



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

*“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”*

Trabajo de Graduación

Balance aparente de nutrientes (N, P y K), en
dos agro ecosistemas de café, Condega, Estelí,
Nicaragua, 2015 -2016

AUTORES

Br. Gelder Francisco Suárez González
Br. Noel Enrique Gámez García

ASESORES

MSc. Leonardo García Centeno
Ing. MSc. Hugo René Rodríguez
Dr. Dennis José Salazar Centeno

**Managua, Nicaragua
Septiembre, 2017**



*“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”*

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Graduación

Balance aparente de nutrientes, (N, P y K), en
dos agro ecosistemas de café, Condega, Estelí,
Nicaragua, 2015 - 2016

AUTORES

Br. Gelder Francisco Suárez González

Br. Noel Enrique Gámez García

ASESORES

MSc. Leonardo García Centeno

Ing. MSc. Hugo René Rodríguez

Dr. Dennis José Salazar Centeno

Presentado a la consideración del honorable tribunal
Examinador como requisito final para obtener el
Título de Ingeniero Agrónomo

**Managua, Nicaragua
Septiembre, 2017**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
SECRETARÍA FACULTATIVA

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la decanatura en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria como requisito final para optar al título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Miembros del Tribunal Examinador

Presidente

Secretario

Vocal

Lugar y fecha (día/mes/año) _____

INDICE DE CONTENIDO

Sección	Página
DEDICATORIA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 General	3
2.2 Específicos	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1 Ubicación del área de estudio	4
3.2 Descripción socioeconómica	5
3.3 Sector agrícola del municipio de Condega	5
3.4 Descripción de las fincas	6
3.4.1 Criterios de selección	6
3.4.2 Aspectos fisiográficos del lugar de estudio	6
3.4.3 Manejo de la biodiversidad de las fincas en estudio	7
3.4.4 Suelos	7
3.5 Clima de los sistemas de estudios	8
3.6 Características productivas de las fincas en estudio	8
3.7 Metodología del estudio	8
3.7.1 Etapa de recolección de información	9
3.8 Modelo general del balance aparente de macro nutrientes	10
3.8.1 Entradas o aporte de macro nutrientes	11
3.8.2. Salidas o exportación de macro nutrientes (S)	11
3.9 Medición de los parámetros físicos y químicos del suelo	13
3.9.1 Profundidad del suelo	13
3.9.2 Densidad aparente del suelo (Da)	14
3.9.3 Infiltración del agua en el suelo	16
3.9.4 Medición de la materia orgánica del suelo	18
3.9.5 Medición de la porosidad total del suelo	19
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20

4.1 Entradas de nutrientes a la finca El Milagro ciclos productivos 2 015 – 2 016	20
4.2 Salidas de nutrientes de la finca El Milagro en los ciclos productivos 2015 – 2016	22
4.3 Balance aparente de nutrientes en la finca El Milagro	23
4.4 Entradas y salidas de nutrientes en la finca Reserva Linda Vista durante ciclos productivos 2015 – 2016	30
4.5 Balance aparente de nutrientes en la finca Reserva Linda Vista	31
4.6 Indicadores físicos y químicos de la calidad del suelo	38
V. CONCLUSIONES	43
VI. RECOMENDACIONES	44
VII. LITERATURA CITADA	45
VIII. ANEXOS	51

DEDICATORIA

Este trabajo de graduación se lo dedico a:

A Dios Omnipotente por la fortaleza, sabiduría y valentía que me ha dado para superar los obstáculos que se presentaron en mis años de estudio. Gracias Señor por ser la luz y guía en mi camino y especialmente por haberme dado vida para culminar mi carrera.

A mi madre María Petrona González Pérez quien con mucho amor y sacrificio siempre estuvo a mi lado durante mis logros y tropiezos, por todo su amor y consejos para ser un profesional con visión.

A mi padre Ricardo Suárez por sus sabios consejos que me brindó, diciéndome que lo único que nos puede hacer felices es hacer lo que nos gusta para logra el éxito en la vida.

A todos mis hermanos que de una u otra manera siempre estuvieron conmigo durante los momentos difíciles y fueron los que me llevaron a culminar la carrera.

A mis amigos y a todos aquellos que me apoyaron, aconsejaron y alentaron para continuar, con mi sueño hoy en día hecho realidad.

Br. Gelder Francisco Suárez González

DEDICATORIA

A *Dios* por haberme brindado un tiempo más de vida, por darme el don de la sabiduría, el entendimiento y la paciencia durante mis estudios. Además, por derramar perpetuas bendiciones en mi familia y en mí, y por haberme dado la fortaleza para alcanzar mi meta propuesta durante mi vida en estudio.

A mi madre, **Guadalupe García Martínez** y mi hermano **José Alfredo Gámez García** por haberme ayudado económicamente e inculcado valores que me ayudaron a formarme como persona para seguir el camino del bien.

A **todos mis hermanos** por ser parte de mi familia el cual es lo más importante, y por ser partícipes directos como amigos, brindándome apoyo y motivación para poder alcanzar mis logros profesionales y morales.

Br. Noel Enrique Gámez García

AGRADECIMIENTOS

A DIOS principalmente por darnos las fuerzas espiritual, física y mental para poder culminar, uno de nuestros grandes sueños.

A nuestras familias por el apoyo incondicional en cada paso que realizamos para una formación profesional.

De manera especial a nuestros asesores, **Ing. MSc. Leonardo García Centeno e Ing. MSc. Hugo René Rodríguez** por sus amistades, disponibilidad, confianza y el entusiasmo de compartirnos sus conocimientos, brindándonos la oportunidad de llevar a cabo este trabajo de pregrado para el éxito de nuestra carrera.

A la Universidad Nacional Agraria por habernos aceptados ser parte de ella y abierto las puertas de sus senos científicos para poder estudiar la carrera, así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y apoyo para seguir adelante día a día.

Al personal que labora en el CENIDA por permitirnos el acceso a toda la información pertinente y relacionada con nuestro trabajo.

Br. Gelder Francisco Suarez González

Br. Noel Enrique Gámez García

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	Distribuciones de las áreas sembradas en el municipio de Condega	5
2.	Cuadro 2. Lotificación de las fincas Reserva Linda Vista y El Milagro, Condega, Estelí, Nicaragua 2016	6
3.	Entradas y salidas que se tomaron en cuenta para obtener el balance aparente de nutrientes	11
4.	Datos tomados durante la prueba del método propuesto	17
5.	Clasificación de la presencia de materia orgánica en el suelo de las fincas Reserva Linda Vista y El Milagro	18
6.	Categorías de valoración de los parámetros evaluados (García, 2015)	19
7.	Balance aparente de nutriente (N, P y K) 2015 - 2016, Finca El Milagro, propietario Sixto Talavera, Condega, Estelí	25
8.	Balance aparente de nutriente (N, P y K), 2015 - 2016, Finca Reserva Linda Vista, propietario Julio Muñoz, Condega Estelí	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Ubicación del área de estudio	4
2.	Coefficiente de manejo de la biodiversidad (CMB), en dos agroecosistemas con café. Condega, Estelí, Nicaragua 2017 (Herrera y González, 2017).	7
3.	Barrenos para medir la profundidad efectiva del suelo	14
4.	Hoyo para medir la profundidad efectiva del suelo	14
5.	Limpia del terreno	15
6.	Proceso para penetrar el cilindro en el suelo	15
7.	Extraer el cilindro del suelo	15
8.	Suelo del cilindro en una bolsa plástica	15
9.	Pesaje del suelo contenido en el cilindro	16
10.	Suelo cubierto con plástico dentro del cilindro	16
11.	Medición del agua infiltrada	17
12.	Comportamiento del balance aparente de Nitrógeno en kg ha ⁻¹ parcelas/Años (2015 – 2016)	26
13.	Comportamiento del balance aparente de Fósforo en kg ha ⁻¹ /parcelas/año 2015 – 2016)	27
14.	Comportamiento del balance aparente de Potasio kg ha ⁻¹ /parcela/año 2015 – 2016	28
15.	Comportamiento del balance aparente de N, P y K, por finca, año 2015 - 2016, finca El Milagro, propietario Sixto Talavera	29
16.	Comportamiento del balance aparente de Nitrógeno, por parcelas, año 2015-2016, finca Reserva Linda Vista propietario Julio Muñoz	34
17.	Comportamiento del balance aparente de Fósforo, por parcelas, año 2015 - 2016, finca Reserva Linda Vista, propietario Julio Muñoz	35

18.	Comportamiento del balance aparente de Potasio, por parcelas, años 2015 - 2016, finca Reserva Linda Vista, propietario Julio Muñoz	36
19.	Comportamiento del balance aparente de N, P y K, por finca, año 2015 - 2016, finca Reserva Linda Vista, propietario Julio Muñoz	37
20.	Estado actual de los indicadores evaluados por parcela en el la Finca Reserva Linda Vista durante el período 2015 – 2016	39
21.	Estado actual de los indicadores evaluados por parcela en la finca El Milagro durante el período 2015 – 2016	40
22.	Comportamiento de los indicadores evaluados en las fincas Reserva Linda Vista y El Milagro	42

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1.	Información de manejo por área y ciclos año 2015 - 2016	51
2.	Información de manejo por área y ciclos con animales año 2015 – 2016	52
3.	Manejo de los rastrojos por parcela y ciclo año 2015 - 2016	52
4.	Información sobre distancias de siembra en los cultivos	52
5.	Rendimiento de los cultivos en la finca Reserva Linda Vista ciclo productivo 2015	53
6.	Rendimientos de los cultivos en la finca Reserva Linda Vista ciclo productivo 2016	52
7.	Rendimiento de los cultivos en la finca El Milagro ciclo 2015	54
8.	Rendimiento de los cultivos en la finca El Milagro ciclo 2016	54
9.	Contenido de nutrientes (N, P y K) en los granos y frutos obtenido de la finca Reserva Linda Vista y El Milagro, ciclo productivo 2015 – 2016 (Bertsch, 2003)	55
10.	Peso por unidad de frutos en kilogramos, obtenidos de las fincas Reserva Linda Vista y El Milagro, ciclo productivo 2015 - 2016	55
11.	Resultados de análisis de suelo, finca Reserva Linda Vista	56
12.	Resultado análisis de suelo, finca El Milagro	55
13.	Entradas de nutrientes año 2015 - 2016, finca El Milagro, Sixto Talavera, Los Alpes - El Bramadero, Condega, Estelí	57
14.	Entradas de nutrientes Año 2015 finca Reserva Linda Vista Julio	

	Muñoz, Los Alpes - El Bramadero, Condega, Estelí	58
15.	Entradas de nutrientes Año 2016 finca Reserva Linda Vista Julio Muñoz, Los Alpes - El Bramadero, Condega, Estelí	59
16.	Indicadores utilizados para evaluar cambios en la calidad de los suelos en condiciones de manejo racional	60

RESUMEN

En dos unidades de producción localizadas en el municipio de Condega departamento de Estelí, se realizó un estudio sobre balance aparente de N, P y K, para conocer cómo los productores están manejando sus parcelas y a la vez determinar la fertilidad de los suelos de las fincas en estudio con la evaluación de indicadores físicos y químicos de suelo. Se dio seguimiento a las actividades y manejo que los productores realizan en sus unidades de producción durante dos años 2015 – 2016, apoyándonos en guías de campo llenadas por los productores. La información fue recopilada a través de visitas periódicas en cada una de las fincas, sintetizándola en cuadros. El estudio se continuo con la recolección de muestras de suelo para cada una de las parcelas, las que fueron enviadas al Laboratorio de Suelo y Agua (LABSA) de la Universidad Nacional Agraria, para su respectivo análisis; de N, P, K, pH, M.O, porosidad y textura, asimismo se determinó la profundidad e infiltración por parcela en las fincas de Julio Muñoz y Sixto Talavera. Los resultados obtenidos en la finca Reserva Linda Vista, reflejó balances negativos de N, P y K, a diferencia de la Finca El Milagro la cual presento balance positivo para Nitrógeno y fósforo para el año 2015 y 2016, sin embargo para el Potasio en el mismo periodo fue negativo.

Palabras Claves: Café, Balance, fertilidad, Indicadores, aparente

ABSTRACT

A research about the apparent balance of nutrients was performed in the municipality of Estelí two production units. That was done to find out how the farmers are managing their plots of land and at the same time to determine the fertility of de soils in their farms. A research that is also about the pysical and chemical indicators of de soil. There was a follo won the activities that farmers performed to manage their production units during 2 years 2015 – 2016 supported by guides made by the farmers. The information was gathered through periodic visits to the farms it was divided in squeres. The researsch was started by collecting samples from the soil from each plot of land and then they were sent LABSA Laboratory of Soil and Water in the Universidad Nacional Agraria with the purpose of further analisis it was. Determined there was N, P, K, pH, M O with pososity and texture in the soil samples. At the same time it was determined the depth and infiltration for each plot of labd in the farm owned by Julio Muñoz and Sixto Talavera. The results obtained from the farm and resort Linda Vista reflected negative balances of N P and K, unlike the finca El Milagro which presented positive balance for Nitrogen and phos phorusfor the year 2015 and 2016, however for the same period was negative.

Key Words: Coffee, Balance, fertility, Indicators, apparent

I. INTRODUCCIÓN

El balance de nutriente es el requerimiento mínimo para el uso sostenible del suelo, consiste en que la fertilidad no disminuya al momento que se establezcan diversidades de cultivos en un agro ecosistema, esto implica una de las muchas leyes de fertilización de suelo, ley de la restitución la que nos explica que las salidas de nutrientes no deben de ser mayores que los insumos (García, 2013). El balance de nutriente como todo proceso se ve afectado mediante la fluidez de los nutrientes fuera y dentro de las capas de suelos fértiles lo que favorecen a condiciones naturales como la volatilización, lixiviación lo que conlleva a las pérdidas de nutriente de un sistema (Tello, 2012).

Los nutrientes del suelo son constantemente absorbidos por los cultivos, a medidas que las plantas crecen, estos se acumulan en sus diferentes tejidos como forma de reserva ya sea para la formación de grano o para suplir cambios fisiológicos que puedan ocurrir en el ciclo productivo, no todo los nutrientes son extraídos al momento de la cosecha, gran parte se aíslan en los resto de cosecha los cuales se regresan al suelo, este proceso es de gran importancia permitiendo mantener de manera sostenible el sistema de producción, la sostenibilidad se logra hasta que los nutriente incorporado por los resto de cosecha se encuentran disponible, lo cual depende en gran escala de las características físicas y químicas del suelo, no en todas las propiedades del suelo se reflejan las mismas concentraciones y disponibilidades de nutriente dentro de un sistema de producción (López, 2002).

Dentro de la producción agrícola se encuentra una diversidad de rubros, que tradicionalmente se dividen en productos de consumo interno, principalmente granos básicos y productos de exportación, los cultivos de exportación han venido aumentando las áreas de producción, debido a que los precios internacionales en el mercado han alcanzado costos considerables, esto les ha permitido aumentar el área de producción. Como resultado el suelo está siendo explotado más intensivamente, las tierras nuevas incorporadas a la agricultura son de una calidad más pobre y menos productivas que las tierras actualmente en explotación lo cual aumenta aún más la degradación del suelo. La sostenibilidad del recurso suelo se ha hecho un asunto muy importante (FAO, 1996).

El balance aparente de nutriente en los sistemas agrícola es importante, en base a este se mide la cantidad de fertilizante que entra al sistema, cantidad presente en el suelo, cantidad extraída por los cultivos para una producción esperada y la eficiencia de absorción de los nutrientes por las plantas (Aragón & Arauz; 2000).

Un requerimiento mínimo para que el suelo en uso sea sostenible es que la fertilidad del suelo no disminuya, esto implica que las salidas de los nutrientes (exportaciones de biomasa y cosecha del producto) no deben ser mayores que las entradas (aportes de fertilizantes minerales y orgánicos), (Aragón & Arauz; 2000).

Ante la continua pérdida de fertilidad natural y productiva de los suelos, muchos productores, han optado por cambiar su enfoque en el manejo de sus fincas, del sistema tradicional a un sistema agroecológico, garantizándole menores costo de producción y obtener productos inocuos permitiendo asegurar la salud alimentaria en la población, Por esta razón se realizó el presente estudio explicativo mediante un balance aparente de nutriente en las fincas El Milagro y Reserva Linda Vista, con el fin de conocer las pérdidas de nutriente en ambos sistemas, ya que se desconocen las pérdidas por las extracciones de rastrojos y cosechas, sin embargo existen estudio como los reportados por Aragón & Arauz, (2000), que las salidas de nutriente por las cosechas, quemas de los rastrojos, bajas adiciones de fertilizantes, la deficiencia de agua producto de las bajas precipitaciones y las pobres condiciones del suelo influye sobre el déficit de los nutrientes. Por todo la antes expuesto se han planteado lo siguiente objetivos.

II. OBJETIVOS

2.1 General

Determinar el balance aparente de N, P y K, en dos agro ecosistemas de café, Condega, Estelí, Nicaragua, 2015 – 2016.

2.2 Específicos

Estimar un balance aparente de N, P y K, por rotación de cultivo, parcela y finca en dos agroecosistemas de café durante el ciclo productivo 2015-2016.

Relacionar el manejo que los productores realizan en las parcelas de las fincas, con la fertilidad de sus suelos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del área de estudio

El estudio se realizó en la comunidad Los Alpes – El Bramadero municipio de Condega departamento de Estelí en dos sistemas de producción cafetaleros, en el período del año 2015 a diciembre 2016. Las fincas están ubicadas a 24 km de Condega carretera San Juan de Yali, con posición geográfica de 13° 21' Latitud Norte y 86° 23' Longitud Oeste.

