*Gliricidia sepium*), Leucaena (Leucocephala) los cuales son árboles que fijan nitrógeno atmosférico constantemente, otra fuente está en las rocas sedimentarias que existen dentro del bosque, la cual los árboles ya que posee un sistema radicular que pueden alcanzar grandes profundidades para obtener nutrientes.

La mayor concentración de nitrógeno del planeta 79% del nitrógeno total se encuentra disponible en la atmósfera y el 21% se encuentra en los suelos, por lo tanto si en un ecosistema existe plantas fijadoras de nitrógeno la disponibilidad de este será mayor a diferencia de los demás ecosistema. (Jimenez, 2001)

La parcela de producción carece de vegetación fijadora de nitrógeno, en cambio la única fuente para obtener nitrógeno son de origen sedimentario, mediante el cultivo de frijol el cual posee la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico y mediante las aplicaciones de fertilizantes agrícolas, el nitrógeno que se logra depositar por medio de estos métodos, es aprovechado por las plantaciones de maíz el cual demanda una gran cantidad de nitrógeno para su crecimiento.

La poca disponibilidad de nitrógeno en la parcela se debe también al mal uso que se le da al suelo ya que no posee alternativas de conservación de suelo la cual provoca la erosión tanto hídrica como eólica trayendo consigo la pérdida de los nutrientes que quedan disponibles en el suelo. (LAGEMANN, 1982)

7.2.4 Fósforo(P)

Tabla 9 Resultados de laboratorio por Nutriente

Parcela productiva	Parcela de Bosque
7.7 ppm	5.7 ppm

Mediante los análisis de laboratorio la disponibilidad de fósforo en la parcela de bosque es menor al fósforo encontrado en la parcela de producción de maíz y frijol, con una diferencia de 2 ppm de fósforo, mediante la tabla de niveles críticos se encontró que en las dos parcelas de muestreo el fósforo se encuentra en un nivel bajo.

La mayor disponibilidad de fósforo en la parcela productiva se debe a que dentro de esta parcela existe una gran cantidad de rocas, las cuales por acción eólica e hídrica el fósforo es incorporado al suelo.

La agricultura convencional es otra de las causas por las cuales existe una mayor disponibilidad de fósforo en la parcela ya que se utiliza una gran cantidad de insumos agrícolas con fórmulas fosfatada. (García, 2000)

En la parcela de bosque la poca disponibilidad de fósforo en relación con la de la parcela productiva se debe a que no se dan aplicaciones de agroquímicos. Por otra parte el principal aporte del fósforo en las parcelas de bosque proviene de restos vegetales y excrementos de animales que habitan en el lugar, este aporte se dan en poca cantidad. (Arias, 2001)

7.2.5 Potasio (K)

Tabla 10 Resultados de laboratorio por Nutriente

Parcela productiva	Parcela de Bosque
1.0 meq/100g	1.2 meq/100g

El Potasio encontrado en la parcela de bosque es mayor al potasio encontrado en la parcela de producción de maíz y frijol con una diferencia de 0.2 meq/100g de potasio, en estos resultados ambas concentraciones de potasio se encuentran en un nivel alto.

Esto porque la parcela de producción no presenta una cobertura vegetal por lo tanto son suelos que están en constante pérdida de nutriente por acciones eólicas e hídricas, al igual que la constante producción de cultivos de rápido crecimiento como lo es el frijol, maíz y sorgo ya que son especies que demandan gran cantidad de este nutriente para un óptimo crecimiento.

La presencia de fauna que habitan en el bosque es una fuente de potasio ya que sus heces poseen una gran cantidad de nutrientes que las plantas utilizan para su crecimiento. (Hernández, 1995)

7.2.6 Calcio Ca

Tabla 11 Resultados de laboratorio por Nutriente

Parcela productiva	Parcela de Bosque
19.9 meq/100g	27.1 meq/100g

Los resultados obtenidos de la disponibilidad de calcio indican que la parcela de bosque presenta mayor disponibilidad de este nutriente en relación a la parcela de producción (maíz, frijol), existiendo una diferencia de 7.2 meq/100g, también se encontró que en ambas parcelas muestreadas el calcio se encuentra en un nivel alto indicando una gran disponibilidad de este nutriente.

La mayor disponibilidad se debe a que los restos vegetales, heces de animales aportan este nutriente que es incorporado al suelo mediante la descomposición por acción microbiana y lograr que esté disponible para las plantas.