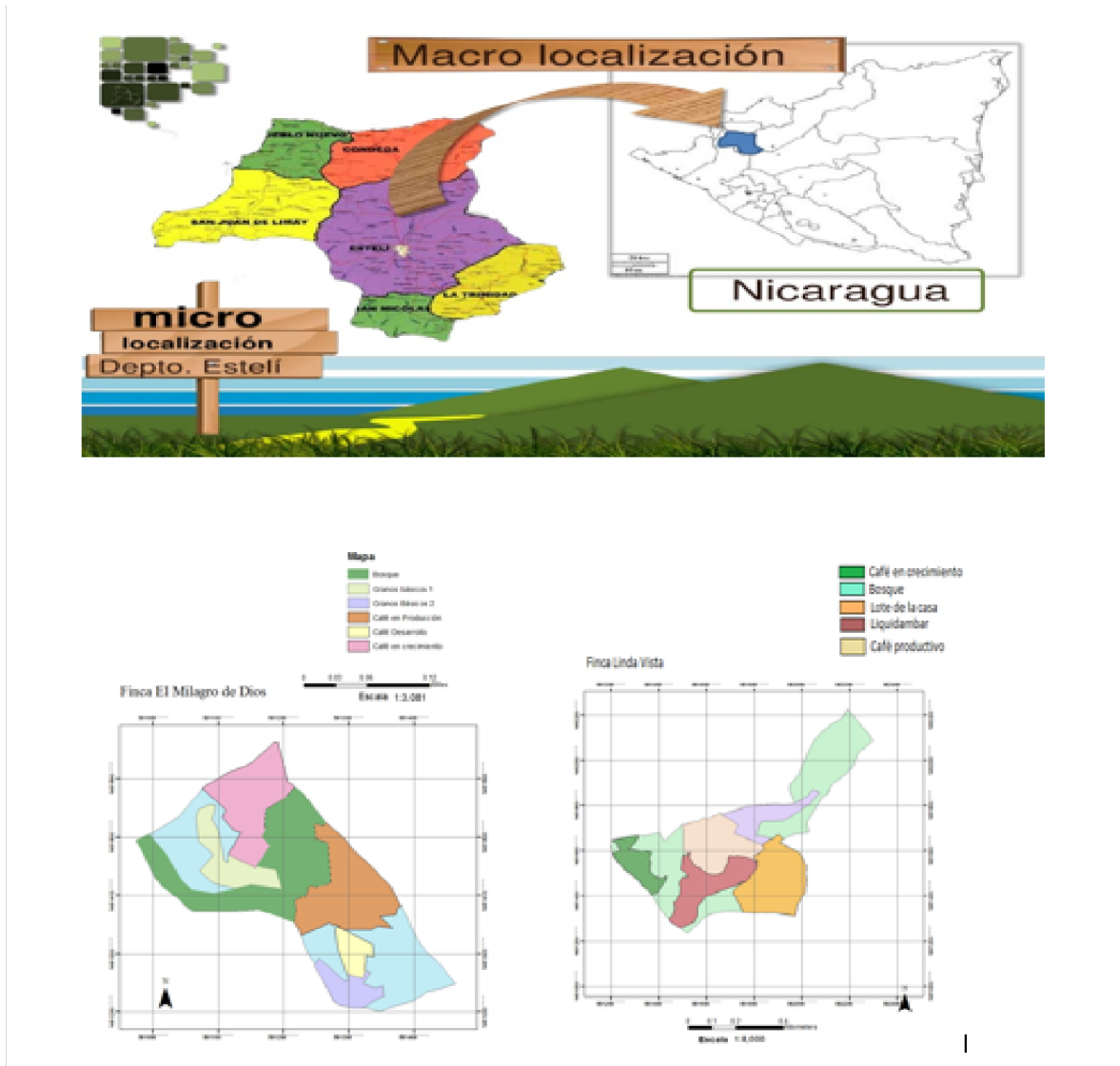


Figura 1. Ubicación del área del estudio

3.2 Descripción socioeconómica

El municipio de Condega cuenta con una superficie de 402 km² con 67 comunidades organizada en once micro regiones más el casco urbano como cabecera departamental, es un municipio relativamente poblado, posee una población de 29,247 personas, el 69.52 % de la población vive en el área rural y el 30.48 % vive en el área urbana.

La principal actividad económica es esencialmente agrícola, con claro predominio del cultivo de café, tabaco y granos básicos, con una importante orientación al autoconsumo y a un mediano desarrollo de la agroindustria. El municipio cuenta con 6 338 hectáreas distribuida como se observa en el cuadro 1.

3.3 Sector agrícola del municipio de Condega

Cuadro 1. Distribuciones de las áreas sembradas en el municipio de Condega

Cultivo	Café	Frijol	Maíz	Sorgo
Hectáreas sembrada	704	2 816	2 468	352

Los productores que sostienen las actividades agropecuarias del municipio son aproximadamente 2,352, de éstos el 82 % lo componen los pequeños productores (con 13 hectáreas promedio.), ocupando el 30.5 % de las áreas cultivadas, el 15 % de productores medianos poseen entre 7 y 35 hectáreas y ocupan el 22.5 % de las áreas cultivadas, y el 3 % de productores son propietarios de 36 hectáreas y ocupa el 48.5 de las áreas cultivadas (INIDE, 2013).

La tenencia de las tierras se encuentra distribuida en productores con y sin título de propiedad, otros alquilan terrenos para la siembra y 1,141 productores se encuentran asociado en 30 cooperativas agrícolas del municipio.

3.4 Descripción de las fincas

Las fincas Reserva Linda Vista y El Milagro se encuentran dividida en cinco lotes, en los que se hallan diversidades de cultivos establecidos siendo el principal el cultivo el café, tal como lo muestra el cuadro 2.

Cuadro 2. Lotificación de las fincas Reserva Linda Vista y El Milagro, Condega, Estelí, Nicaragua 2016

Lotes	Finca Reserva Linda Vista	Finca El Milagro
I	Bosque con muchas especies	Granos básico
II	Café productivo	Bosque de pino
III	Bosque de liquidámbar	Café en crecimiento
IV	Café en desarrollo	Café en desarrollo
V	Café en crecimiento	Café productivo

3.4.1 Criterios de selección

Las fincas El Milagro y Reserva Linda Vista se seleccionaron bajo los siguientes criterios:

1. Que fueran representativas al resto de fincas predominantes en la zona de estudio.
2. Anuencia de los productores a facilitar y recolectar información para el estudio.
3. Que no estuvieran intervenidas bajo ningún tipo de manejo especial, si no el típico o tradicional que realiza el productor.

3.4.2 Aspectos fisiográficos del lugar de estudio

La topografía de la finca Reserva Linda Vista propiedad del señor Julio Muñoz Centeno es irregular con pendiente entre 5–30 % y su paisaje es montañoso, con altitud de 1200 msnm, en cambio, El Milagro perteneciente a Don Sixto Talavera Olivas exhibe paisaje más abierto con altitudes que van desde 1215 a 1268 msnm con pendientes de aproximadamente del 15 %.

3.4.3 Manejo de la biodiversidad de las fincas en estudio

En cuanto al manejo de la biodiversidad, que determina la forma de clasificación de complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en los agroecosistemas, según rangos establecidos.

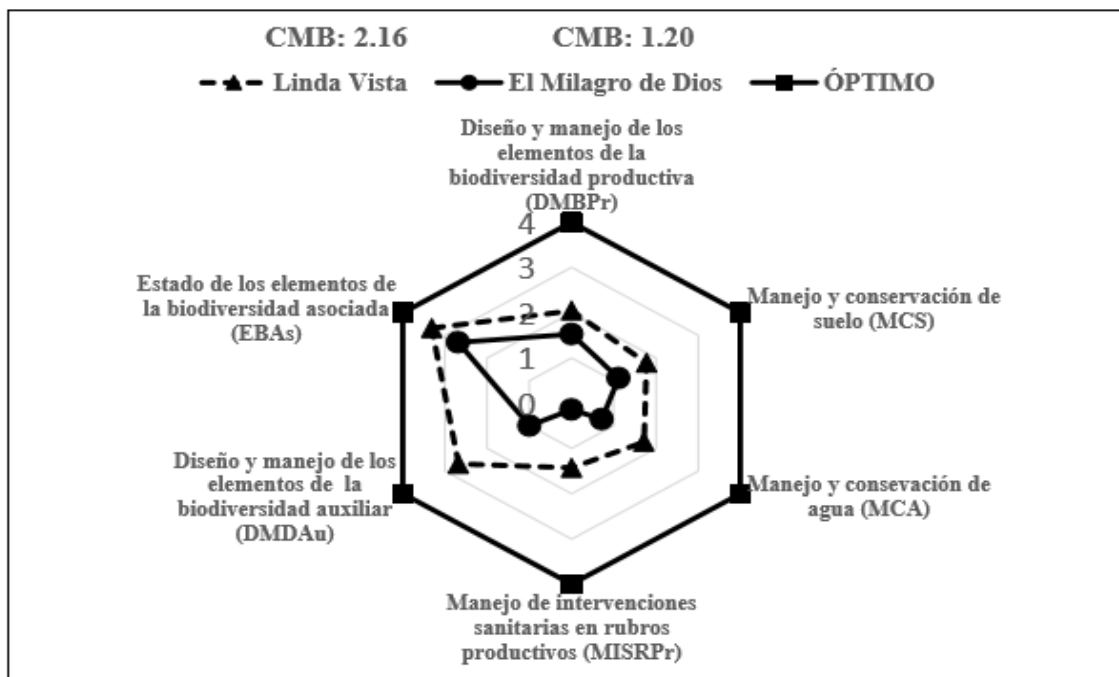


Figura 2. Coeficiente de manejo de la biodiversidad (CMB), en dos agroecosistemas con café. Condega, Estelí, Nicaragua 2017 (Herrera y González, 2017).

Estudios realizados en la finca Reserva Linda Vista y El Milagro de acuerdo a la metodología de Vázquez aplicado por Herrera y González (2017), el primer sistema productivo se clasificó como sistema medianamente complejo, en cambio El Milagro fue clasificado como poco complejo, basándose en el manejo y diseño de la biodiversidad de cada una de las fincas a través de los componentes que se muestran en la figura 2.

3.4.4 Suelos

Según análisis de suelos realizados por (LABSA, 2017) de la Universidad Nacional Agraria, la finca Reserva Linda Vista, presenta suelos que van desde francos a francos arcillosos, con materia orgánica que oscila de 4.95 a 5.90 %, pH de 5.28 a 5.62, ver en anexos 11.

La finca El Milagro presentó suelos con texturas que varían de francos a francos arcillosos arenosos, con materia orgánica de 4.56 a 5.95 %, pH que oscilan de 5.13 a 5.4, ver anexo 12.

3.5 Clima de los sistemas de estudios

Ambas fincas poseen un micro clima de trópico húmedo, tipo nebliselva, con precipitaciones que fluctúan entre los 1400–1800 mm anuales en época lluviosa, con temperaturas que oscilan entre valores promedios que van des de 20 y 22 °C (INIFOM, 2009).

3.6 Características productivas de las fincas en estudio

En la finca de Reserva Linda Vista el principal cultivo es el café en asocio con frutales como musáceas, guanábana y cítricos que se encuentran dispersos en toda el área, esto significa que no incluye arreglos de siembra, manejados intensivamente y que sirven como sombra del cultivo principal café.

En la finca El Milagro el rubro de mayor peso económico es el café, sin embargo, existen cultivos de granos básicos (maíz y frijol), hortalizas (tomate y chiltoma), que son cultivados de forma rotacional durante el ciclo del año.

3.7 Metodología del estudio

Estimación del balance:

- a) Un balance aparente de nutrientes a nivel de las parcelas cultivadas y a nivel de la finca completa. El balance a nivel de la finca se realizó por un período equivalente a dos años valiéndose en todas las rotaciones durante el ciclo 2015 – 2016. Este método prevé una serie de fases y mediciones que se hacen sobre los cultivos para así obtener la información pertinente de cada una de las actividades (rotaciones) que se realizaron en cada una de las parcelas y a nivel de la finca.

3.7.1 Etapa de recolección de información

Para la recolección de información se visitó las fincas Reserva Linda Vista y El Milagro, que fueron seleccionadas para realizar el estudio durante un período de dos años 2015 – 2016; realizando encuesta, en la que el productor brindó toda la información necesaria, que estaba relacionada a la actividad productiva y de manejo como:

1. Manejo de los cultivos y de las rotaciones de cada parcela.
2. Rendimiento de los cultivos (salidas).
3. Biomasa producida por el cultivo (destino de la misma).
4. Salida de nutrientes por biomasa.
5. Entradas de nutrientes por biomasa.
6. Entradas por fertilización (mineral u orgánica).

El trabajo se continuo con la recolección de muestras de suelo en cada una de las parcelas (entiéndase por parcela, la forma en que cada productor tiene dividida su finca, y no como una parcela experimental), las muestras se recolectaron a una profundidad de 0.20 m utilizando un barreno, balde, bolsas plásticas y etiquetas. Fueron enviadas al laboratorio de suelo y agua (LABSA) de la Universidad Nacional Agraria para su respectivo análisis (pH, % de M.O, N, P, K y textura).

Se tomaron muestras de plantas tomando en cuenta los cultivos establecidos en cada una de las fincas, cuando éstos estaban en su etapa de madurez fisiológica, las mediciones se hicieron utilizando un marco de madera de 1 m², el que se ubicó al azar en cada una de las parcelas. Las muestras tomadas, se secaron a 105 °C, y se les tomó peso húmedo y seco para el cálculo de biomasa. Las concentraciones de nutrientes (N, P y K) de estas plantas, se tomaron de las reportadas por otros trabajos realizados con ese tipo de cultivo, preferiblemente en Nicaragua, en los casos en que no se encontró datos nacionales de concentración de nutrientes de algunas plantas, se tomaron los reportados en la literatura internacional.

Se consideró como biomasa exportada todo lo que salía fuera de las parcelas cultivadas (raíz, tallos, hojas y frutos), y que son depositadas fuera de éstas, quemadas o incorporadas a otras para lo cual se debe verificar el destino que el productor le da a los residuos del cultivo (entradas para la parcela destino), y así hacer los cálculos respectivos de exportación de nutrientes. También se tomó en cuenta la biomasa incorporada la cual se midió la cantidad de macro nutrientes que son incorporados (por la biomasa) a una determinada parcela proveniente de otra.

b) Evaluación de indicadores físicos y químicos de calidad de suelo como:

1. Profundidad de suelo en centímetros
2. Porosidad en porcentaje
3. Infiltración en centímetro por hora
4. Materia orgánica en porcentaje
5. pH
6. Textura

3.8 Modelo general del balance aparente de macro nutrientes

Se hizo un esquema de acuerdo a las condiciones agro-lógicas y socioeconómicas del sitio específico para obtener el resultado del estado nutritivo del suelo para los cultivos.

En las fincas en estudio el modelo del balance utilizado fue el de análisis de flujos de entrada menos las salidas de N, P y K de las parcelas a partir de la información obtenida de los análisis de laboratorio de muestras de suelo y de plantas debido a que no se realizaron estudios de pérdidas de N, P y K por erosión, ni aparatos especializados para medir pérdidas de macronutrientes por lixiviación, volatilización y/o desnitrificación. Por consiguiente este estudio se limitará a analizar, procesar y emitir los resultados a partir de los datos con los que se cuenta (Análisis de suelo y partes vegetales).

El modelo general del balance planteado en el estudio es el siguiente:

Cuadro 3. Entradas y salidas que se tomaron en cuenta para obtener el balance aparente de nutrientes

APORTES O ENTRADAS DE NUTRIENTES (E)	EXPORTACIÓN O SALIDAS DE NUTRIENTES (S)
Aporte de fertilizantes minerales (kg ha^{-1})	Cosecha del producto (kg ha^{-1})
	Residuos de cosecha (kg ha^{-1})
Aporte de material orgánico (kg ha^{-1})	Pérdidas por quema (kg ha^{-1})

Balance= Entradas (E) - Salidas (S)

3.8.1 Entradas o aporte de macro nutrientes

Como se muestra en el cuadro 2, las entradas a considerar están referidas a la incorporación de fertilizantes minerales u orgánicos al suelo. Las cantidades de macro nutrientes incorporadas al sistema son calculadas a partir de los contenidos de estos en las diferentes formas de presentación del producto, el valor obtenido se presentará en kg ha^{-1} de N, P y K. Si el productor aplica 45.45 kg ha^{-1} de 12-30-10, estaría aplicando:

5.45 kg ha^{-1} de N.

13.63 kg ha^{-1} de P_2O_5 .

4.54 kg ha^{-1} de K_2O .

Es importante mencionar que estos productores no aplican abonos verdes por lo tanto, no se cuantificaron entradas ni salidas de este tipo. Pero se tomó en cuenta las entradas por compost aplicados al cultivo de café en la finca Reserva Linda Vista, aportes por excretas de ganado equino existente en ambas fincas en estudio.

3.8.2. Salidas o exportación de macro nutrientes (S)

Con la salida de las cosechas de los cultivos y los residuos de estos, se exportan los nutrientes que la planta utilizó en su formación, el manejo que los productores brindan a la biomasa es incierto, en algunos casos los rastrojos pueden ser extraídos de la parcela, quemados, incorporados a otras parcelas, perdiéndose de esta manera materia orgánica que se podría incorporar al suelo para incrementar el contenido de macro nutrientes, el método

propone obtener el contenido de nutrientes N, P y K, exportados de las parcelas a través del análisis de laboratorio que se le realizó a cada una de las muestras (raíz, tallos, hojas y frutos).

Ejemplo, si el productor extrae el raquiz, de la parcela que se cultivó el maíz, este se lleva consigo la siguiente cantidad de nutriente:

Densidad de siembra = 210, 000 plantas ha^{-1} = 21 plantas m^2 .

Peso promedio del olote = 2.54 gramos.

Concentración en el raquiz = 0.29 % de N, 0.06 % de P, 0.65 % de K.

Rendimiento = Densidad de siembra del cultivo x Peso promedio del raquiz

Rendimiento = 210, 000 plantas ha^{-1} x 2.54 g = 533400 g ha^{-1} / = 533.4 kg ha^{-1}

La salida de nutrientes por el raquiz será igual a:

S= Rendimiento (kg ha^{-1}) x Concentración en el raquiz (% de N, P y K)/100

Entonces si el productor no incorpora el raquis a la parcela donde fue cultivado está perdiendo:

1.55 kg ha^{-1} de N.

0.32 kg ha^{-1} de P.

3.47 kg ha^{-1} de K.

Si el productor quema los rastrojos producidos por el cultivo solamente se estiman las pérdidas de N por volatilización, ya que el P y el K no son volátiles y quedan en las cenizas, esto sería aplicado en el balance completo.

Ejemplo: La salida de N por quema de rastrojos de sorgo se estima de la siguiente manera:

Densidad de siembra = 210 000 plantas ha^{-1} = 21 plantas m^2 .

Peso seco de la biomasa producida (raíz, hojas, tallo) /planta = 21.3 gramos.

Concentración de N en la biomasa = 4.03 %.

Rendimiento = Densidad de siembra x peso seco de la biomasa producida / planta ha^{-1}

Rendimiento = 210 000 plantas ha^{-1} x 21.3 g /planta = 4 473 kg ha^{-1} .

$S = \text{Rendimiento (kg ha}^{-1}) \times \text{Concentración de N en la biomasa (\%)} / 100$

$S = 4\,473 \text{ kg ha}^{-1} \times 4.03 \% / 100 = 180.26 \text{ kg ha}^{-1} \text{ de N.}$

La información se ordenó de manera que esta sea de fácil manejo y que permita ver de forma clara los balances aparentes de N, P y K de cada parcela y por finca. Los resultados se presentan en forma de cuadros donde se reflejan las entradas, salidas y el balance aparente de nutrientes, ya sea de producto cosechado o como biomasa producida, esto debido a que el manejo de los rastrojos no es similar para los dos productores ni para algunas parcelas.

3.9 Medición de los parámetros físicos y químicos del suelo

La profundidad, porosidad, infiltración, pH y materia orgánica fueron utilizados como un instrumento de análisis para estimar la tendencia o dirección general de la calidad del suelo. Para eso, se elaboró una tabla donde los indicadores evaluados se han categorizados, de manera que puedan ser graficados y mostrar la tendencia de los indicadores de acuerdo al manejo del suelo, y así poder tomar decisiones para su mejora. Esta categorización está basada en rangos, pues son las tendencias las que interesan y no los valores exactos.

Para que el productor pueda en un futuro ir evaluando su sistema, se utilizaron métodos de campo debidamente calibrados elaborado por (García 2015).

3.9.1 Profundidad del suelo

La profundidad efectiva de un suelo es el espacio en el que las raíces de las plantas pueden penetrar sin mayores obstáculos, con vistas a conseguir el agua y los nutrientes indispensables. Esta información resulta ser de suma importancia para el crecimiento de las plantas. La mayoría puede penetrar sus raíces más de un metro, si las condiciones del suelo lo permiten. Un suelo debe tener condiciones favorables para recibir, almacenar y hacer aprovechable el agua para las plantas, a una profundidad menor de un metro.

En un suelo profundo, las plantas resisten mejor la sequía, ya que a más profundidad mayor capacidad de retención de humedad. De igual manera, la planta puede usar los nutrientes

almacenados en los horizontes profundos del subsuelo, si éstos están al alcance de las raíces.

La forma que se midió la profundidad fue sencilla, introduciendo un barreno de colcho o ranura (Figura 3) e ir observando los cambios de color y tipo de material, luego se puede medir hasta donde penetra el barreno.



Figura 3. Barrenos para medir la profundidad efectiva del suelo

Existe otra forma que es haciendo un hoyo y medir la profundidad efectiva con una cinta métrica (Figura 3).

De acuerdo al valor obtenido, la profundidad se clasifica basándose en el cuadro 5.



Figura 4. Medición de la profundidad efectiva del suelo

3.9.2 Densidad aparente del suelo (Da)

La densidad aparente se define como la masa de suelo por unidad de volumen (g. cm^{-3} o t. m^{-3}). Ésta varía con la textura del suelo y el contenido de materia orgánica. También, puede variar estacionalmente por efecto de labranzas y humedad del suelo sobre todo en suelos con arcillas expandibles (Echeverría, 2014).

El método utilizado para determinarla es el del Cilindro del tubo PVC. Una de las desventajas de tomar la muestra con el cilindro, es que el valor puede variar con el tamaño del cilindro, siendo mayor la densidad cuando menor es el tamaño del cilindro, a causa de que no se captan los poros de mayor diámetro. En general, el método presenta poca variación, es fácil de repetir y su determinación es sencilla.

La importancia de esta determinación se debe que está muy relacionada con:

1. La velocidad de infiltración del agua en el suelo.
2. La porosidad total del suelo.
3. La capacidad de retención de agua por el suelo.
4. Para calcular la masa de capa arable del suelo.

5. Con la porosidad, se estima el grado de compactación del suelo.
6. Cálculo del peso de una capa del suelo

Es una forma de evaluar la resistencia del suelo a la elongación de las raíces.

Los procedimientos para determinar la densidad aparente se describen a continuación.

1. Limpie de maleza del sitio de muestreo con una pala punta cuadrada (Figura 5).
2. Coloque el cilindro de PVC sobre la superficie de muestreo, previamente liberada de hojarasca, basura y arvenses. El suelo debe estar inalterado.
3. Coloque el cilindro en el suelo, ponga la regla sobre el cilindro. Golpear suavemente sobre la regla con el martillo hasta conseguir que el cilindro haya penetrado en el suelo y la regla llegue totalmente a la superficie de éste.
4. Con la pala, escarbe alrededor del cilindro y saque el suelo sin perturbarlo. Una vez afuera el cilindro corte con un cuchillo, de manera transversal a cada lado del cilindro (Figura.7).
5. Para utilizar el mismo cilindro en otra toma de muestra, guarde todo el suelo contenido en el cilindro en una bolsa plástica (Figura 8) y péselo (Figura 9), luego póngalo a secar en un horno a 105 °C por 24 horas si es que estaba muy húmedo, entre más seco el suelo, menos tiempo necesita estar en el horno. Una vez seco péselo de nuevo y registre ese dato como peso seco.
6. Realice al menos 4 réplicas para obtener un buen valor del parámetro.



Figura 5. Limpia del terreno



Figura 6. Proceso para penetrar el cilindro en el suelo



Figura 7. Sacar el cilindro del suelo



Figura 8. Suelo del cilindro en una bolsa plástica

Nota: Si al momento del muestreo el suelo está seco, humedecerlo para garantizar que la muestra sea extraída completa. Recuerde siempre identificar bien cada muestra.

7. Calcule la Densidad aparente (D_a) con la fórmula siguiente:

$$D_a = \frac{M_{ss} \text{ (g)}}{V \text{ (cm}^3\text{)}}$$

Dónde:

D_a = densidad aparente del suelo

M_{ss} = masa o peso del suelo seco

V = volumen del cilindro



Figura 9. Pesaje del suelo contenido en el cilindro

Nota: El secado también se puede hacer en el microondas. Secando toda la muestra o una porción de ella y se extrapola al peso total.

3.9.3 Infiltración del agua en el suelo

El proceso de entrada del agua en el suelo se denomina infiltración y la tasa a la cual ésta ingresa es función del tipo de suelo (suelos arenosos tienen mayor tasa que suelos arcillosos), del contenido de agua y su condición física (agregación y estabilidad de agregados). Esta última variable es muy sensible al manejo del suelo, por lo que la tasa de infiltración suele considerarse como indicador de la calidad del suelo.

Los procedimientos realizados para medir la tasa de infiltración del agua en el suelo son los siguientes.

Ponga el cilindro sobre el suelo, presionando hacia abajo y girando hasta que haya profundizado unos 10 cm.

- Cubra el suelo dentro del cilindro con el plástico (Figura 10).
- Suavemente agregue el agua dentro del cilindro hasta casi llenarlo, y anote el valor hasta el nivel que alcanzó.
- Con el nivel, nivelar el cilindro.
- Quite el plástico y anote cuánta agua se ha infiltrado



Figura 10. Suelo cubierto con plástico dentro del cilindro

después de realizar unas tres lecturas con intervalos de 1 minuto, luego puede aumentar los intervalos a 5, 10, 15, 30 y 45 minutos, hasta que toda el agua se haya infiltrado (Figura 11).

- e) Repita el mismo procedimiento en otro sitio para comparar la diferencia en la velocidad de infiltración entre sitios, pero en las mismas condiciones de pendiente y suelo.
- f) Agrupar la información en un cuadro similar a la de abajo. (cuadro 3).

Nota: Para obtener un buen promedio de infiltración, rellene con agua hasta dos veces más el cilindro de infiltración, o hasta 3 si es necesario.



Figura 11. Midiendo el agua infiltrada

Cuadro 4. Datos tomados durante la prueba del método del cilindro

Tiempo (min)	Int. Tiempo (min)	Altura (cm)	Diferencial (cm)	Inf. Acum. (cm)	Infiltración (mm/hora)
1	2	3	4	5	6
0	0	30.5	0	0	
1	1	32.6	2.1	2.1	21.0
2	1	33.5	0.9	3	30.0
3	1	34.3	0.8	3.8	38.0
5	2	35.2	0.9	4.7	23.5
7	2	36.8	1.6	6.3	31.5
18	11	38.7	1.9	8.2	7.5
28	10	42.2	3.5	11.7	11.7
55	27	50.8	8.6	20.3	7.5
70	15	53.8	3	23.7	15.8
85	15	55.8	2	25.3	16.9
115	30		9	34.3	11.4
				Promedios	11.8

Graficando el intervalo de tiempo en minutos e infiltración en milímetros sobre hora obtendremos la curva de infiltración del suelo.

Los datos de la columna 4 se obtienen restando la lectura actual a la lectura anterior.

Los de la columna 5 se obtienen sumando a la primera lectura, el valor de la siguiente y así sucesivamente.

Los valores de la columna 6 se obtienen multiplicando cada valor de la columna 4 por 600 y dividiendo entre el intervalo de tiempo correspondiente, y los valores que se obtienen están expresados en mm/h. Los datos de la columna 7 se obtienen dividiendo cada valor de la columna 6 entre su correspondiente valor en la columna 4 y están expresados en cm/min.

3.9.4 Medición de la materia orgánica del suelo

La materia orgánica (M.O) es un indicador de la calidad del suelo, ya que incide directamente sobre propiedades edáficas, como estructura y disponibilidad de carbono y nitrógeno (Gregorich, 1984). Numerosos estudios coinciden en que la M.O, es el principal indicador e indudablemente el que posee una influencia más significativa sobre la calidad del suelo y su productividad (Quiroga & Funaro, 2004).

Los procedimientos utilizados para la medición de la materia orgánica son:

- a) Utilizando el barreno, se realizará una barrenada de 10 cm.
- b) Poner el suelo en un recipiente y homogenice bien la muestra.
- c) Tomar un poco de la muestra homogenizada y póngala en un vasito de vidrio (aproximadamente 2 o 3 gramos).
- d) Si la muestra está seca, adicione un poco de agua hasta humedecer la muestra ligeramente.
- e) Adicionar aproximadamente 6 cc de agua oxigenada al 30 % hasta saturar la muestra.
- f) Observar el efecto del agua oxigenada y clasificar de acuerdo al cuadro 4.

Cuadro 5. Clasificación de la presencia de materia orgánica en el suelo de las fincas Reserva Linda Vista y El Milagro.

Categoría	Observación	Presencia de M.O.
1	No se observa efervescencia, ni se escucha al oído.	Nula
2	No se observa efervescencia, pero se escucha al oído.	Baja
3	Se nota efervescencia claramente	Media
4	La efervescencia es rápida y sube lentamente	Alta
5	La efervescencia es rápida y sube rápidamente	Muy alta

3.9.5 Medición de la porosidad total del suelo

Con los valores de densidad aparente (D_a) y la densidad real (D_r) se puede calcular el espacio poroso del suelo, aplicando la fórmula siguiente.

$$\% Ep = 1 - \left(\frac{D_a}{D_r}\right) * 100$$

Como valor de D_r se utilizó el valor de 2.65 g cm^3 , ya que este se relaciona con las partículas sólidas del suelo y ese valor se acepta convencionalmente. El espacio poroso se relaciona con la D_a , si esta disminuye, el % Ep aumenta, este a su vez se relaciona con la textura, aumentando en el Ep los poros de menor tamaño en la medida que el suelo es más arcilloso y viceversa.

Si el propósito es monitorear ciertas características del suelo que pueden modificarse mediante el manejo y que se puedan evaluar fácilmente, se puede construir una tabla con las siguientes categorías cuadro 5 y asignarle un valor a cada una, de manera que se pueda graficar dichas categorías en un gráfico de tipo ameba o araña.

Dicha representación gráfica permite detectar fácilmente, cuál de estas características es la que está limitando más la productividad o eficacia del manejo de nuestro sistema o parcela, y a partir de eso definir la estrategia a seguir para manejar sosteniblemente el recurso suelo de forma holística.

Cuadro 6. Categorías de valoración de los parámetros evaluados (García, 2015)

Categoría	Parámetros del suelo					
	Profundidad (cm)	Porosidad total (%)	Materia orgánica	Infiltración (cm / h)	pH	Textura
1	< 25	>70	nula	0.1-2.0	< 5.2	Arcillosa
2	25-50	< 40	baja	> 25	> 7.5	Arenosa
3	50 – 100	40-50	media	2-6	5.3 – 5.9	Franco arcillo arenoso
4	100-150	50-55	alta	6-12	6.6 – 7.4	Franco arcillo limoso
5	> 150	55-65	Muy alta	12-25	6 – 6.5	Franco

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Entradas de nutrientes a la finca El Milagro ciclos productivos 2015 – 2016

En el cuadro 6 se presentan las rotaciones y entradas en las parcelas de la finca El Milagro, durante los ciclos productivos 2015 – 2016. Se muestra las entradas en kg ha^{-1} de los nutrientes nitrógeno, fósforo y potasio. La tabla muestra que se establecen diferentes rotaciones en las parcelas, por lo que confiere aplicar diferentes cantidades de nutrientes en los cultivos establecidos; es evidente observar que para el año 2015 en la parcela número uno en el cultivo de tomate la entrada de nitrógeno equivale a 248.06, 144.57 de fósforo, ambos elementos expresados en kg ha^{-1} , sin aplicaciones de fertilizantes a base de potasio, esto cuando se obtuvo rendimientos de $36720.77 \text{ kg ha}^{-1}$, indicándonos empobrecimiento de la fertilidad de la capa activa del suelo. Sin embargo, el programa de diversificación hortícola, a través de Cuenta Reto del Milenio (2008), indica que de forma general para rendimientos $97\ 042.14 \text{ ha}^{-1}$ tomate debe aplicarse 407.57 de nitrógeno, 234.20 de fósforo y 426.99 de potasio todos en kg ha^{-1} .

En la parcela antes mencionada, pero en este caso cultivo de frijol, las entradas de nitrógeno y fósforo en kg ha^{-1} corresponde a 23.4, 25.9 respectivamente, cuando presentó rendimientos de 454.5 kg ha^{-1} de grano de frijol. Esto demuestra que el productor no aplica fórmulas de fertilizantes que contengan potasio, aun cuando nos indica el análisis de suelo de esta parcela que el contenido de potasio es alto con 0.72 meq/100 g de suelo (Quintana, 1981), indicándonos que el cultivo está extrayendo nutrientes de la fertilidad existente. Ver anexo 12 de resultados de análisis de suelo descrito. La situación del productor es alarmante debido a que no se está restituyendo las salidas de nutrientes, además García (2007), indica que para rendimientos de 2.4 toneladas de frijol las remociones equivalen a 155 de nitrógeno, 50 de fósforo y 120 de potasio expresados en kg ha^{-1} .

Es notable observar en la parcela II no existe entradas de fertilizantes, esto se debe a que en estas áreas están con bosque de pines por ende no le brinda manejo florístico, pero es innegable que las entradas naturales no dejan de suprimirse, pero estas no son contabilizadas en el balance aparente. Martín et al, (1996), menciona que en un bosque el

nitrógeno y fósforo retornan al suelo a través de la hojarasca consideradas como reciclaje de nutrientes, aunque también la contribución de las precipitaciones es indispensable para la fijación del nitrógeno y el polvo atmosférico para el fósforo, en el caso del potasio el aporte es a través de pluviolavados (COLE & RAPP, 1981).

Considerando que las parcelas III y V no recibieron entradas aun cuando hubo cosechas de 1, 168.71 kg ha⁻¹ de café pergamino, nos indica que el suelo se está haciendo menos productivo por lo que no se está restituyendo los nutrientes extraídos en las cosechas, de forma general Sadeghian & González (2012), menciona que cuando se tiene densidades de 7,500 plantas ha⁻¹ y con una fertilización tecnificada esta debería de recibir 300 kg ha⁻¹ año de nitrógeno, 260 kg año de potasio y 50 kg ha⁻¹ año de fósforo, como debería hacerse según García et al, (2009), a través de la ley de la restitución que en su acápite señala que al finalizar el ciclo del cultivo el suelo debería de conservarse en las mismas condiciones en las que se encontraba al iniciarse. Esto significa que deben de reponerse los extraídos por las cosechas, con objeto que no se pierda fertilidad tras sucesivas campañas de ciclos productivos.