La disponibilidad de calcio en la parcela de producción de maíz y frijol está estrechamente relacionada a la extracción de calcio que realizan los cultivos al déficit de cobertura vegetal existente en la parcela y la erosión tanto eólica como hídrica. (Hernández, 1995)

7.2.7 Magnesio Mg

Tabla 12 Resultados de laboratorio por Nutriente

Parcela productiva	Parcela de Bosque
14.9 meq/100g	11.2 meq/100g

El magnesio encontrado en la parcela de producción de maíz y frijol y la parcela de bosque se encuentra en un nivel alto de acuerdo a la tabla de niveles críticos de nutrientes. En la parcela productora de maíz y frijol, existe mayor disponibilidad en relación a la parcela de bosque existiendo una diferencia de 3.7 meq/100g de magnesio.

La disponibilidad de magnesio encontrada en la parcela de producción de maíz y frijol se debe a las aplicaciones constantes de agroquímicos en las cuales el magnesio es uno de los más comunes en las fórmulas químicas de los fertilizantes agrícolas, la poca disponibilidad de materia orgánica proveniente en la parcela es una fuente que aporta este nutriente pero en poca cantidad.

Por lo tanto el magnesio encontrado en la parcela de bosque es menor que en la parcela de producción de maíz y frijol, las fuentes de magnesio están relacionadas a la disponibilidad de materia orgánica presente en el lugar. (Hernández, 1995)

7.2.8 Hierro Fe

Tabla 13 Resultados de laboratorio por Nutriente

Parcela productiva	Parcela de Bosque
67.0 ppm	32.8 ppm

El hierro encontrado en la parcela de producción de maíz y frijol y la parcela de bosque se encuentra en un nivel medio. La parcela de producción de maíz y frijol presenta mayor disponibilidad de hierro en relación a la parcela de bosques existiendo una diferencia de 34.2ppm de hierro.

La disponibilidad de hierro que presenta la parcela de producción de maíz y frijol se debe principalmente a la gran cantidad de rocas en las cuales sucede un proceso de oxidación aportando este nutriente al suelo. Las aplicaciones de agroquímicos es una fuente de hierro ya que en sus fórmulas está presente este mineral pero en poca cantidad. (Juárez, 2002)

La disponibilidad de hierro presente en la parcela de bosque en relación a la parcela de producción de maíz y frijol se debe a que son suelos que carecen de rocas que aporten este nutriente. La principal fuente de hierro que posee los suelos de esta parcela es la gran disponibilidad de materia orgánica.

Según (Juárez, 2002) el hierro es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre después de oxígeno (O) y aluminio (Al), presenta el 5.1% de su peso total su contenido en el suelo se estima en 3,8%. Este nutriente se obtiene principalmente de las rocas las cuales por efectos de la meteorización es incorporado al suelo.

7.2.9 Cobre (Cu)

Tabla 14 Resultados de laboratorio por Nutriente

Parcela productiva	Parcela de Bosque
8.8 ppm	2.4 ppm

El cobre encontrado en las parcelas de producción (maíz, frijol) se encuentra en un nivel medio, en cambio en la parcela de bosque se encuentra en un nivel bajo, por lo tanto la parcela de producción (maíz, frijol) presenta mayor disponibilidad de este nutriente en relación a la parcela de bosque existiendo una diferencia de 6.4 ppm de cobre entre ambos sistemas.

La disponibilidad de cobre en la parcela de producción de maíz y frijol se debe al porcentaje de arcilla presente en el terreno (26.28%) la cual cumple con funciones de retención de este nutriente impidiendo la pérdida. otro de los factores está ligado a la poca cantidad que los cultivos absorben ya que en muchos casos las aplicaciones de fertilizantes cubren estas necesidades. (Flores, 2011)

La disponibilidad de cobre en la parcela de bosque se debe principalmente a las características del suelo en la cual está la actividad microbiana cantidad de materia orgánica (mayor de 5%). La arcilla disponible en el suelo (16.28%) y la cantidad de humedad del suelo ya que hace que este elemento sea más soluble. (Chaudhary, 2003) .