En el cuadro 6 las entradas para el ciclo productivo 2016 las rotaciones en la parcela I cambio, siendo sustituido el cultivo de tomate y frijol por chiltoma, manteniéndose en ambos ciclos el área de maíz., lo que muestra que para este cultivo las aplicaciones de nitrógeno se mantuvieron iguales que el ciclo productivo 2015 con 29.9 kg ha⁻¹, sin aplicaciones de fósforo y potasio; esto se debe a que el productor no tiene establecida estrategia de recuperación de la fertilidad de su parcela, su actividad está indicada a dejar los restos de las cosechas, aun así estos rastrojos no son capaces de recuperar lo extraído por el cultivo ya que se consideran como reciclaje de nutrientes, además hay que decir que el maíz remueve cantidades considerables de nutrientes que varían entre 120 kg ha⁻¹ de nitrógeno, 50 kg ha⁻¹ de fósforo y 120 kg ha⁻¹ de potasio (García, 2007).

En la misma parcela, para el cultivo de chiltoma con rendimientos 2338.3 kg ha⁻¹ anexo 8 rendimientos de los cultivos, las entradas de elementos nutritivos en kg ha⁻¹ equivale a 93.5 de nitrógeno, 105.1 de fósforo y sin aplicaciones de potasio, sin embargo hay que tomar en

cuenta que el cultivo de chiltoma remueve cantidades considerables de nutrientes como menciona (INTA, 2006), que en el valle de Sébaco se obtienen buenas cosechas aplicando aproximadamente unos 386.47 a 515.3 kg ha⁻¹ de fertilizantes de la fórmula 10-30-10 más 257.6 kg ha⁻¹ urea 46%.

En la parcela IV es importante observar que no hubo entradas de nitrógeno, fósforo y potasio, cuando en esta se extrajo cosecha de café, significando que, si el productor sigue manejando de esta manera, sin restituirle los nutrientes removidos, su parcela en años futuros será menos productiva.

Así mismo en la parcela V donde el cultivo principal es el café, las entradas de nutrientes en kg ha⁻¹ es de 38.6 de nitrógeno, 6 kg ha⁻¹ de fósforo y 33.9 kg ha⁻¹ de potasio cuando se obtuvo un rendimiento de 746.7 kg ha⁻¹ de grano pergamino.

De manera general se puede concluir que el año que recibió mayor aporte de nutrientes la finca El Milagro fue en el 2015, con 303.4 kg ha⁻¹ de nitrógeno, 170.9 kg ha⁻¹ de fósforo y 1.8 kg ha⁻¹ de potasio debido a que en este ciclo el productor estableció tomate conllevándolo hacer aplicaciones de fertilizantes de la fórmula completa 18-46-0, lo que permitió entradas menores de potasio. Mientras que para el ciclo productivo 2016 el único elemento que supero las entradas del 2015 fue el potasio con 33.9 kg ha⁻¹ por las aplicaciones de fertilizante ferticafé de la fórmula 17-6-18, descrita en el cuadro 6.

4.2 Salidas de nutrientes de la finca El Milagro en los ciclos productivos 2015 – 2016

Se observa en el cuadro 6, existen pequeñas salidas de N, P, K, causadas por las cosechas, se sabe que a mayores rendimientos habrá mayor exportación de nutrientes. Se puede observar en el cuadro 6 que la parcela donde hubo mayor exportación de nutrientes es la parcela uno por la presencia de varios cultivos dentro del área.

Para el ciclo productivo 2015 aunque fue el año en que más nitrógeno se aplicó, las salidas de este elemento fueron superiores que el año 2016, con un valor de 125.1 kg ha⁻¹ de N, esto es debido al incremento de las rotaciones en la parcela I, explotando intensivamente el

suelo, y por las extracciones de nutrientes por las cosechas. En el caso del fósforo, las salidas de este elemento fueron similares en los dos años, 16.7 kg ha⁻¹ para el 2015 y 14.5 kg ha⁻¹ para el 2016, lo que muestra que las extracciones de este elemento son pequeñas debido a que las rotaciones que estaban presentes en las parcelas remueven bajas cantidades. Las salidas de potasio fueron mayores en 2016 (159.2 kg ha⁻¹ de K), en comparación con 2015 (128.6 kg ha⁻¹ de K), este incremento de potasio en el 2016 sucedió porque en este ciclo productivo la parcela IV hubo producción de café a excepción del 2015.

4.3 Balance aparente de nutrientes en la finca El Milagro

Los balances pueden resultar deficitarios, neutros o acumulativos generándose situaciones de pérdida, equilibrio o ganancia de nutrientes en el suelo, respectivamente (Ciampitti & García, 2008). El balance es “aparente”, lo que implica que no consideran transformaciones de nutrientes en el sistema suelo-planta las pérdidas gaseosas, por lavado o erosión, ni ingresos por deposiciones atmosféricas, por lo que posiblemente subestime el resultado en muchas condiciones.

Las salidas de nutrientes por las cosechas, quema de los rastrojos, la baja adición de fertilizantes, influyen mucho en los balances de nutrientes de las parcelas. Todos estos factores sumados a la deficiencia de agua producto de las bajas precipitaciones y las pobres condiciones de los suelos, como se verifica en anexos 12 de análisis de suelo de las parcelas (N, P y K muy bajos); muestran como producto balances muy por debajo de los valores de equilibrio.

En el cuadro 6, se presenta el balance aparente de nutrientes durante los dos años que comprendió el estudio. Para el año 2015, las parcelas que más fueron afectadas con balance negativo para este año fueron la III y V debido a que el productor siembra café y musáceas sin aplicar fertilizantes sintéticos con la única entrada del estiércol de equino incapaz de suplir las salidas por las extracciones de los cultivos. En cambio, en la parcela I el balance es negativo para el elemento del potasio con -127.2 kg ha⁻¹, esto como consecuencia que los

cultivos establecidos como maíz, frijol y tomate, solo se hizo aplicaciones de fórmulas a base de nitrógeno y fósforo.

En el año 2016, se obtuvo el balance negativo para nitrógeno, fósforo y potasio en las parcelas III y IV, en ese mismo año la parcela uno el potasio permaneció negativo al igual que el 2015, por la práctica del productor de no aplicar fertilizantes que contengan potasio, mientras que en la parcela V el balance para los tres elementos es positivo, lo que refleja que existió aplicaciones de fórmulas completas equivalentes a 38.6 kg ha⁻¹ de nitrógeno, 6 kg ha⁻¹ de fósforo y 33.9 Kg ha⁻¹ de potasio. De forma general para los ciclos productivos 2015 – 2016 el único elemento que resulto negativo es el potasio con -127.2 kg ha⁻¹ para el 2015 y -125.3 kg ha⁻¹ para el 2016. Si se mantiene el balance negativo para los próximos ciclos productivos, implica pérdida de fertilidad que afectará la producción cuando se llegue a niveles de aporte por debajo de las necesidades del cultivo (NLWRAP, 2001).

Cuadro 7. Balance aparente de nutriente (N, P y K) 2015 – 2016, finca El Milagro, propietario Sixto Talavera, Condega, Estelí

Año	Parcela	Época	Cultivo	Entradas (kg ha ⁻¹)			Salidas (kg ha ⁻¹)			Balance aparente (E - S)		
				N	P	K	N	P	K	N	P	K
2015	1	Postreron	Frijol	23,37	25,97	0	10,67	0,61	0,5	12,7	25,36	-0,5
		Primera	Maíz Grano	29,86	0	0	34,59	4,56	2,44	-4,73	-4,56	-2,44
			Maíz raquiz	0	0	0	0,31	0,07	0,71	-0,31	-0,07	-0,71
		Postrera	Tomate	248,06	144,57	0	41,13	8,14	81,51	206,93	136,43	-81,51
		Permanente	Estiércol equino	0,71	0,15	0,61	0	0	0	0,71	0,15	0,61
	Subtotal			302	170,69	0,61	86,7	13,38	85,16	215,3	157,31	-84,55
	2	Permanente	Bosque de pino	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Subtotal			0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	Permanente	Café crecimiento	0	0	0	2,57	0,49	8,14	-2,57	-0,49	-8,14
		Permanente	Estiércol equino	0,71	0,15	0,74	0	0	0	0,71	0,15	0,74
	Subtotal			0,71	0,15	0,61	2,57	0,49	8,14	-1,86	-0,34	-7,4
	4	Permanente	Café en desarrollo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Subtotal			0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	Permanente	Café productivo	0	0	0	18,7	1,29	22,21	-18,7	-1,29	-22,21
		Permanente	Leña café	0	0	0	16	1,44	8,72	-16	-1,44	-8,72
		Permanente	Musáceas	0	0	0	1,14	0,14	4,34	-1,14	-0,14	-4,34
Permanente		Estiércol equino	0,71	0,15	0,61	0	0	0	0,71	0,15	0,61	
Subtotal			0,71	0,15	0,61	35,84	2,87	35,27	-35,84	-2,87	-35,27	
Total			303,42	170,99	1,830	125,11	16,74	128,57	177,6	154,1	-127,22	
2016	1	Postera	Maíz Grano	29,86	0	0	34,59	4,56	2,44	-4,73	-4,56	-2,44
		Postera	Maíz raquiz	0	0	0	0,31	0,07	0,71	-0,31	-0,07	-0,71
		Postreron	Chiltoma	93,51	105,14	0	3,14	1,2	4,09	90,37	103,94	-4,09
	Subtotal			123,37	105,14	0	38,04	5,83	7,24	85,33	99,31	-7,24
	2	Permanente	Bosque de pino	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Subtotal			0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	Permanente	Café en crecimiento	0	0	0	5	0,34	5,94	-5	-0,34	-5,94
	Subtotal			0	0	0	5	0,34	5,94	-5	-0,34	-5,94
	4	Permanente	Café en Desarrollo	0	0	0	40,39	7,33	127,56	-40,39	-7,33	-127,56
	Subtotal			0	0	0	40,39	7,33	127,56	-40,39	-7,33	-127,56
	5	Permanente	Musáceas	0	0	0	1,14	0,14	4,34	-1,14	-0,14	-4,34
		Permanente	Ferticafe	38,64	6	33,95	0	0	0	38,64	6	33,95
		Permanente	Café productivo	0	0	0	11,94	0,82	14,16	-11,94	-0,82	-14,16
	Subtotal			38,64	6	33,95	13,08	0,96	18,5	25,56	5,04	15,45
	Total			162,01	111,14	33,95	96,51	14,46	159,24	65,5	96,68	-125,29

Mediante el balance aparente de N, P y K en la finca El Milagro en los años 2015 – 2016, se muestra el comportamiento del nitrógeno, fósforo y potasio, en las siguientes figuras.

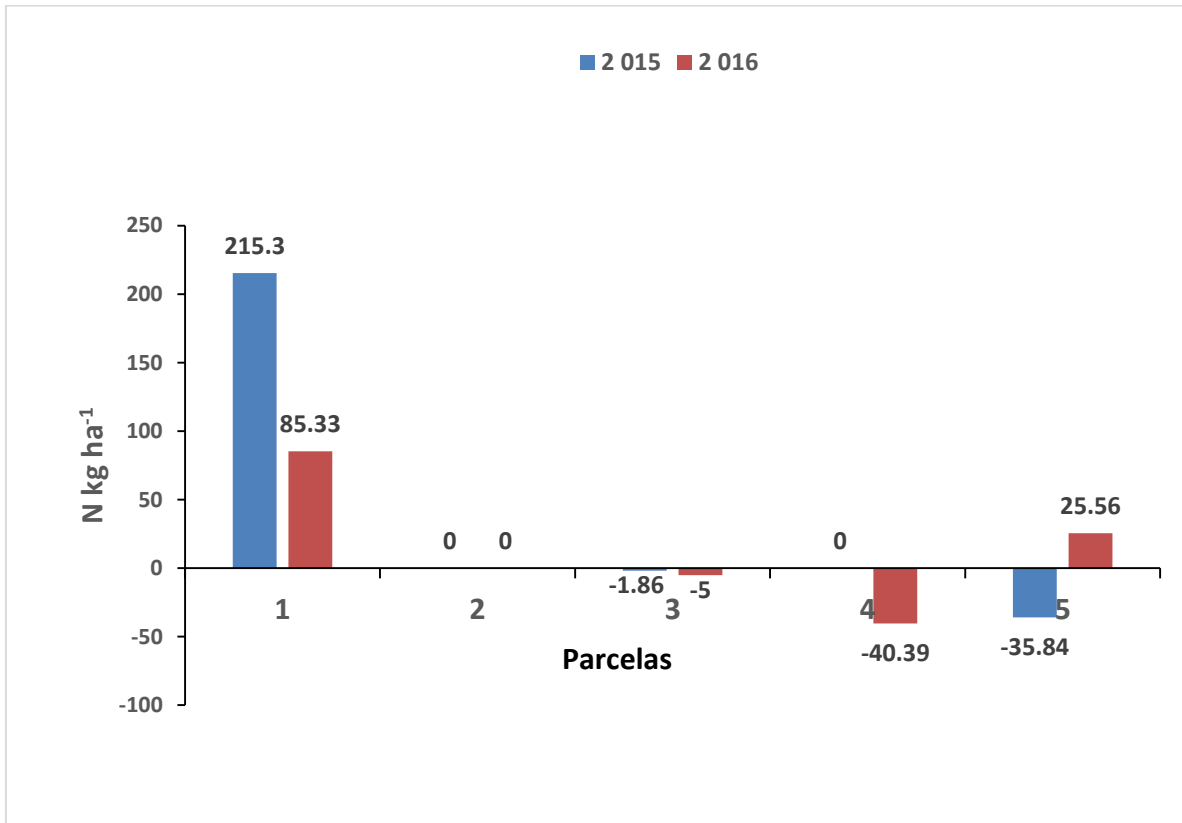


Figura 12. Comportamiento del balance aparente de Nitrógeno en kg ha⁻¹ parcelas/años (2015 – 2016)

En la Figura 12 se muestra el comportamiento del Nitrógeno, manifestándose que la parcela I posee un balance positivo con 215.3 kg ha⁻¹ y 85.1 kg ha⁻¹ para el 2015 y 2016 respectivamente. Este incremento en el primer ciclo productivo corresponde que en la parcela hubo mayores números de rotaciones de cultivos en comparación con el siguiente año. Si bien es conocido que balances positivos exagerados, es decir 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 desequilibrio nutricionales y problemas de contaminación ambiental (Gonzálvez & Pomares, 2008).

Es evidente observar que para la parcela II el balance esta neutro, sin embargo, es un bosque de pino y de ninguna forma existe entradas ni salidas antropogénicas del subsistema, pero Ernst, et al, (2012), señala que balances de nutrientes neutros indican que el stock del nutriente en el suelo no varió, pero la fertilidad del mismo podría ser limitante para el logro de mayores rendimientos.

Asimismo para la parcela III y IV durante el ciclo 2015- 2016 y la parcela V referente al ciclo 2015 el aporte de nitrógeno es nulo, conllevando a tener balances negativos; si bien, un balance negativo podría estar indicando un agotamiento progresivo de las reservas de nutrientes en el suelo, no siempre los cultivos responden al agregado de nutrientes en dichos suelos, pero si estos responden a dichos nutrientes, significa que afectará la producción cuando se llegue a niveles de aporte por debajo de las necesidades del cultivo. De modo que se observa positivo para el año 2016 en la parcela cinco, sin embargo, en el cuadro 6 se muestra el aporte de fertilizante para este año.

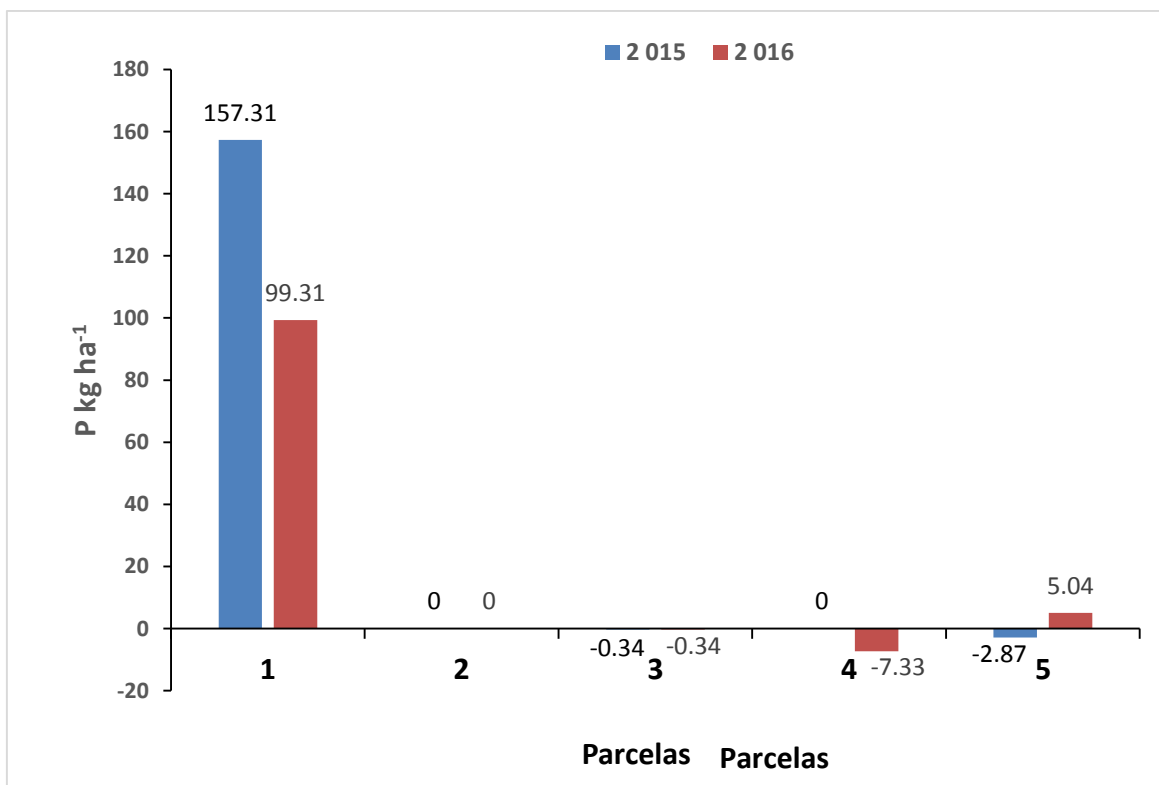


Figura 13. Comportamiento del balance aparente de fósforo en kg ha⁻¹ parcelas/años (2015 – 2016)

En la Figura 13, se observa el comportamiento del fósforo para cada parcela, se muestra que la parcela V existen ganancias de 157.3 kg ha⁻¹ y 99.3 kg ha⁻¹ para el año 2015 y 2016 respectivamente, mostrando el anexo 13 que este productor generalmente utiliza fórmulas como 18-46-0 con el cual aporta altas cantidades de este elemento, las que compensan las salidas por las cosechas. Sin embargo, para las parcelas III y IV en los años 2015 – 2016 y referente a la parcela V del año 2015 el balance permaneció negativo por las remociones de los cultivos y estos no fueron fertilizados durante el período de producción. Se observa lo contrario sucedió para la parcela V en el año 2016, teniendo valores positivos de 5.0 kg ha⁻¹; debido a las entradas de fertilizantes en la parcela.

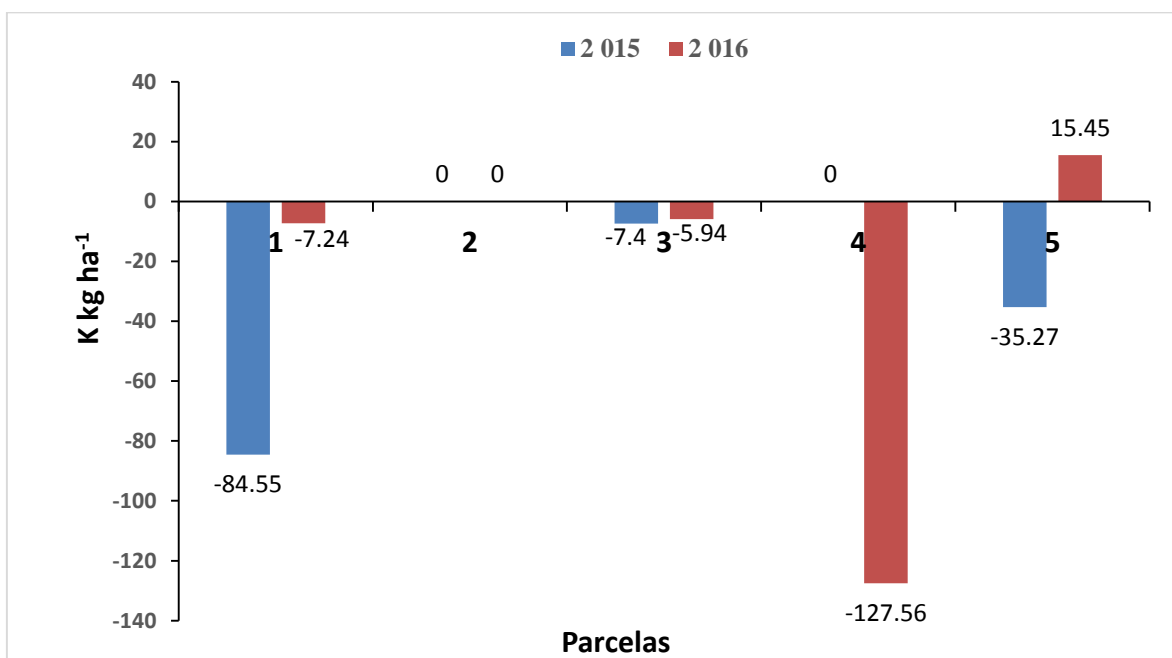


Figura 14. Comportamiento del balance aparente de Potasio kg ha⁻¹ parcela/años (2015 – 2016)

Es notable observar que en la Figura 14 el fósforo permaneció negativo en todas las parcelas para el año 2015, a diferencia del año 2016 que fue positivo en la parcela V en comparación de las demás parcelas. Este comportamiento se debe a que el productor utiliza únicamente fertilizantes de la fórmula 18-46-0, sin conocer el problema desequilibrante que

ocasiona en la producción debido a que el suelo cada ciclo será menos productivo, además "Todo desequilibrio de los elementos minerales asimilables que existen o aparecen en el suelo ya sea a causa de su origen o como consecuencia de las exportaciones por las cosechas o como respuesta a nuestros aportes de abono o por otra causa cualquiera, debe ser corregido por los aportes necesarios de elementos fertilizantes, de manea que se restablezca el equilibrio óptimo de los elementos del suelo (García, 2007). Otro dato importante que hay que resaltar es el alto valor negativo del fósforo de $-127.6 \text{ kg ha}^{-1}$ en la parcela IV y en el ciclo de producción 2016, esto sucede porque en esta parcela la producción de café pergamino es de $2\,524.7 \text{ kg ha}^{-1}$, conociéndose que por cada 45.45 kg de café pergamino se extrae 0.05 kg de fósforo (Siles & Staver, 2013), además hay que sumarle que el productor no aplica fertilizantes alguno a esta parcela.

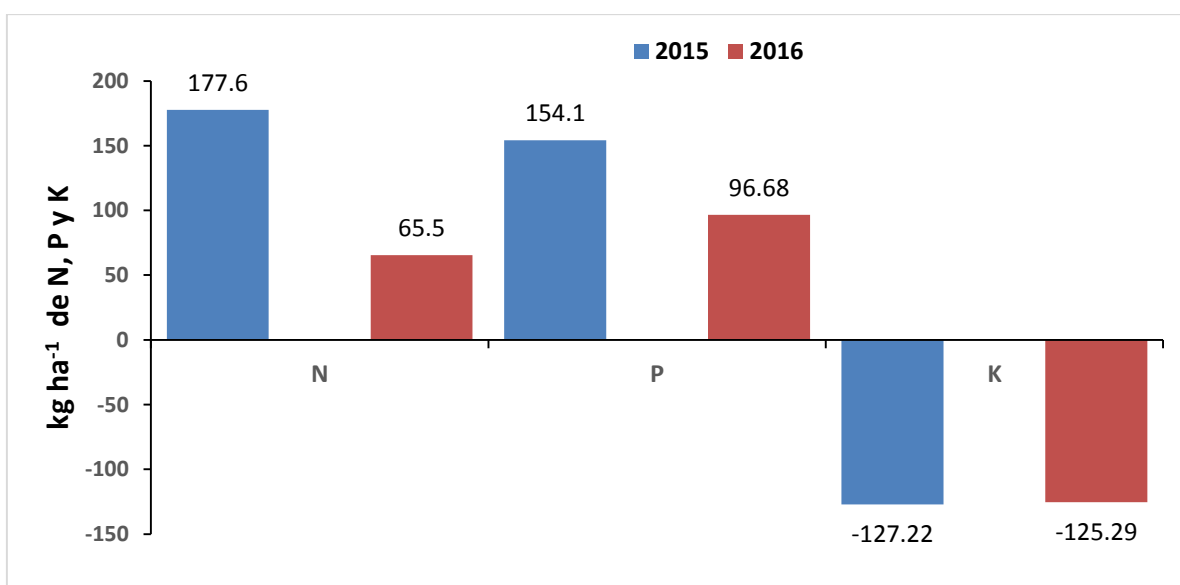


Figura 15. Comportamiento del balance aparente de N, P y K, por finca, años 2015 - 2016, finca El Milagro, propietario Sixto Talavera

De manera general la finca El Milagro presenta una situación preocupante en cuanto al potasio ya que la tendencia que se observa en la figura 15 es la estabilidad del déficit de K en el transcurso de los dos años. La parcela I, donde generalmente se siembran cultivos anuales (cuadro 6), es la que presenta los balances más bajos en K durante los años en

estudio, en comparación con las demás parcelas donde se siembran café o están bajo manejo de bosque. El comportamiento del potasio pone en evidencia que existe una tendencia hacia el agotamiento de las reservas minerales del suelo, lo que inevitablemente conducirá a una disminución de la fertilidad del suelo en la parcela I. Esto se debe básicamente a la idea generalizada entre los productores, que los suelos de Nicaragua son ricos en potasio y que por lo tanto no debe aplicarse este elemento.

4.4 Entradas y salidas de nutrientes en la finca Reserva Linda Vista durante ciclos productivos 2015 – 2016

Los resultados obtenidos de la finca compleja se mostrarán de forma generales abordando los aspectos relacionados a las extracciones de nutriente por las cosechas producidas por los cultivos, los ingresos de nutrientes al sistema que se contabilizan son aplicaciones de fertilizante orgánico que es elaborado de estructuras vegetales.

Es importante señalar, que las discusiones sobre los balances se presentan tablas con información consolidada, pero en el acápite de anexos se dispone con información detallada por parcela y año para cada cosecha.

En el cuadro 7, se presentan las épocas de siembras y entradas de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, en Kg ha^{-1} , en las parcelas de la finca Reserva Linda Vista de Julio Muñoz, para los dos 2015 - 2016. La tabla 4 muestra que cuando aún las parcelas sean iguales o distintas se realizan aplicaciones en iguales cantidades, es el caso del café en producción y café en desarrollo, estos reciben las mismas dosis de fertilizantes, el productor no tiene establecida ninguna estrategia definida para la recuperación de la fertilidad de sus parcelas, su práctica está orientada a dejar los restos de la cosecha y la aplicación de abono orgánico.

La aplicación del fertilizante es diferente para cada año, en el 2015 se aplicaron $3,116.6 \text{ kg ha}^{-1}$ en un total de 3,577.9 plantas de café en relación de dos libras por cada planta, en 2016 se aplicaron $2986.4 \text{ kg ha}^{-1}$ en 3,577.9 plantas por hectárea manteniéndose las dosis por planta.

Es evidente que el año que recibió mayor aporte de nitrógeno fue 2015, con un valor de 67.4 kg ha⁻¹, para el año 2016 la entrada fue de 53.2 kg ha⁻¹ de nitrógeno respectivamente, las entradas de fósforo para el año 2015 fueron de 16.9 kg ha⁻¹, para el 2016 se presentó un bajo aporte con valor de 13.8 kg ha⁻¹ en comparación con el año anterior. Estas cantidades se consideran bajas, tomando en cuentas los bajos contenidos en los suelos de la finca y las cantidades requeridas por el cultivo de abono orgánico que oscila en 24,997.5 kg ha⁻¹ (25 t. ha⁻¹) que se encuentran establecidos por Ochoa et al; (2001). En el año que recibió mayor aporte de potasio fue en el 2015, con aporte de 97.27 kg ha⁻¹, para el año 2016 fueron menores con valores de 83.5 kg ha⁻¹, en comparación con el año 2015, Las aplicaciones antes mencionadas se realizaron una sola vez por año debido que se aplicó solo al momento de la siembra, influenciado por la regulación de plantas que se realizó en el ciclo 2015.

La parcela IV es la que recibe mayor entrada de nutrientes vía compost más estiércol equino con valor de 3506.6 kg ha⁻¹ tabla 8, es donde se incorporó el compost más el aporte del estiércol para el año 2015, para el ciclo 2016 el mayor aporte de fertilizante lo obtuvo la parcela IV con un total de 2982.4 kg ha⁻¹ de compost, aplicado en café de crecimiento, ver tabla 8.

En el cuadro 7 muestra salidas de N, P y K, para los años 2015 – 2016, causadas por las cosechas, lo que indica que el sistema se encuentra en desequilibrio, se debe a que en las parcelas se incluyen cultivos de musácea, cítricos entre otros, que se caracteriza por realizar altas extracciones de nitrógeno, fósforo y potasio, el productor no cuenta con un programa de fertilización para los cultivos durante los ciclos de producción. Se estima que a mayor rendimiento obtenido mayor será las exportaciones de nutrientes vía cosecha.

4.5 Balance aparente de nutrientes en la finca Reserva Linda Vista

Las salidas de nutrientes por las cosechas y las bajas adiciones de fertilizantes, influyen mucho en los balances de nutrientes de las parcelas y fincas. Todos estos factores sumados a las deficiencias de agua, producto de las bajas precipitaciones que se presentaron en los años 2015 – 2016. Como se observa en el análisis de suelo de la finca Reserva Linda Vista el elemento que se encuentra por debajo del rango establecido por el Laboratorio de Suelo y

Agua, LABSA; (2016), es el fósforo con 3.8 ppm, a diferencia del nitrógeno y el potasio, indicando que los contenidos de nutriente en los suelos de la finca no es un factor que incida en el balance negativo del sistema para el caso de N y K, cuadro 7.

El cuadro 7 muestra el balance aparente de nutriente durante los dos años que comprendió el estudio, las parcelas que más contribuyeron en el balance para ambos años fue la parcela IV, en esta parcela se siembra musácea, cítricos entre otros el cual no se le aplican fertilizantes.

En el año 2015 se presentó el balance negativo más bajo, con valores de -33.8 kg ha^{-1} de N, -2.3 kg ha^{-1} de P y $-48.06 \text{ kg ha}^{-1}$ de K, alcanzado en la parcela II, el resto de parcelas adquirieron mayor influencia en los valores negativos, por extracciones de cosechas de frutos como naranja, limón mandarina, limón castillo entre otros, para todos estos cultivos solo se dan aportes de nutriente vía estiércol equino.

Para el año 2016, se presentó el balance negativo más bajo en la parcela II, con -32.2 kg ha^{-1} de N, -3.1 kg ha^{-1} de P, $-44.05 \text{ kg ha}^{-1}$ K, como se puede observar las parcelas que totalmente no influenciaron en el balance fueron las parcelas I, III y V, por lo que no se presentaron entradas ni salidas de nutrientes para ambos años, tabla 8.

El cuadro 7 también muestra que durante los dos años que se realizó el estudio de nitrógeno, fósforo y potasio se presentaron negativos en el balance dentro de la finca Reserva Linda Vista, aun presentándose en porcentajes altos en el suelo como es el caso del nitrógeno y potasio, el nitrógeno con 0.27 % y el potasio con 0.27 meq/100 g de suelo, a diferencia del fósforo que se presentó un valor bajo 3.77 ppm a lo requerido, por Laboratorio de Suelo y Agua (LABSA, 2017).

Cuadro 8. Balance aparente de nutriente (N, P y K), 2015-2016, finca Reserva Linda Vista, propietario Julio Muñoz, Condega, Estelí

Año	Parcela	Época	Cultivo	Entradas (kg ha ⁻¹)			Salidas (kg ha ⁻¹)			Balance aparente (E - S)		
				N	P	K	N	P	K	N	P	K
2015	1	Permanente	Bosque Latifoliado	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	Permanente	Estiércol Equino	5,93	1,28	5,09	0	0	0	5,93	1,28	5,09
				0	0	0	3,24	0,38	12,37	-3,24	-0,38	-12,37
				0	0	0	3	0,9	1,05	-3	-0,9	-1,05
				0	0	0	33,46	2,3	39,73	-33,46	-2,3	-39,73
	Subtotal			5,93	1,28	5,09	39,7	3,58	53,15	-33,77	-2,3	-48,06
	3	Permanente	Bosque de Liquidambar	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Subtotal			0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	Permanente	Mandarina	0	0	0	0,25	0,1	0,86	-0,25	-0,1	-0,86
				0	0	0	0,19	0,29	3,02	-0,19	-0,29	-3,02
				0	0	0	44	6	0,8	-44	-6	-0,8
				0	0	0	16,95	6,08	39	-16,95	-6,08	-39
				0	0	0	0,0037	0,5	2,5	-0,0037	-0,5	-2,5
				0	0	0	3,68	0,47	43,15	-3,68	-0,47	-43,15
				0	0	0	0	7,5	12,5	0	-7,5	-12,5
				0	0	0	1000	10,62	156,25	-1000	-10,62	-156,25
0				0	0	3,24	0,38	12,37	-3,24	-0,38	-12,37	
5,93				1,28	5,09	0	0	0	5,93	1,28	5,09	
Subtotal			61,47	15,68	92,18	1087,6037	33,27	293,36	-1026,1337	-17,59	-201,18	
5	Permanente	Café en crecimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Subtotal			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total			67,4	16,96	97,27	1127,3037	36,85	346,51	-1059,9037	-19,89	-249,24	
2016	1	Permanente	Bosque latifoliado	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	Permanente	Café productivo	0	0	0	25,71	1,77	30,58	-25,71	-1,77	-30,58
				0	0	0	3,15	0,95	1,1	-3,15	-0,95	-1,1
				0	0	0	3,24	0,38	12,37	-3,24	-0,38	-12,37
	Subtotal			0	0	0	32,1	3,1	44,05	-32,1	-3,1	-44,05
	3	Permanente	Bosque de liquidambar	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Subtotal			0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	Permanente	café desarrollo	53,23	13,8	83,46	14,84	1,02	17,62	38,39	12,78	65,84
				0	0	0	0,26	0,11	0,9	-0,26	-0,11	-0,9
				0	0	0	0,2	0,31	3,18	-0,2	-0,31	-3,18
				0	0	0	46,2	6,3	0,84	-46,2	-6,3	-0,84
				0	0	0	17,8	6,38	40,95	-17,8	-6,38	-40,95
				0	0	0	0,004	0,53	2,63	-0,004	-0,53	-2,63
				0	0	0	3,86	0,49	45,3	-3,86	-0,49	-45,3
				0	0	0	0	7,88	13,13	0	-7,88	-13,13
	0	0	0	1050	115	164,06	-1050	-115	-164,06			
0	0	0	3,24	0,38	12,37	-3,24	-0,38	-12,37				
Subtotal			53,23	13,8	83,46	1136,404	138,4	300,98	-1083,174	-124,6	-217,52	
5	Permanente	Café crecimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Subtotal			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total			53,23	13,8	83,46	1168,504	141,5	345,03	-1115,274	-127,7	-261,57	