7.2.10 Zinc (Zn)

Tabla 15 Resultados de laboratorio por Nutriente

Parcela productiva	Parcela de Bosque
0.9ppm	1.7 ppm

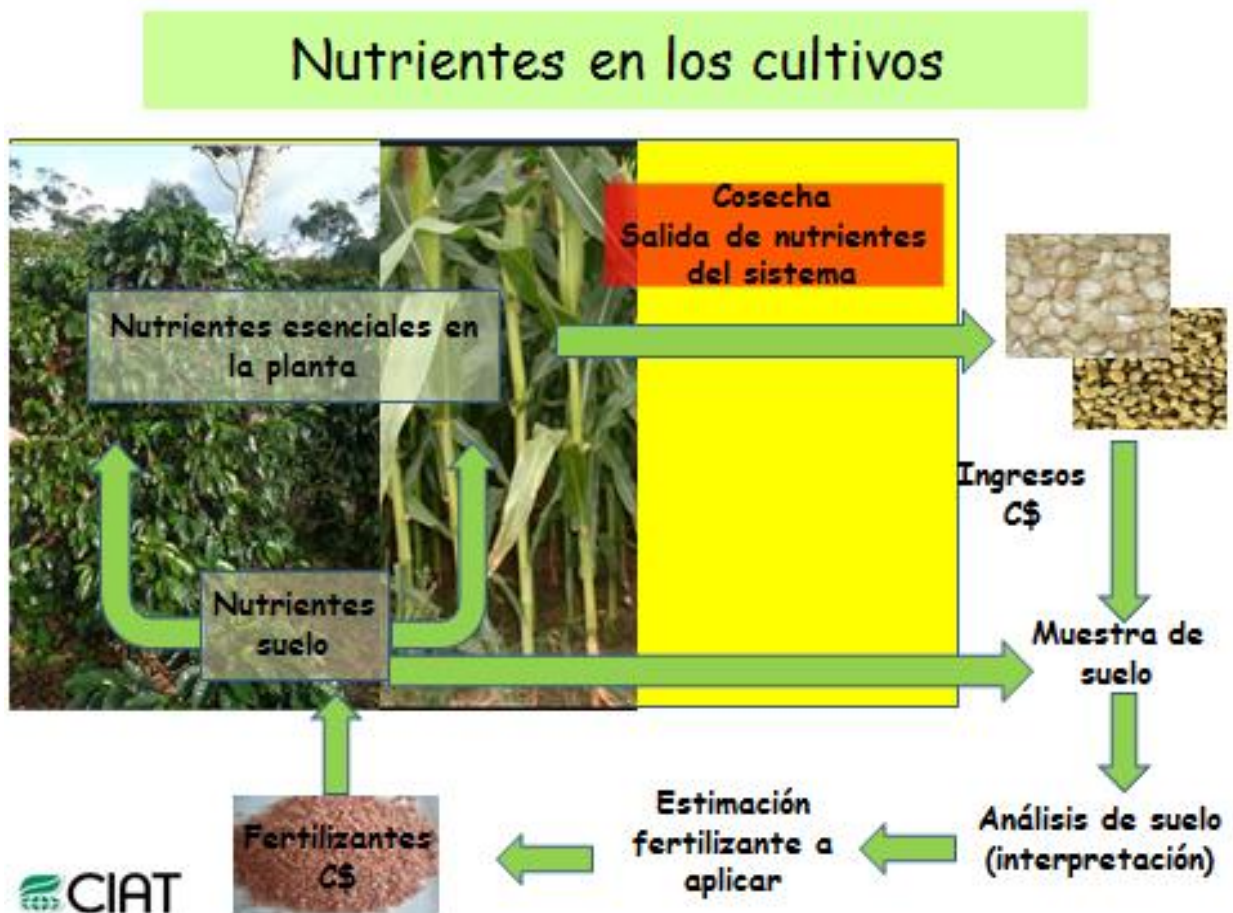
El zinc encontrado en la parcela de bosque y la parcela de producción de maíz y frijol se encuentran en un nivel bajo caracterizándose como suelos con déficit de este nutriente. También se identificó que a pesar que el zinc está en nivel bajo en ambos sistemas existe una diferencia en la cual la parcela de bosque presenta mayor disponibilidad en comparación a la parcela de producción de maíz y frijol con una diferencia de 0.8ppm de zinc.

La carencia de zinc en la parcela de producción de maíz y frijol se debe a la disponibilidad de fósforo (7.7ppm) el cual inhibe en la disponibilidad de zinc en los suelos, la poca disponibilidad de materia orgánica, la agricultura intensiva. En cambio la parcela de bosque presenta mayor disponibilidad debido a que este suelo, el fósforo que se conoce como un factor limitante se encuentra en menor proporción (5.7ppm) y a la gran cantidad de materia orgánica. (Santana, 1971)

7.3 Determinar el requerimiento de nutrientes de la parcela en función del establecimiento de los cultivos de maíz y frijol.

Se debe saber, que para estimar el requerimiento de nutrientes en el cultivo; lo siguiente:

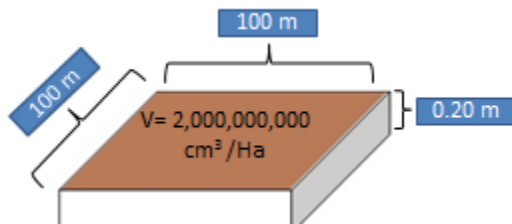
- Elementos esenciales para la planta.
- Extracción de nutrientes del suelo por la planta.
- Estimación de contenidos de nutrientes en el suelo (análisis químico, interpretación de análisis de suelo).
- Salidas de nutrientes por la cosecha.
- Tabla de niveles críticos.