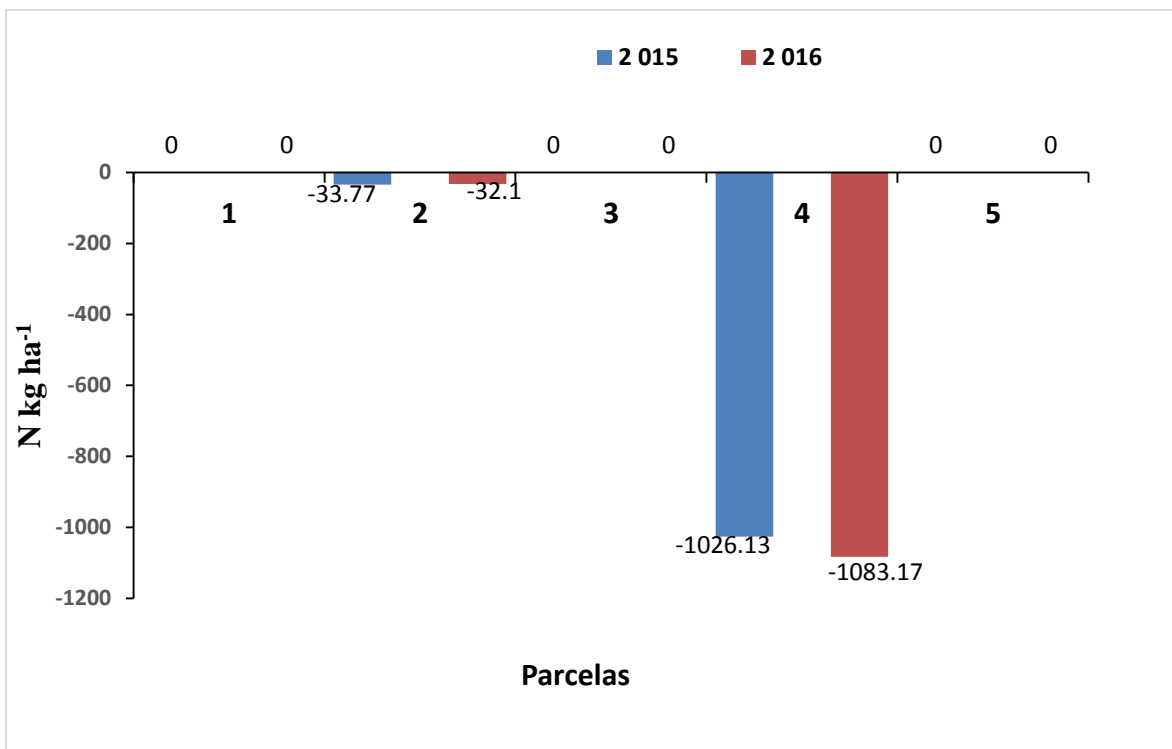


Figura 16. Comportamiento del balance aparente de nitrógeno, por parcelas, año 2015-2016, finca Reserva Linda Vista, propietario Julio Muñoz

Mediante el balance Aparente por elemento de finca Reserva Linda Vista De Julio Muñoz Año 2015 – 2016. La figura 16 muestra el comportamiento del nitrógeno para los años 2015 – 2016, estimando que la parcelas II y IV influyen en el balance aparente negativo de la finca, presentando valores negativos, mostrando que ocurrieron mayores salidas que entradas al sistema productivo.

La parcela IV fue la que presentó mayor negatividad con valores de $-1026.1 \text{ kg ha}^{-1}$ y $1083.2 \text{ kg ha}^{-1}$, referido a que se realizaron extracciones de cosechas en cultivos de musáceas, cítricos, papaya, guanábana, maracuyá y chayote, el productor no contaba con un plan de fertilización para los cultivos antes expuestos, lo que contribuyó a la obtención del balance negativo.

La parcela II presentó menores valores negativos -33.8 kg ha^{-1} y -32.1 kg ha^{-1} , esto se debe a que solo se extrajeron cosechas de los cultivos musáceas y naranja e igual no se estimaba un plan de fertilización, contribuyendo a la negatividad del balance aparente de nutrientes.

Las parcelas I, III no afectaron en el balance aparente, debido que es donde se encuentra establecido los bosques en donde no se presentaron entradas antropogénicas, ni salidas del área boscosa, de igual manera la parcela V no influyo ya que se encontraba establecido el café en desarrollo, el cual no produjo en los año 2016 – 2016

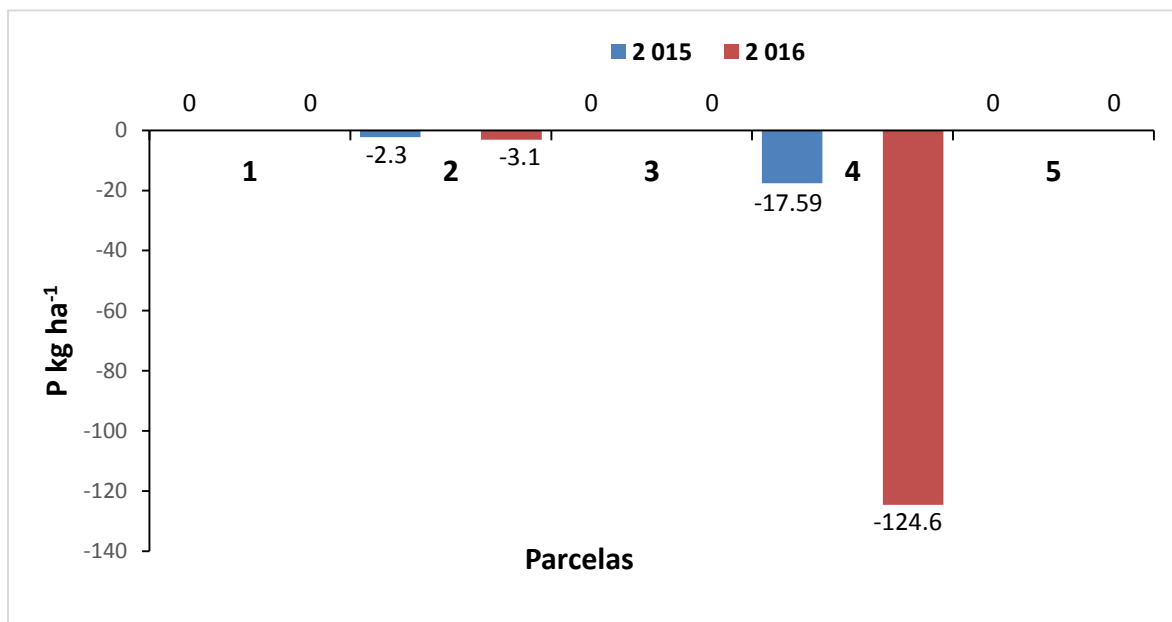


Figura 17. Comportamiento del balance aparente de fósforo, por parcelas, año 2015-2016, Finca medianamente compleja, propietario Julio Muñoz

Podemos observar en la figura 17 que el comportamiento del fósforo es muy variado pero que al igual que el nitrógeno se mantuvo negativo en las parcelas II y IV para ambos años, obteniendo el valor más alto de fósforo $-124.6 \text{ kg ha}^{-1}$, ubicado en la parcela IV ciclo 2016, que fue el año donde el equino falleció y no se alcanzaron obtener entradas de nutrientes al sistema además del aumento de producción en los cultivos entre ellos el café con 39 kg ha^{-1} con 0% de entradas, según Siavosh; et al; (2013), para lograr producir 1250 kg de café pergamino se requiere 30.9 kg de N, 2.3 kg de P y 36.9 kg de K, en comparación con el 2015 que fue donde se presentó el valor más bajo en este caso en la parcela II, obteniendo un contenido de -2.3 kg ha^{-1} mediante el cual se manifestaron entradas de estiércol más compost lográndose aportes de nutrientes a la parcela.

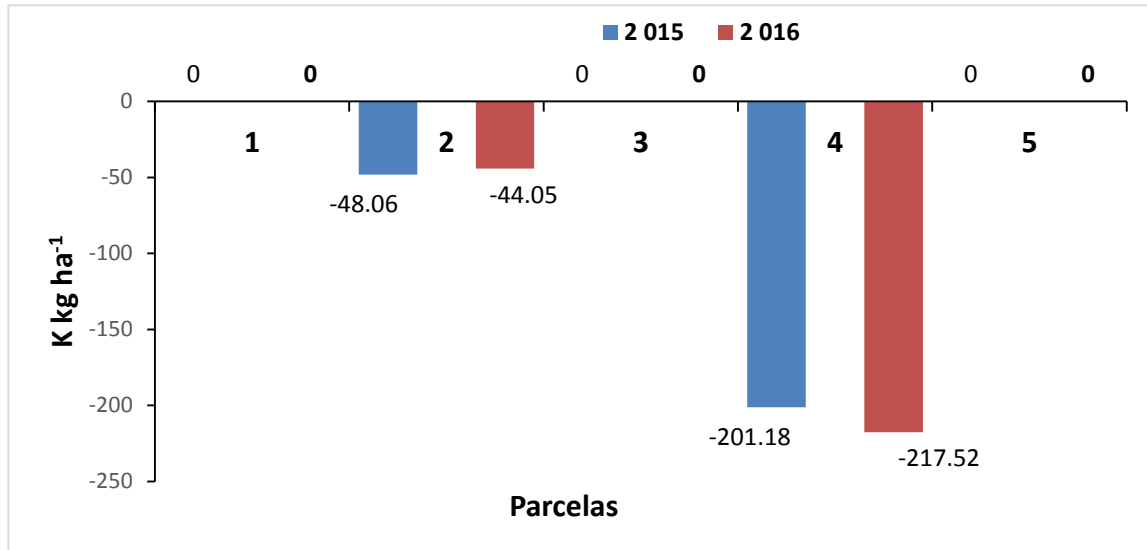


Figura 18. Comportamiento del balance aparente de potasio, por parcelas, año 2015-2016, Finca medianamente compleja Reserva Linda Vista, propietario Julio Muñoz

Se observa en la figura 18 que los balance del potasio en la finca de Julio Muñoz, para los año 2015 – 2016, ocupan el segundo lugar entre los valores negativo en comparación con el nitrógeno y el fósforo, estas déficit se dan por las extracciones de cultivos anuales que se encuentran establecidos, principalmente la musáceas, el cual para ambos años los rendimiento se mantuvieron de 171.4 Kg ha⁻¹ con aporte de 5.9 kg ha⁻¹ de N, 1.3 kg ha⁻¹ de P y 5.09 kg ha⁻¹ de K, sin embargo Castillo et al; (2011), demuestra que para producir 1000 kg ha⁻¹ se requiere 1.7 kg ha⁻¹ de potasio, cabe mencionar que para el 2016 no se presentaron entradas de nutriente vía estiércol equino a la parcelas cuatro.

En la parcela IV fue donde se pronunciaron los balances más negativos con valores que superan a -200 kg ha⁻¹ de K, para el año 2016, e igual a -200 kg ha⁻¹ de K para el 2015, la producción de mayoría de los cultivo establecido en la parcela aumento un 5 % para 2016, es el caso de naranja 721.9 kg ha⁻¹, mandarina 572.7 kg ha⁻¹, limón real 1914.06 kg ha⁻¹, limón mandarina 2603.13 Kg ha⁻¹ y limón castillo 3315.9 kg ha⁻¹, para este ciclo productivo no se presentaron entradas de nutrientes en la parcela ante mencionada, sin embargo Molina; (s.f), demuestra que para alcanzar producción de 1000 kg ha⁻¹ de Citrus sp se demanda valores promedio de 2.3 kg ha⁻¹ de N, 0.2 kg ha⁻¹ de P y 2.01 kg ha⁻¹ de K.

En el cultivo de guanábana para el 2016 se obtuvieron rendimiento de 3, 150 kg ha⁻¹ sin ningún aporte de nutrientes, mientras que el Ministerio de la Agricultura y el programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD; (2 011), demuestra que para producir 1 000 kg ha⁻¹ de frutos de guanábana se requiere la disponibilidad de 3.9 kg ha⁻¹ de N, 0.13 kg ha⁻¹ de P y 3.4 kg ha⁻¹ de K. Mientras que para producir 1000 kg ha⁻¹ de maracuyá se requieren disponibilidad de 8 kg ha⁻¹ de N, 0.7 kg ha⁻¹ de P y 7 kg ha⁻¹ de K según García; (2002), sin embargo, la producción alcanzada en la finca Reserva Linda Vista fue de 4375 kg ha⁻¹ sin brindar ningún aporte de nutrientes.

El cultivo de papaya demostró rendimiento de 79,500 kg ha⁻¹ con 0 % de aportes de N, P y K, sin embargo, Falla et al; (2014), demuestran que para lograr una producción de 1000 kg ha⁻¹ la demanda 2.7 kg ha⁻¹ de N, 0.8 kg ha⁻¹ de P y 3.8 kg ha⁻¹ de K.

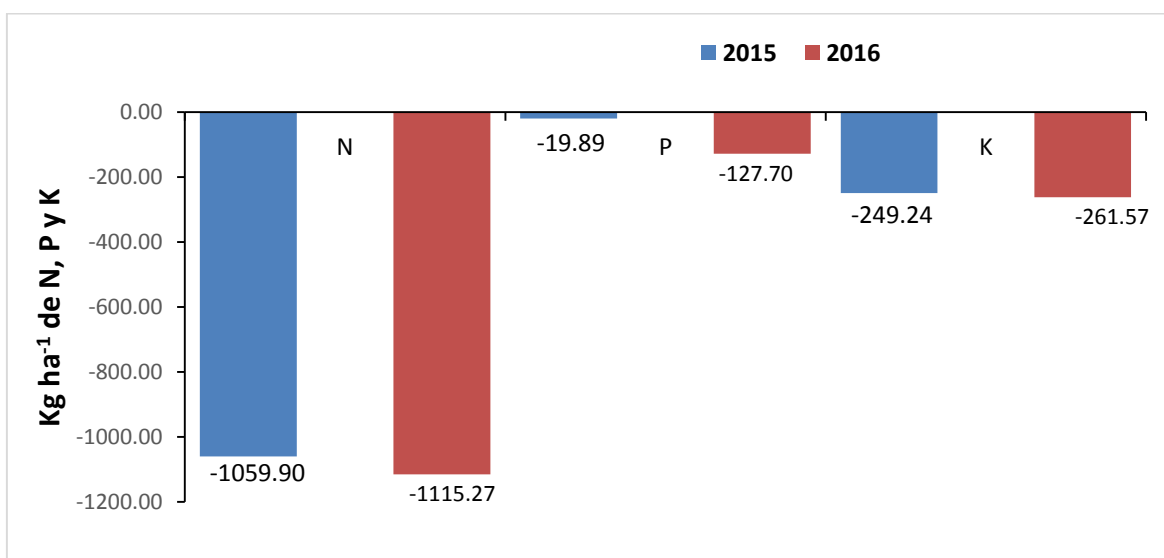


Figura 19. Comportamiento del balance aparente de N, P y K, por p finca, año 2015-2016, finca Reserva Linda Vista, propietario Julio Muñoz

Se indica en la figura 19, que le balance aparente de nutriente N, P y K, para los años 2015 – 2016 en la finca Reserva Linda Vista se muestra negativo, mostrando mayor valores el nitrógeno con valor promedio de -1087.58 kg ha⁻¹ de N, debido a que los cultivos frutales en la finca Reserva Linda Vista son los mayores exportadores de nitrógeno, los cuales no cuentan con un plan de fertilización propiamente dicho, lográndose entradas de 5.9 kg ha⁻¹

vía estiércol equino para los dos años de producción 2015 – 2016, lo que no satisface las demandas para cumplir su ciclo productivo, cabe mencionar que los frutales se encontraban distribuido en las áreas de las plantaciones de café.

4.6 Indicadores físicos y químicos de la calidad del suelo

Los indicadores de calidad de suelo son indispensables para determinar si el sistema de manejo empleado es sustentable, tanto en el corto como el mediano y largo plazo (Doran et al, 1994). Además, estos indicadores son utilizados como una herramienta de medición que brinda información sobre las propiedades, procesos y características del suelo, monitoreando los efectos del manejo sobre el funcionamiento del suelo en un intervalo de tiempo dado.

Los estados actuales de algunos indicadores de suelo de las fincas en estudio se representan en gráfica tipo araña, estos fueron categorizados en una escala que va de uno a cinco como se presenta en el cuadro 5.

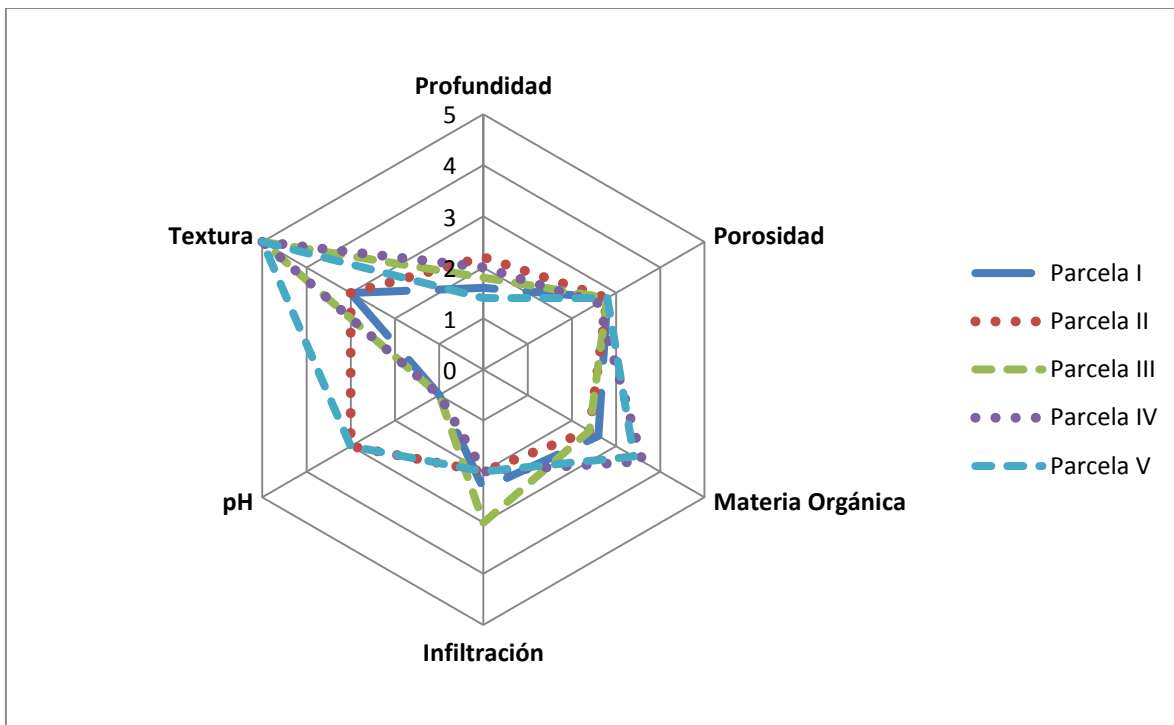


Figura 20. Estado actual de los indicadores evaluados por parcela en la finca Reserva Linda Vista durante el período 2015 – 2016

En la figura 20 el comportamiento de los indicadores de suelo que fueron evaluados en el estudio, mostraron que para todas las parcelas la materia orgánica se encuentra en la categoría cinco, sabiendo que para suelos tropicales el porcentaje de mineralización es de 2 % y 9 % (Vansintja & Vega, 1992), sin embargo para la parcela I y III el pH se encuentra en los límites inferiores de los rangos, pero hay que considerar que en estas áreas existe bosque y consta con una gran cantidad de hojarasca y material en descomposición y materia orgánica presente, preservando la humedad por tiempos mayores coincidiendo lo dicho por Vansintja & Vega (1992), que la materia orgánica es hidrófila, almacenando agua 5 a 10 veces mayores que la capacidad de retención de la arcilla por tanto el pH tiende acidificarse por la presencia de iones de hidroxilo del agua.

La profundidad efectiva las parcelas más afectadas es la IV y V con rango que varía de 25 a 50 cm cuadro 5, sin embargo esta es muy esencial para el desarrollo de las raíces de los cultivos, como señala (Sellés & Ferreyra 2007), el desarrollo del sistema radical de las plantas está directamente afectado resistencia mecánica en los suelos.

Asimismo la porosidad total las parcelas se encuentran entre rangos de 55 – 70 % clasificándose entre mediano y alto (Cairo, 1995), los que son importantes para para aireación e infiltración y almacenamiento de agua disponible para la planta misma que se encuentra en la textura del suelo.

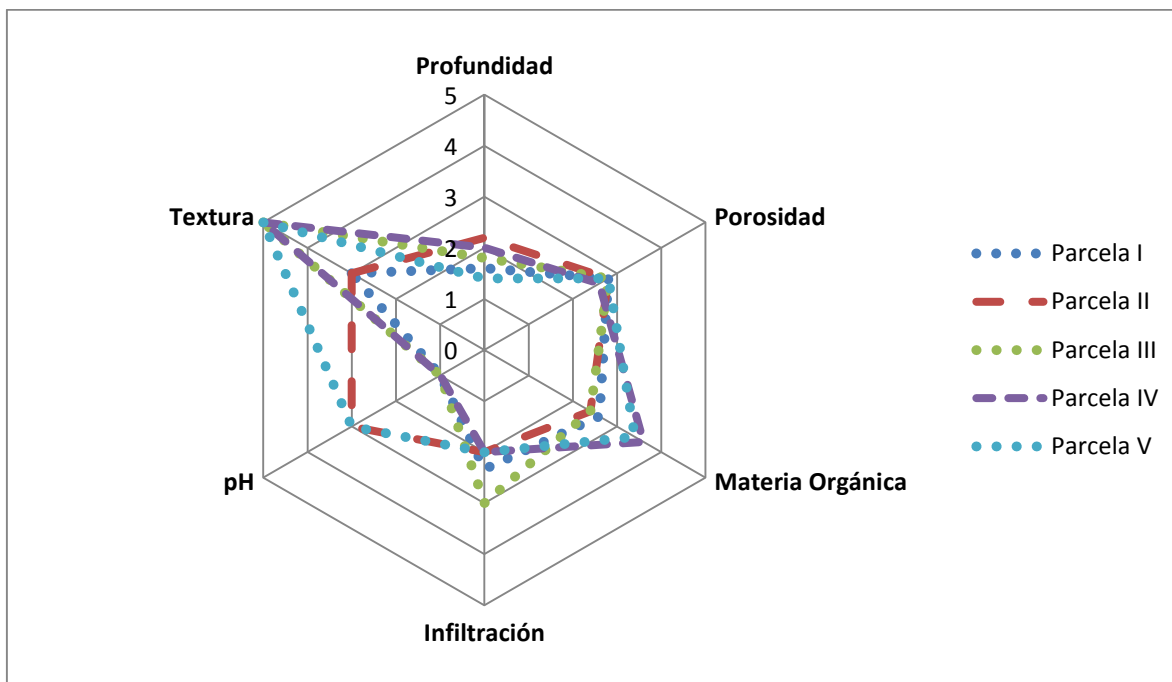


Figura 21. Estado actual de los indicadores evaluados por parcela en la finca El Milagro durante el período 2015 – 2016

Se observa en la figura 21 la textura presente en la parcela I alcanzó el 60 % clasificándolo como suelo arenoso, logrado en la escala 2 según García (2015), el área uno estaba destinada para la producción de granos básicos, en la cual se realizaron altas dosis de aplicaciones de fertilizantes químicos a base de nitrógeno y fósforo tabla 7, el suelo alcanzo pH=5.2, considerado como muy fuertemente ácido Quintana et al; (1983), se estima que el reciente valor se da por las aplicaciones de fertilizante mineral, el cual aumenta la acidez en los suelos.

La porosidad presentada en la parcela I fue del 60 %, lo que representa alta capacidad de infiltración, esto nos indica que el agua infiltrada no es totalmente aprovechable ya que una de las características que muestran estos suelos es que no retienen humedad. La presencia de materia orgánica en dicha parcela es mayor a cuatro considerándosele alta según Quintana et al; (1983), se estima que el contenido de materia orgánica en el suelo se debe a los restos de cosechas que se dejan en la parcela, sin embargo Cabrera & Castillo; (2008), demuestra que los granos básicos requieren de suelos fértiles, con buen contenido de materia orgánica, las texturas del suelo más adecuada son las medias o moderadamente

pesadas con buena aireación y drenaje, el pH óptimo fluctúa entre 6.5 a 7.5 dentro de este rango la mayoría de los nutrientes se encuentran disponibles.

En la parcela II presentó textura franco arcilloso arenoso, con pH= 5.3 – 5.9 considerado como fuertemente ácido según Quintana et al; (1983) y con valores de materia orgánica del 50 %, alcanzado en el área de bosque de pino lo que contribuyó a los resultados expuestos.

Según Capulín et al; (2007). El valor de pH se debe a los procesos de descomposición de los residuos orgánicos, aporte de iones H^+ y a la producción de ácido orgánico en el suelo logrado por el proceso de descomposición de la hojarasca, el contenido de materia orgánica encontrada es relativamente alta con valor del 5.34% según Quintana et al; (1983) sin embargo Labrador; (2001) demuestra que en bosque de pinos la materia orgánica puede presentar tendencia hacia la disminución con altos contenidos de humedad reduce la actividad mineralizadora de los microorganismos.

Las parcelas III y IV presentaron texturas franco según García; (2015), alcanzando valores óptimos en la categoría cinco, materia orgánica que van de 4.56 % a 5.92 % consideradamente alto según Quintana et al; (1983), En la parcela se encontraba establecido el cultivo del café bajo sombra de guaba, no presentando entradas de nutrientes durante el año 2015, contribuyendo al mejoramiento de las características físicas y químicas del suelo, por el desprendimiento de las hojarasca del cultivo de café y árboles de sombra como *Inga sp.*

Según Gisbert & Ibáñez (1999), el contenido de materia orgánica del suelo aumenta con la descomposición, hasta un límite fijado por la temperatura. Generalmente los climas fríos y áridos tienden a retrasar los procesos microbiológicos del suelo.

El pH presentado en las parcelas fue extremadamente ácido alcanzado en la categoría uno según García (2015), mientras que UNALM (2012), demuestra que valores entre 5.0 y 5.5 de pH son considerados óptimos para el cultivo del café, puesto que en este rango aumenta el grado de actividad de microorganismos que mineralizan materia orgánica para dejar disponible la mayoría de los nutrientes para las plantas.

Como se refleja en la figura 21 el valor máximo lo obtuvo la textura alcanzando en la categoría cinco como un valor óptimo clasificándola como franco, la materia orgánica se presenta en contenidos altos con 5.9% y el pH medianamente ácido con valores de 5.3 a 5.9, esto en la parcela V en la que se encontraba establecido el café en producción para el año 2016, considerando que el reciclaje de hojarasca que se da por el cultivo del café y a las bajas aplicaciones de fertilizante mineral favorece a las condiciones de suelo encontradas en la parcela. Cairo (1995) explica que la materia orgánica se relaciona de manera cualitativa y cuantitativa con innumerables indicadores físicos, químicos y biológicos del suelo.

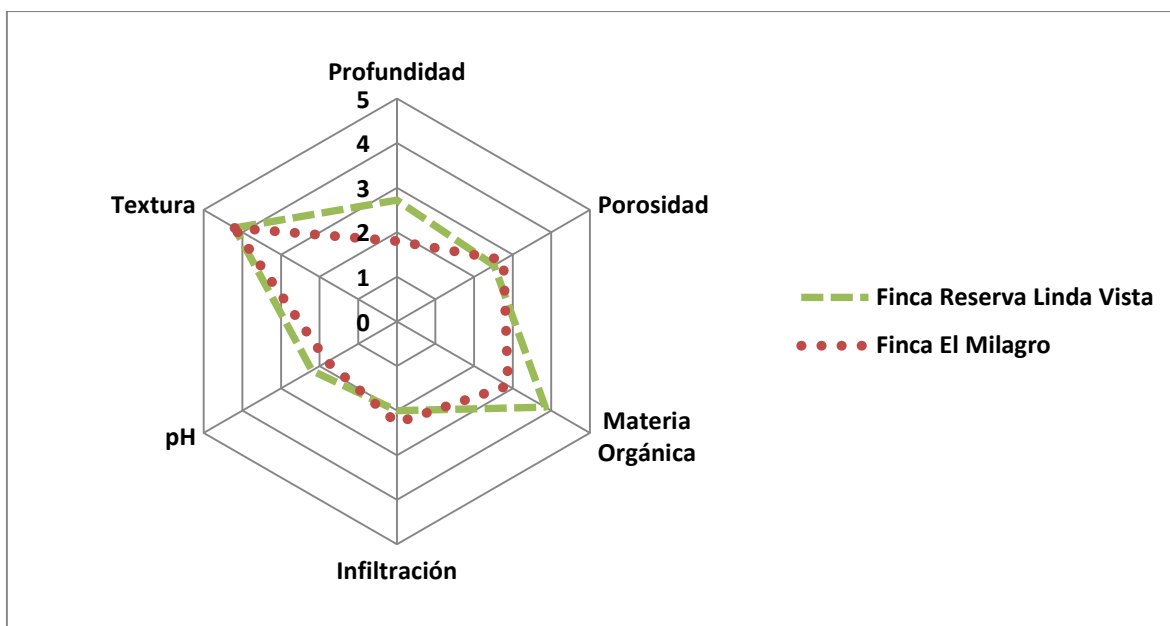


Figura 22. Comportamiento de los indicadores evaluados en las fincas Reserva Linda Vista y El Milagro

En la figura 22 se observa que los indicadores como la M.O, pH y profundidad en el sistema medianamente complejo se han visto influenciados por el manejo, ya que, en esta, las aplicaciones de materia orgánica (vía compost), y el manejo de la sombra, con la respectiva incorporación de la biomasa han tenido su impacto sobre los dos parámetros estudiados, no así en la poco compleja donde el uso de químicos es mayor tanto en la fertilización como en el manejo de arvenses.

V. CONCLUSIONES

Para los ciclos 2015 y 2016 las entradas de nitrógeno y fósforo en la finca El Milagro fueron mayores que las salidas, sin embargo, para potasio fue menor el ingreso en comparación con los egresos, en la finca Reserva Linda Vista las importaciones de N, P y K para los rubros de frutales y musáceas se mostraron en menor cantidad en comparación con las exportaciones influyendo en el balance negativo.

La finca El Milagro a nivel general presentó balance positivo para el Nitrógeno y fósforo para el 2015 y 2016, sin embargo, para el potasio en el mismo período fue negativo. Mientras que la finca Reserva Linda Vista presentó balance negativo en nitrógeno, fósforo y potasio en los dos años.

De manera general en las parcelas que se encuentra delimitada la finca Reserva Linda Vista y El Milagro los indicadores físicos y químicos (profundidad, porosidad, textura, infiltración, pH y materia orgánica) de suelos evaluados tuvieron comportamiento diferente, presentando valores mayores al 50 % en la finca Reserva Linda Vista en los parámetros evaluados.

VI. RECOMENDACIONES

Compensar el déficit presentado por las exportaciones de N, P y K restituyendo los elementos al sistema productivo, mediante las incorporaciones de fertilizantes orgánico, tomando en cuenta las exigencias nutricionales de los cultivos.

Realizar prácticas como disminución de las aplicaciones sintéticas, reducción de las rotaciones en corto tiempo en las parcelas, que están directamente relacionadas a la recuperación de los indicadores de calidad de suelo.

VII. LITERATURA CITADA

- Aragón, I y Arauz, J. (2000). *Balance aparente de nutriente (N, P y K) en dos unidades de producción ubicada en el municipio de san ramón, departamento de Matagalpa, durante el periodo 1997 – 1999*. (Tesis de pre grado).
- Arnold, R. W., Izaboles, I. y Targulian, V. O. (1990). Global soil change. Report of an international institute for applied system analysis. Laxenburg. Australia: International Ssociety of Soil Science UNEP.
- Arschad, M.A., y Coen, G.M. (1992). Characterization of soil quality: Physical and chemical criteria. American Journal of Alternative Agriculture.
- Bertsch. (2003) Absorción de nutrientes por los cultivos. Asociación Costarricense de la ciencia del suelo: Costa Rica.
- Cabrera, C y Castillo, C. (2008). Guía técnica para el manejo de variedades de frijol: programas de granos básicos. La Libertad, El Salvador: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Recuperado de <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Tecnica%20Frijol.pdf>.
- Cairo, P. (1 995). Curso de postgrado: La Fertilidad Física del suelo y la Agricultura Orgánica en el trópico. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Capulín, J; Caballero, L y Zarate, R. (2007). Cambio en el suelo y vegetación de un bosque de pino afectado por incendio. México: Instituto de Ciencias Agropecuaria. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v28n1/v28n1a9.pdf>.
- Castillo, AM; Hernández, JA; García, E; Pineda, J; Aguilar, LA y Torres, T. (2011). Extracción de macro nutrientes en bananos (musa sp). Revista internacional de botánica: Republica Dominicana. Recuperado de <http://www.scielo.org.ar/pdf/phyton/v80n1/v80n1a10.pdf>.

- Ciampitti, I; García, F. (2008). Balance y eficiencia de uso de los nutrientes en sistemas agrícolas. *Revista Horizonte A*. 4 (18): 22-28.
- Cole D. W. & Rapp M. (1981): «Elemental cycling in forest ecosystems». En: *Dynamic properties of ecosystems*. REICHLER D. E. (Ed.). Cambridge University Press, Cambridge, 341-409.
- Cuenta Reto del Milenio (2008). Cultivo del tomate: Programa de diversificación hortícola. Proyecto de desarrollo de la cadena de valor y conglomerado agrícola. Nicaragua. Disponible en <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01CH517t.pdf>.
- Doran, J. W., y Parkin T. B., (1994). Defining and assessing soil quality. In: *Defining and Assessing soil quality for sustainable environment*. USA: Soil Science Society of America.
- Echeverría, H. E; Liliana I. P, Cecilia V., Nicolás W, Nahuel R. C, y Guillermo A. D. (2014). Guía de Trabajos Prácticos de Edafología. Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias, Dpto. Edafología Agrícola. Balcarce.
- Ernst, O., Siri, S., Ackermann, P., Gasparri, N. (2012). Balance aparente de N, P y K en función de la intensidad de uso del suelo por la agricultura. *Cangue* 32.
- Fallos, R; Bertseh, F y Barriantos, M. (2014). Curvas de absorción de nutriente en papaya (carica papaya L.) CV. "POCOCI" En las fases de crecimiento vegetativo, floración e inicio de cosecha. *Agrónomo Costarricense: Costa Rica*. Recuperado de http://www.mag.go.cr/rev_agr/v38n02_043.pdf.
- FAO. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). 1996. *Desarrollo de sistemas agrícolas y conservación de suelos*: Roma, Italia.
- García serrano, P., Lucena Marrotta, J., Ruano Criado, S. y Nogales García, M. (2009). Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. España: Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino. Disponible en http://www.mapama.gob.es/es/agricultura/publicaciones/01_FERTILIZACION%20RACIONAL%20DE%20CULTIVOS%20EN%20ESPAÑA%20GUÍA%20PRÁCTICA%20DE%20LA%20FERTILIZACIÓN%20RACIONAL%20DE%20LOS%20CULTIVOS%20EN%20ESPAÑA%20MINISTERIO%20DE%20MEDIO%20AMBIENTE%20Y%20MEDIO%20RURAL%20Y%20MARINO%202009%20.pdf.