Dentro del cultivo del maíz y frijol los nutrientes más esenciales son: Nitrógeno, Fósforo y Potasio porque son los principales en el ciclo del cultivo para un buen crecimiento y fruto. Debido a que los elementos menores el suelo presenta disponibilidad de esto, también los insumos contienen en pequeñas cantidades la presencia de ellos.

7.3.1 Estimar el N del suelo (N)

Paso 1 Calcular peso de 1 Ha o en 1 Mz



- 1 ha = 10,000 m²
- g/cm³ = g/ml
- Densidad aparente =
Resultado sale en hoja de análisis,
que es de: 1.34 g/ml

Masa = Volumen x densidad

$$\text{Masa} = 2,000,000,000 \text{ cm}^3 / \text{ha} \times 1.34 \text{ g/cm}^3$$

Masa = 2,680,000,000 g/ha pasamos de g/ha a kg/ha lo dividimos entre 1000

Masa = 2,680,000 kg/ha

Paso 2 Calcular Materia Orgánica

Resultado en la hoja de análisis % 4.65

$$M.O = \frac{4.65 \% \times 2,680,000 \text{ kg/ha}}{100 \%} = 124620 \text{ kg/ha} . \text{ De Materia Orgánica del suelo}$$

Paso 3 Calcular el Nitrógeno total

Es el 5% de la MO del suelo.

$$N = \frac{5\% \times 124620 \text{ kg/ha}}{100 \%} = 6231 \text{ kg/ha}$$

Paso 4 Calcular el Nitrógeno para las plantas

Es el 2% del nitrógeno total.

$$N = \frac{2\% \times 6231 \text{ kg/ha}}{100 \%} = 124.62 \text{ kg/ha}$$

El nitrógeno disponible para la plantas es de 124.62 kg/ ha.

Para pasar de kg /ha a Lb/Mz se multiplica por 1.54 que es una constante.

$$N = 124.62 \text{ kg /ha} \times 1.54$$

N = 191.91 Lb/Mz. Disponibilidad de Nitrógen en el suelo de la parcela productora.

7.3.2 Estimar el Fósforo (P)

Resultado de análisis = 7.7 ppm

Un suelo con 1 ppm (ug/ml) de

$$P = \frac{1}{1,000,000}$$

Para estimar el fósforo se aplica la siguiente ecuación

$$P = \frac{\text{Resultados de analisis} \times 2 \times 10^6}{1,000,000}$$

$$^1 2 \times 10^6 \text{ kg/ha}$$

Entonces

$$P = \frac{7.7 \times 2,000,000 \text{ kg/ha}}{1,000,000} = 15.4 \text{ kg/ha}$$

Pasar a Lb/Mz

$$P = 15.4 \text{ kg /ha} \times 1.54$$

$$P = 23.716 \text{ Lb/ Mz} \text{ Disponibilidad de Fósforo en el suelo de la parcela productora}$$

7.3.3 Estimar el Potasio (K)

Tabla 15 Cálculo de meq/100 ml

Elemento	Peso Atómico	Valencia	1 meq/100gr
Potasio K	39	+	39 mg

Resultado de análisis = 1.0 meq/100g

$$K = 1.0 \text{ meq/100 ml} \times 39 \text{ mg} = 39 \text{ mg/100 ml}$$

$$1 \text{ Ha} = 2 \times 10^9 \text{ ml de suelo} = 2,000,000,000 \text{ ml/ha}$$

$$K = \frac{2,000,000,000 \times 39 \text{ mg}}{100 \text{ ml}} = 780000,000 \text{ mg/ha}$$

¹ Es una constante que se utiliza para Estimar el Fósforo en el suelo (extraído de FORMUNICA)

Toposecuencia de disponibilidad de nutrientes en ecosistemas de la comunidad La Concepción municipio La Trinidad- Estelí.

Lo dividimos entre 1000 para convertirlo a g/ha

$$K = 780,000.g/ha$$

Lo dividimos entre 1000 para convertirlo a kg/ ha

$$K = 780 kg/ ha$$

La eficiencia de uso anda por el 60-70% por lo que está disponible sacándole el 70 % es de:

$$K = 546 kg /ha$$

Lo pasamos a Lb/Mz

$$K = 546 kg/ha \times 1.54 = 840.84 Lb/Mz$$

K = 840.84 Lb/Mz. Disponibilidad de Potasio en el suelo de la parcela productora

7.3.4 Cultivo del maíz

Al cultivar una manzana de maíz se requiere 280 Lb/Mz de nitrógeno, 180Lb/Mz de fósforo y 300Lb/Mz de potasio, en cambio la parcela de producción presenta una disponibilidad de 191.9Lb/Mz de nitrógeno, 23.7 Lb/Mz de fósforo y 840Lb/Mz de potasio. Esto nos indica que las cantidades disponibles de nitrógeno y fósforo no suplen las necesidades del cultivo provocando coloraciones púrpuras profundas en las hojas más viejas; las otras hojas mantienen su color verde oscuro. Si continúa la deficiencia de fósforo, las hojas más viejas se empiezan a marchitar, tomando un color rojo pardusco y muriendo, la deficiencia de nitrógeno no permite que el follaje de las plantas sea óptimo y presentan un color amarillento. (Galvez, 1980)