- García, L. (2007). Texto básico: fertilidad de suelo y fertilidad de cultivo. Universidad Nacional Agraria: Managua Nicaragua.
- García, L. (2015). Manual: Metodologías de campo para determinar la profundidad, la densidad aparente, materia orgánica e infiltración del agua en el suelo. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria.
- Gisbert, J.M y Ibáñez, S. (2002). Génesis de suelo. Valencia, España: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agronomos.
- Gonzálvez, V., y Pomares, F. (2008). La fertilización y el balance de nutrientes en sistemas agroecológicos. Valencia:SEAE
- Gregorich EC, Carter MR, Angers VC, Monreal M y ellert BH. (1994). Towards a minimum datas set to assesssoil organic matter quality in agricultural soil. Can J. Soil Sc. 367–385p.
- Instituto Nacional de Información de Desarrollo. (2013). Censo Nacional Agropecuario: departamento de Estelí y sus municipios. Managua, Nicaragua: MAGFOR. Disponible en [http://www.renida.net.ni/renida/magfor/NE51N583\(5\).pdf](http://www.renida.net.ni/renida/magfor/NE51N583(5).pdf)
- Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal (2009). Ficha municipal del municipio de Condega (en línea). Estelí, Nicaragua. Consultado el 22 de Septiembre de 2 015. Disponible en www.inifom.go.ni/municipios/documentos/ESTELI/condega.pdf
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (2006). Guía Tecnológica de CHILTOMA. Managua, Nicaragua: Autor.
- Laboratorio de Suelo y Agua (2017). Análisis químico y físico de suelo. Managua: Universidad Nacional Agraria.
- Labrador, J. (2001). La materia orgánica en los agrosistemas. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- López Falcón, R. (2002). *Degradación de los suelos causas, procesos evaluación e investigación*. Recuperado de <http://www.serbi.ula.ve/serbiula/libros-electronicos/Libros/degradacion/pfd/librocompleto.pdf>

Martín, I. SANTA REGINA y J. F. GALLARDO (1996). Eficiencia, retraslocacion y balance de nutrientes en bosques de *Quercus pyrenaica* bajo diferente pluviometría en la sierra de gata (centro-oeste español). *Ecología* N° 10.79-93.

Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. (1991). Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola: San Jose Costa Rica. Recuperado de http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_guanabana.pdf.

Molina, E. (s.f). Nutrición y fertilización de la naranja. Recuperado de [http://www.cipotato.eseap.org/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/EDDBA060BEDA77D305256A15005903DC/\\$file/Nutrici%C3%B3n+y+fertilizaci%C3%B3n+de+la+naranja.pdf](http://www.cipotato.eseap.org/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/EDDBA060BEDA77D305256A15005903DC/$file/Nutrici%C3%B3n+y+fertilizaci%C3%B3n+de+la+naranja.pdf).

Moncada y González. (2017). *Diseño, manejo y biodiversidad de la macrofauna de suelo en dos agroecosistemas cafetaleros, Condega, 2015 – 2016* (Tesis de pregrado). Managua. Universidad Nacional Agraria.

National Land and Water Resources Audit Project (2001). Nutrient balance in regional farming systems and soil nutrient status. Canberra, Commonwealth Government of Australia.

Ochoa, M; Rivera, R; Bustamante, C; Rodríguez, T. (2001). La fertilización fosfórica del coffeea arábica L. En suelos fertico rojo oscuro. Instituto Nacional de ciencias Agrícola: la Habana Cuba. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1932/193232232014.pdf>.

Quintana, J. O; Blandón, J; Flores, A & Mayorga, E. (1983). Manual de fertilidad en los suelos de Nicaragua. Managua Nicaragua.

- Quiroga A, y D. Funaro (2004). Materia orgánica. Factores que condicionan su utilización como indicador de calidad en Molisoles, de las Regiones Semiaridas y subhúmedas pampeana. XIX Congreso Argentino de la ciencia del suelo.
- Charles, P. y Siles, P. (2013). Balance de nutriente en agro sistema cafetalero de Nicaragua. Nicaragua: Bioersivity International.
- Sadeghian Khalajabadi S. y González Osorio H. (2012). Alternativas generales de fertilización para cafetales en la etapa de producción. Colombia: CENICAFE. Disponible en <http://www.cenicafe.org/es/publications/avt04241.pdf>.
- Sellés, G., y Ferreyra, R. (2007). Criterios para controlar el riego en uva de mesa. In: Muñoz, I., M. González, y Sellés G. (eds). Manejo de Suelo y Riego en Vides para Vino y Mesa. Serie Actas 39, Santiago, Chile: INIA Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v46n1/v46n1a3.pdf>.
- Siavosh, K; Beatriz, M y Hernán, O. (2013). Acumulación de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en los frutos de café. Centro Nacional de Investigaciones de café: Colombia. Recuperado de <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/407/1/avt0429.pdf>.
- Tello, G. (2012). Metodos de fertilizacion y balance de nutrientes en la agricultura organica tradicional de la biorregion mediterranea. ISSN.
- Universidad Nacional Agraria La Molina. (2012). Guía técnica: análisis de suelo y fertilización en el cultivo del café. Perú: Autor. Guía técnica: análisis de suelo y fertilización en el cultivo del café. Recuperado de <http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/011-c-cafe.pdf>.

Vansintjan, G., y Vega, E. (1992). LA MATERIA ORGANICA EN EL SUELOY LA APLICACIONDE ABONOS ORGANICOS. MANAGUA:MAG.

VIII. ANEXOS

GUÍA DE TRABAJO DE CAMPO CONDEGA, ESTELI

I Datos Generales

1.1 Nombre del productor_____

1.2 Nombre de la finca_____

1.3 Tipo de propiedad_____

II. Información básica de la finca

2.1 Como maneja su finca:

- a) Como una sola área _____
- b) La maneja parcelada _____
- c) Si la maneja parcelada, en cuantas áreas la tiene dividida_____

Anexo 1. Información de manejo por área y ciclos año 2015-2016

Parcela	Cultivo	Ciclo			Rendimien to	Fertilización	
		Primera	Postrera	Postreron		kg. Completo	kg. Urea
1							
2							
3							
4							
5							

Anexo 2. Información de manejo por área y ciclos con animales año 2015 – 2016

Parcela	Cantidad de animales por tipo			Tiempo aprox. de pastoreo	Edad de animales por tipo		
	Caballar	Caprino	Bovino		Caballar	Caprino	Bovino
1							
2							
3							
4							
5							
6							

Anexo 3. Manejo de los rastrojos por parcela y ciclo año 2015-2016

Parcela	Cultivo	Ciclo			Quema	A la cosecha, que saca de la parcela o deja
		Primera	Postrera	Postreron		
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Anexo 4. Información sobre distancias de siembra en los cultivos

Cultivo	Distancia de siembra

Anexo 5. Rendimiento de los cultivos en la finca medianamente compleja ciclo productivo 2015

Parcelas	Época	Cultivo	Rendimientos kg ha⁻¹
I	Permanente	Bosque	0
II	Permanente	Musáceas	171.43
	Permanente	Naranja	687.5
	Permanente	Café productivo	46.01
III	Permanente	Bosque	0
IV	Permanente	Mandarina	545.45
	Permanente	Limón Real	1822.92
	Permanente	Guanábana	3000
	Permanente	Chayote	13043.48
	Permanente	Limón Mandarina	2479.17
	Permanente	Limón Castillo	3157.89
	Permanente	Maracuyá	4375
	Permanente	Papaya	79500
	Permanente	Musáceas	300
	Permanente	Café desarrollo	37
V	Permanente	Café en crecimiento	0

Anexo 6. Rendimientos de los cultivos en la finca Reserva Linda Vista ciclo productivo 2016

Parcelas	Época	Cultivo	Rendimientos kg ha⁻¹
I	Permanente	Bosque	0
II	Permanente	Musáceas	171.43
	Permanente	Naranja	721.88
	Permanente	Café productivo	48.31
III	Permanente	Bosque	0
IV	Permanente	Mandarina	572.72
	Permanente	Limón Real	1914.06
	Permanente	Guanábana	3150
	Permanente	Chayote	13695.65
	Permanente	Limón Mandarina	2603.13
	Permanente	Limón Castillo	3315.78
	Permanente	Maracuyá	4593.75
	Permanente	Papaya	83475
	Permanente	Musáceas	171.43
	Permanente	Café en desarrollo	39
V	Permanente	Café en crecimiento	0

Anexo 7. Rendimiento de los cultivos en la finca poca compleja El Milagro ciclo 2015

Parcelas	Época de siembra	Cultivo	Rendimientos kg ha⁻¹
I	Postreron	Frijol	454.5
	Primera	Maíz Grano	1168.71
		Maíz Olote	108.85
	Postrera	Tomate	36720.77
II	Permanente	Bosque de pino	0
III	Permanente	Café en crecimiento	194.8
IV	Permanente	Café en desarrollo	0
V	Permanente	Café productivo	1168.71
	Permanente	Café productivo (Leña)	2191.55
	Permanente	Musáceas	120

Anexo 8. Rendimiento de los cultivos en la finca poco compleja El Milagro ciclo 2016

Parcelas	Época de siembra	Cultivo	Rendimientos kg ha⁻¹
I	Postrera	Maíz Grano	584.35
		Maíz Olote	42857.14
	Postreron	Chiltoma	2338.29
II	Permanente	Bosque de pino	0
III	Permanente	Café en crecimiento	313
IV	Permanente	Café en desarrollo	2524.72
V	Permanente	Café productivo	746.68
	Permanente	Musáceas	120

Anexo 9. Contenido de nutrientes (N, P y K) en los granos y frutos obtenido de la finca Reserva Linda Vista y El Milagro, ciclo productivo 2015 – 2016 Bertsch (2 003), Aragón & Arauz (2000) y Sharles & Siles (2 013).

Frutos	Unidad kg
Naranja	0.11
Carga de leña café	34.04
Olote	0.0025
Tomate (Cajilla)	29.54
Chiltoma (Cajilla)	13.64
Limón Real	0.062
Mandarina	0.06
Guanábana	2.9
Chayote	0.5
Maracuyá	0.03
Papaya	1.58
Limón Castillo	0.042
Limón Mandarina	0.075
Musácea (Racimo)	2.4

Anexo 10. Peso por unidad de frutos en kilogramos, obtenidos de las fincas Reserva Linda Vista y El Milagro, ciclo productivo 2015 - 2016

Frutos	Unidad kg
Naranja	0.11
Carga de leña café	34.04
Olote	0.0025
Tomate (Cajilla)	29.54
Chiltoma (Cajilla)	13.64
Limón Real	0.062
Mandarina	0.06
Guanábana	2.9
Chayote	0.5
Maracuyá	0.03
Papaya	1.58
Limón Castillo	0.042
Limón Mandarina	0.075
Musácea (Racimo)	2.4

Anexo 11. Resultados de análisis de suelo, finca Reserva Linda Vista

Parcela	pH (H ₂ O)	M. O (%)	N (%)	P ppm	meq/100 g suelo			Partículas %			Clase textural
					K	Ca	Mg	Arcilla	Limo	Arena	
1	5.28	5.03	0.25	5.79	0.25	18.04	4.35	33.6	38	28.4	FA
2	5.57	5.76	0.29	4.86	0.56	16.30	3.23	33.6	36	30.4	FA
3	5.29	5.90	0.30	2.50	0.33	12.39	4.87	29.6	36	34.4	FA
4	5.31	5.35	0.27	3.15	0.61	10.13	4.34	27.6	30	42.4	F
5	5.62	4.95	0.25	2.56	0.38	FA	3.41	29.6	34	36.4	FA
		%									
Compost		12.80	0.81	0.21	1.27	0.99	0.22				

LABSA (2 017). Claves: FA: Franco arcilloso F: Franco

Anexo 12. Resultado análisis de suelo, finca El Milagro

PARCELA	pH (H ₂ O)	M.O (%)	N (%)	P ppm	meq/100 g suelo			Partículas %			Clase textural
					K	Ca	Mg	Arcilla	Limo	Arena	
1	5.13	5.59	0.28	0.80	0.72	9.73	4.20	23.6	26	50.4	FAA
2	5.40	5.34	0.27	1.32	0.65	7.83	3.15	23.6	26	50.4	FAA
3	5.13	4.56	0.23	3.15	0.45	10.21	4.18	27.6	42	30.4	F
4	5.18	5.92	0.30	1.32	0.92	12.41	4.39	25.6	32	42.4	F
5	5.32	5.95	0.30	2.26	0.59	10.57	3.84	27.6	32	40.4	F

LABSA, 2 017

FAA: Franco arcilloso arenoso F: Franco

Anexo 13. Entradas de nutrientes años (2015 - 2016), finca El Milagro, Sixto Talavera, Los Alpes - El Bramadero, Condega, Estelí

Año	Parcelas	Época	Cultivo	Tipo de fertilizante	kg ha ⁻¹		
					N	P	K
2015	I	Primera	Frijol	2.85 qq 18-46-00	23.37	26.28	0
		Postrera	Maíz Grano	1.42 qq Urea 46%	29.85	0	0
		Postreron	Tomate	15.71 qq 18-46-00 + 5.71 qq Urea 46%	214.28	144.57	
	II	Permanente	Bosque de pino	0	0	0	0
	III	Permanente	C.C	0	0	0	0
	IV	Permanente	C.D	0	0	0	0
	V	Permanente	C.P	0	0	0	0
		Permanente	Musáceas	0	0	0	0
2016	I	Primera	Maíz Grano	1.42 qq Urea 46%	29.85	0	0
		Postrera	Chiltoma	11.42 qq 18-46-00	93.51	102.85	0
	II	Permanente	Bosque de pino	0	0	0	0
	III	Permanente	C.C	0	0	0	0
	IV	Permanente	C.D	0	0	0	0
	V	Permanente	Musáceas	0	0	0	0
		Permanente	C.P	5 qq de Ferticafé (17-6-18)	38.63	6	33.95

Anexo 14. Entradas de nutrientes años (2015) finca Reserva Linda Vista Julio Muñoz, Los Alpes - El Bramadero, Condega, Estelí

Año	Parcela	Época	Cultivo	Fertilizante	kg ha ⁻¹		
					N	P	K
2015	I	Permanente	Bosque				
	II	Permanente	Musácea	Estiércol Equino	5.93	1.28	5.09
		Permanente	Naranja				
		Permanente	C.P				
	III	Permanente	Bosque	0	0	0	0
	IV	Permanente	Mandarina	Estiércol Equino - Compost (3116.57Kg)	5.93 - 55.55	1.28 - 14.40	5.9 - 87.08
		Permanente	Limón Real				
		Permanente	Guanábana				
		Permanente	Chayote				
		Permanente	Limón Mandarina				
		Permanente	Limón Castillo				
		Permanente	Maracuyá				
		Permanente	Papaya				
		Permanente	Musáceas				
		Permanente	C.D				
V	Permanente	C.C	0	0	0	0	

Anexo 15. Entradas de nutrientes Años (2016) finca Reserva Linda Vista Julio Muñoz, Los Alpes - El Bramadero, Condega, Estelí

Año	Parcela	Época	Cultivo	Fertilizante	Cantidad por kg ha ⁻¹		
					N	P	K
2016	I	Permanente	Bosque	0	0	0	0
	II	Permanente	Musáceas	0	0	0	0
		Permanente	Naranja	0	0	0	0
		Permanente	C.P	0	0	0	0
	III	Permanente	Bosque	0	0	0	0
	IV	Permanente	Mandarina	0	0	0	0
		Permanente	Limón Real	0	0	0	0
		Permanente	Guanábana	0	0	0	0
		Permanente	Chayote	0	0	0	0
		Permanente	Limón Mandarina	0	0	0	0
		Permanente	Limón Castillo	0	0	0	0
		Permanente	Maracuyá	0	0	0	0
		Permanente	Papaya	0	0	0	0
		Permanente	Musáceas	0	0	0	0
		Permanente	C.D	Compost (2986.42)	53.22	13.8	83.45
	V	Permanente	C.C	0	0	0	0

Claves: C.C: Café crecimiento C.D: Café desarrollo C.P: Café productivo

Anexo 16. Indicadores utilizados para evaluar cambios en la calidad de los suelos en condiciones de manejo racional

Indicador	Tendencia	Tiempo para percibir cambios	Frecuencia de medición	Referencia
Profundidad	Incremento	>10 años	Anual	Arshad y Coen (1992)
M.O	Incremento	>10 años	Anual	Arnold et al, 1990
Infiltración	Incremento	< 1 año	Periódico	Arshad y Coen (1992)
Textura	Equilibrio	>10 año	Cada 2 o 3 años	Arnold et al., 1990
pH	Neutralidad	>5 año	Estacional	Doran et al.,1994