Tabla 17 Requerimiento y déficit de nutriente del cultivo del maíz

CULTIVO DE MAIZ			
Nutriente En La Parcela	Disponibilidad De Nutriente	Requerimiento De Nutriente Por Manzana	Déficit
Nitrógeno	191.91 Lb/Mz	280 Lb/Mz	- 88.1 Lb/Mz
Fósforo	23.716 Lb/Mz	300Lb/Mz	-276.29 Lb/Mz
Potasio	840.84 Lb/ Mz	180 Lb/Mz	660Lb /Mz

Este déficit del cultivo del maíz se resuelve con la aplicación fertilizantes N, P, K con una fórmula donde se aumente el Nitrógeno y Fósforo en el suelo para que pueda ser apto para un buen cultivo; ya que de Potasio no es necesario.

Al cultivar una Mz de frijol se requiere 150 Lb/Mz de nitrógeno 60 Lb/Mz de fósforo 140 Lb/Mz de potasio. Según los resultados de la parcela existen 191.9 Lb/Mz de nitrógeno, 23.7 Lb/Mz de fósforo y 840 Lb/Mz de potasio el cual indica que hay una carencia de fósforo en la parcela el cual provocara en las plantas de frijol raquitismo tienen pocas ramas y las hojas bajas se vuelven amarillas antes de alcanzar la madures las hojas superiores suelen ser pequeñas y de color verde oscuro y afecta la floración y maduración. (Galvez, 1980)

Tabla 18 Requerimiento y déficit de nutriente del cultivo del frijol.

CULTIVO DE FRIJOL			
Nutriente En La Parcela	Disponibilidad De Nutriente	Requerimiento De Nutriente Por Manzana	Déficit
Nitrógeno	191.91 Lb/Mz	150 Lb/Mz	41.9 Lb/Mz
Fósforo	23.716 Lb/ Mz	60 Lb/Mz	-36.3 Lb/Mz
Potasio	840 .84 Lb/Mz	140 Lb/Mz	700 Lb /Mz

Este déficit del cultivo del frijol se resuelve con la aplicación de fertilizantes N, P, K con una fórmula elevada de Fósforo que aumentará su disponibilidad en el suelo para que pueda ser apto para un buen cultivo, debido a que Nitrógeno y Potasio no hay déficit en el suelo para este cultivo.

VIII. CONCLUSIONES

De acuerdo al estudio de la calidad de los suelos realizado en la finca del señor Dagoberto Santos en la comunidad La Concepción del municipio La Trinidad- Estelí podemos concluir que:

La parcela de producción de maíz y frijol y la parcela de bosque presentan nutrientes en un nivel bajo como lo es Fósforo y Zinc. La parcela de producción de maíz y frijol posee mayor concentración de micronutrientes como: Manganeso, Cobre, Hierro, a diferencia de la parcela de bosque en la cuales se encuentra una mayor concentración de macronutrientes como: Nitrógeno, Potasio y Calcio.

Las características que presentaron los dos ecosistemas son factores que influyen en la disponibilidad de los nutrientes indicando que en ambas parcelas existen una diferencia de acuerdo a su clasificación como lo son; macronutrientes en mayor concentración en la parcela de bosque y micronutrientes en mayor concentración en la parcela de producción de maíz y frijol.

La mayor concentración de macronutrientes en la parcela de bosque se debe al uso de estos suelos, en los cuales no existe una intervención ni alteraciones antrópicas, en cambio la parcela de producción de maíz y frijol presenta deficiencia de macronutrientes, debido a la constantemente producción, sin un manejo agroecológico anexándole que son cultivos que demandan gran cantidad de macronutrientes para su desarrollo. Se identificó que es un suelo propenso a la erosión tanto hídrica y eólica, no cuenta con una cobertura vegetal que disminuya el efecto de los daños provocados por la erosión.

El productor será beneficiado económicamente en una cantidad significativa, debido a que al momento de las aplicaciones de fertilizantes solo será necesario utilizar la cantidad de nutriente que presentan déficit en la parcela.

Los ecosistemas naturales como lo son las fuentes hídricas aledañas serán beneficiados ya que se disminuirá la cantidad de fertilizantes que son arrastrados desde las parcela de producción hacia las fuente hídricas.

IX. RECOMENDACIONES

Mediante el estudio realizado en la comunidad LA CONCEPCION del municipio LA TRINIDAD-ESTELI se identificaron problemas que han venido causando daños a la parcela de producción, los cuales se han dado por el mal manejo y falta de conocimiento por parte del productor es por esto que se recomienda:

- ❖ Realizar obras de conservación de suelo y agua en la parcela de producción. Con esto se evitara la erosión de los suelos y la perdida de nutrientes. Entre ellas están barreras vivas, barreras muertas, curvas a nivel, diques de contención.
- ❖ Implementación de un sistema agroforestal con plantas que sean resistentes a los constantes cambios del clima, con el fin de mejorar las características físicas y químicas del suelo de la parcela.
- ❖ La incorporación de residuos vegetales y estiércol de ganado para mejorar la textura y la disponibilidad de nutrientes en el suelo.
- ❖ Realizar aplicaciones de fertilizantes de acuerdo a las necesidades nutricionales existentes en el suelo de la parcela.
- ❖ Implementar un sistema de producción agroecológico y así promover la recuperación de los suelos de la parcela de producción.
- ❖ Realizar análisis posteriores del estado nutricional de los suelos y así tomar medidas para obtener un mejor rendimiento en las cosechas y obtener mejores ganancias económicas.
- ❖ A la universidad FAREM ESTELI promover futuras investigaciones en las distintas comunidades de los municipios del Departamento ESTELI para conocer el estado nutricional de los suelos.

X. BIBLIOGRAFÍA

- A. Bautista Cruz, J. Etchevers Barra, R.F. del Castillo, C. Gutiérrez. (Mayo 2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *ECOSISTEMA*, 90-97.
- Agropecuario, M. (2002). *Tecnología organica de las granjas integrales autosuficiente*. Bogota, Colombia: IBALPE.
- ARIAS, A. C. (1998). *SUELOS TROPICALES*. San jose: Universidad Estatal Adistancia.
- Arias, A. C. (2001). *Google libros*. Obtenido de [/books.google.com.ni/books?Id=l6tavpwk8goc&pg=PA124&dq=nutrientes+de+los+bosques&hl=es&sa=X&ved=0ahukewip_o39rmrjahuhpymkhyx6aaiq6aeihjab#v=onepage&q=nutrientes%20de%20los%20bosques&](http://books.google.com.ni/books?Id=l6tavpwk8goc&pg=PA124&dq=nutrientes+de+los+bosques&hl=es&sa=X&ved=0ahukewip_o39rmrjahuhpymkhyx6aaiq6aeihjab#v=onepage&q=nutrientes%20de%20los%20bosques&)
- Berthsch, f. (s.f.). San Jose .
- Chaudhary, R. (2003). *Google libros* . Obtenido de books.google.com.ni/books?Id=Xj_uqj_by9mc&pg=PA28&lpg=PA28&dq=limitantes+del+cobre+en+el+suelo&source=bl&ots=94pvqnc6mn&sig=k8yq7v93w8k4qezv76htbk4zbg8&hl=es&sa=X&ved=0ahukewiu6o6u-tljahud8cykhqdbbdoq6aeigjaa#v=onepage&q=limitantes%20del%20cobre%20en%20el
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos*. (12 de marzo de 2011). Recuperado el 30 de octubre de 2015, de [usda.gov](http://www.usda.gov): <http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome>
- Doran & Smith. (1996). Ciencia en el Suelo. *Soil Quality Indicators*, 1-3.
- Doran, J, W Y Parkin, B, T. (1994). Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. *Soil Science Society of America*, 35.
- Ecologia hoy*. (Marzo de 2010). Recuperado el 26 de noviembre de 2015, de Bosque seco: <http://www.ecologia hoy.com/bosque-seco>
- FAO. (30 de octubre de 2013). *Google*. Obtenido de <http://www.fao.org/>
- Flores, R. C. (2011). Obtenido de books.google.com.ni/books?Id=h8_qvzioj00c&pg=PA109&dq=el+cobre+en+el

os+cultivos&hl=es&sa=X&ved=0ahukewiij6uk_tljahvb0iykhw6tdliq6aeiktac#v=onepage&q=elcobre%20en%20los%20cultivos&f=false

Galvez, G. E. (1980). *Google*. Obtenido de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/2015/12623%20espa%C3%b1ol.pdf

García, S. N. (2000). *Google libros* . Obtenido de books.google.com.ni

Guix, J. C. (20 de julio de 2010). *Educación Ambiental*. Recuperado el 2 de diciembre de 2015, de Los Bosques: <http://www.jmarcano.com/educa/curso/bosque.html>

Hernández, F. B. (1995). *Fertilidad de los suelos y su manejo*. San Jose : Asociacion Costarricense de la ciencia del suelo.

Jimenez, A. C. (2001). *Google libros*. Obtenido de books.google.com.ni/books?ld=l6tavpwk8goc&pg=PA124&dq=nutrientes+de+los+suelos+de+los+bosques&hl=es&sa=X&ved=0ahukewi3_dfumcrjahvjgimkhswdau8q6aeigzaa#v=onepage&q=nutrientes%20de%20los%20suelos%20de%20los%20bosques&f=false

Juárez, M. (2002). *Google*. Obtenido de <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/HIERRO.pdf>

LAGEMANN, J. (1982). *Google libros* . Obtenido de <https://books.google.com>.ni/books?ld=orwoaqaaiaaj&pg=PA14&dq=suelos+agricolas+de+nicaragua&hl=es&sa=X&ved=0ahukewjqt0j7pcrjahxf6x4kht8_Df4Q6AEIlzAC#v=onepage&q=suelos%20agricolas%20de%20nicaragua&f=false

M.Thompson, .. (2002). *Google libros* . Obtenido de books.google.com.ni/books?ld=aegjdheivaqc&pg=PA213&dq=ph+de+los+suelos&hl=es&sa=X&ved=0ahukewim0a_pnmrjahutm4mkhvewaskq6aeikzad#v=onepage&q=ph%20de%20los%20suelos

MAGFOR. (2010). *Google*. Obtenido de <http://www.magfor.gob.ni/>

Murrell, T. S. (20 de ABRIL de 2003). *Informacion Agronomica*. Recuperado el 5 de diciembre de 2015, de TRANSFORMACIONES DE LOS NUTRIENTES EN EL SUELO: <http://www.ipni.net/>

Ortega., L. P. (20 de ENERO de 2012). *Instituto nacional de tecnologia educativa y formacion del profesorado*. Recuperado el 4 de DICIEMBRE de 2015, de EL SUELO. EDAFOLOGÍA:

http://roble.pntic.mec.es/lorg0006/dept_biologia/archivos_texto/ctma_t10_suelo

Santana, C. J. (Abril de 1971). *Google libros* . Obtenido de <https://books.google.com.ni/books?Id=qfuoqaaiiaaj&pg=PA10&dq=el+zinc+en+suelos&hl=es&sa=X&ved=0ahukewib2pbkg9pjahvcbiykhbokajyq6aeiida b#v=onepage&q=el%20zinc%20en%20suelos&f=false>

Simon. (s.f.).

Simon Navarro Garcia, G. N. (2000). *Books.google.com.ni/books?Id=rss6agaaqbaj&pg=PA207&dq=nutrientes+de+los+suelos&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=nutrientes%20de%20los%20suelos&f=false*.

Tellez, A. T. (Febrero-2012). *Gestion y conservacion de suelo y agua*. Esteli, Nicaragua: UNAN-FAREM Esteli.

Valdivia, I. (2011). Bosques. *Revista Electronica UACH*, 15-20.

Victor Gonzálve & Fernando Pomares. (30 de DICIEMBRE de 2008). *SOCIEDAD ESPAÑOLA DE AGRICULTURA ECOLOGICA*. Recuperado el 4 de DICIEMBRE de 2015, de LA FERTILIZACIÓN Y EL BALANCE DE NUTRIENTES EN SISTEMA AGROECOLOGICOS: <http://www.agroecologia.net/recursos/documentos/manuales/manual-fertilizacion-fpomares>

Tate, RL . , La materia orgánica del suelo de 1987. . Efectos biológicos y ecológicos. J Wiley & Sons . Nueva York. pp 291.

Larson , WE, y Pierce , FJ 1994. La dinámica de la calidad del suelo como medida de gestión sostenible. En el apartado "Definición de Calidad de Suelos para un Sustentable Medio Ambiente " (JW Doran , DC Coleman , DF Bezdíček , y BA Stewart ,Eds.), Pp . 37-51 . SSSA Spec . Publ. No. 35.

Kögel - Knabner , I. 1993. Biodegradación y humificación procesos en los suelos forestales. En Suelo Biochemistry Vol . 8 Pp . 101-134 . Marcel Dekker, Inc. New York.

Salomon , M. 1962. Soil relaciones de agregación de materia orgánica. Soil Science Society of America Actas . 26 : 51-54 .

Kononova , M. M. 1982. Materia Orgánica del Suelo . Su Naturaleza , Propiedades
y Métodos de Investigación . Ediciones Oikos - Tau : Barcelona .

Hayes, M.H.B. 1991. Los conceptos de los orígenes, composición y estructuras de
húmicos sustancias. en : Avances en Materia Orgánica del Suelo de Investigación
: el impacto en Agricultura y Medio Ambiente (Wilson , WS , ed.) . La Real
Sociedad de Chemistry : Cambridge , pp 3-22

Aranda Sanjuán V. 1998. Caracterización y Análisis de la Fracción Orgánica de los
Horizontes superficiales en Suelos de Ecosistemas Mediterráneos. Doctoral Tesis
Granada.

Papendick, RI 1991. En: Conferencia Internacional sobre la Evaluación y
Seguimiento Calidad del suelo: Informe de la Conferencia y resúmenes. Rodale
Instituto, Emaús, PENNSILVANIA.

XI. ANEXO

Tabla 19 Presupuesto.

Actividades	Costos C\$
visita de campo	150.00
Almuerzo	300.00
toma de muestra	150.00
Almuerzo	300.00
Envío de muestra al laboratorio	600.00
Almuerzo	300.00
pago de análisis en el laboratorio	2800.00
Almuerzo	300.00
impresión de trabajo final	250.00
sub total	5150.00
Imprevisto	515.00
	5665.00
Total Equivalente US\$	202.30

Tasa de Cambio de Dólares = C\$ 28

Toposecuencia de disponibilidad de nutrientes en ecosistemas de la comunidad La Concepción municipio La Trinidad- Estelí.

Tabla 20 Tabla de niveles crítico (CIAT)

Nombre	Símbolos	Unidades	Bajo	Medio	Alto Mayor que
pH	pH		5.5	5.5-6.5	6.6
M.Orgánica	M.O	%	1.8	1.9-4.5	4.5
fósforo	P	ppm	10	11-20	21
Potasio	K	Meq/100gr	0.2	0.3-0.6	0.6
Calcio	Ca	Meq/100gr	4	4.1-20	20
Magnesio	Mg	Meq/100gr	2	2.1-10	10
Hierro	Fe	ppm	10	11-100	100
Cobre	Cu	ppm	2	3-20	20
Zinc	Zn	ppm	3	3.1-10	21-36
Manganeso	Mn	ppm	5	6-50	50

Toposecuencia de disponibilidad de nutrientes en ecosistemas de la comunidad La Concepción municipio La Trinidad- Estelí.

Tabla 21 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Mes	Día	Actividades	Desarrollo	Responsable
Septiembre	10	Revisión de documento y enviar el protocolo al CIAI	Se hizo la revisión de documentos sobre Toposecuencia de suelo como :Tesis ,libro, Artículos,Revista.etc	Juan Carlos Santos, Aarón Pablo Moreno, Vallecillo.
	17			
	24			
Octubre	1	Búsqueda de metodología	Escoger la mejor metodología para poder realizar el estudio de suelo	Juan Carlos Santos, Aarón Pablo Vallecillo. Y Kenny Picado
	8			
	15			
	22	Visita al lugar de estudio	Se inspeccionó el lugar para decidir el área de estudio	Juan Carlos Santos, Aarón Pablo Vallecillo,
	29			
Noviembre	5	Medición del área de estudio	Se delimito el área de estudio con un cinta métrica	Juan Carlos Santos, Aarón Pablo Vallecillo, Tutor: Kenny López
	10	Muestreo de suelo	se realizó en dos ecosistema, para obtener la muestras para realizar el análisis	Juan Carlos Santos, Aarón Pablo Vallecillo.
	12	Envió de muestra al laboratorio	se llevó la muestra al laboratorio	Aarón Moreno

Toposecuencia de disponibilidad de nutrientes en ecosistemas de la comunidad La Concepción municipio La Trinidad- Estelí.

	26	Retiro de muestras	Se envió por correo los resultados.	Aarón Moreno
	27	Revisión y análisis de resultado del laboratorio	Reunión de grupo	Juan Santos, Aarón Moreno, Pablo Vallecillo.
	30	comparación ente los ecosistema con el análisis de los resultados	Reunión de grupo	Juan Santos, Aarón Moreno, Pablo Vallecillo.
Diciembre	2	Redacción del documento y Resultados	Reunión de grupo	Juan Santos, Aarón Moreno, Pablo Vallecillo.
	31			
Enero 2016	1	Revisión final del trabajo	se hará una revisión final para corregir errores que pueda existir dentro del contenido de trabajo	Juan Carlos Santos, Aarón Moreno, Pablo Vallecillo, Tutor: Kenny López
	21	Defensa final	Se presentara el trabajo frente al jurado calificador	Juan Santos, Aarón Moreno, Pablo Vallecillo.

Toposecuencia de disponibilidad de nutrientes en ecosistemas de la comunidad La Concepción municipio La Trinidad- Estelí.



Imagen 2 recopilación de las de 10 muestra



Imagen 3 Método de cuarteo



Imagen 4 georreferenciación



Imagen 5 delimitar el área de estudio



Imagen 6 Extracción de suelo



Imagen 7 Delimitación del bosque