



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

Trabajo de graduación

Diagnóstico del estado nutricional de los suelos en los Sistemas productivos de café (*Coffea arabica* L.), maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), en la comunidad de Santa Julia, El Crucero, Managua, 2014.

AUTOR

Br. Adolfo Aurelio Norori Mendoza

ASESORES

Ing. MSc. Juan Carlos Morán Centeno
Ing. MSc. Leonardo García Centeno

TUTOR

Ing. MSc. Álvaro Benavides González

**Managua, Nicaragua
Diciembre, 2014**



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de graduación

Diagnóstico del estado nutricional de los suelos en los Sistemas productivos de café (*Coffea arabica* L.), maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), en la comunidad de Santa Julia, El Crucero, Managua, 2014.

AUTOR

Br. Adolfo Aurelio Norori Mendoza.

Presentado a la consideración del
Honorable Tribunal Examinador como requisito
para optar al grado de Ingeniero Agrícola para el
desarrollo Sostenible

Managua, Nicaragua
Diciembre, 2014



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
SECRETARIA 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 parcial para optar al título profesional de:

INGENIERO AGRÍCOLA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

Miembro del Tribunal Examinador:

Dr. Víctor Aguilar Bustamante
Presidente

Ing. Henry Duarte Canales
Secretario

Ing. Neriand Méndez Zelaya
Vocal

Managua, 12 de diciembre del 2014.

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
III. METODOLOGÍA	4
3.1. Características generales de la zona	4
3.1.1 Departamento de Managua	4
3.1.2 Municipio de El Crucero	5
3.1.3 Generalidades de la comunidad de Santa Julia	6
3.1.4 Características y biodiversidad de la comunidad de Santa Julia	7
3.2 Condiciones climáticas y ubicación del área de estudio	8
3.3 Metodología utilizada	9
3.4 Variables evaluadas	11
3.5 Metodología de análisis de datos	11
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
4.1. Distribución de las áreas y cultivos en la comunidad	12
4.2. Tipos de productos aplicados	15
4.3. Distribución de las unidades productivas de acuerdo al rubro establecido	16
4.4. Destino de las cosechas	17
4.5. Uso práctico de la ganadería	18
4.6. Uso de obras de conservación de suelo	19
4.7. Labranza implantada en la preparación del terreno	21
4.8. Análisis nutricional de los suelos establecidos con café	22
4.9. Análisis nutricional de los suelos establecidos con frijol	25
4.10. Análisis nutricional de los suelos establecidos con maíz	26
4.11. Correlaciones de variables evaluadas	28
4.12. Relación de la altitud con respecto al contenido de materia orgánica en los cultivos evaluados	29
4.13. Aplicación del Sistema de Información Geográfica (SIG), en la representación de los niveles de nitrógeno en los diferentes cultivos evaluados de acuerdo a la altitud	33
V. CONCLUSIONES	35
VI. RECOMENDACIONES	36
VII. LITERATURA CITADA	37
VIII. ANEXOS	41

DEDICATORIA

A:

Dios omnipotente por haberme guiado por el camino en el transcurso de mi carrera y de mi vida.

A mis Padres *Alicia del Socorro Mendoza López* y *Adolfo Aurelio Norori Cortez* por ser el pilar de mi vida y por haber confiado en mí en estos años de mi vida como estudiante.

A mis hermanos *Ileana del Carmen Norori Mendoza*, *Karen Junieth Norori Mendoza*, *Kevin Ariel Norori Mendoza* (Q.E.P.D) y *Jaqueline de Los Ángeles Norori Mendoza* (Q.E.P.D) que estuvieron con migo en las buenas y malas y me hicieron recuperar mis ánimos en mis momentos críticos.

En especial a mi hermano *Kevin Ariel Norori Mendoza* (Q.E.P.D). Por haberme apoyado en lo que necesite de él y haberme dado una grande lección en mi vida.

A mi tía *Lorena del Carmen López* por su apoyo incondicional y haber sido una pieza fundamental para que yo pudiera culminar mis estudios.

A mis amigos y familiares por haber estado con migo en todo el transcurso de mi carrera.

Br. Adolfo Aurelio Norori Mendoza

AGRADECIMIENTO

A:

Dios especialmente por haberme dado la fortaleza para superar todos los obstáculos en el transcurso de mi vida y lo que queda de ella y a la virgencita por interceder por mí.

Al profesor *MSc. José Adolfo Gonzáles* por haberme dado su amistad, consejos y por haber compartido sus conocimientos adquirido en su vida como docente y profesional los cuales me fueron y serán de mucha ayuda en mi vida tanto personal como profesional.

Al *Ing. Félix Humberto Nieto Reyes* por su amistad y por haberme apoyado y no haberme dado la espalda cuando lo necesite.

A la *Lic. Glenda Martínez* por su amistad y apoyo incondicional. Al *Ing. Henry Duarte* por su amistad, apoyo y consejos en mi trabajo.

Al laboratorio de la Universidad Nacional Agraria (LABSA-UNA), por haberme prestado toso los equipos necesario para realizar los análisis.

A mis asesores *Ing. MSc. Juan Carlos Moran Centeno*, *Ing. MSc Álvaro Benavides González* y *Ing. MSc. Leonardo García*, por su apoyo en la realización de este trabajo.

Al programa DEPARTIR por facilitarme todos los materiales necesarios para realizar mi trabajo.

A mis amistades y demás familiares por haberme apoyado cuando los necesite.

A todos muchas gracias.

Br. Adolfo Aurelio Norori Mendoza

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Unidades de producción y su incremento en área. Santa Julia, El Crucero, Managua	13
2	Significación estadística en los diferentes elementos minerales evaluados en el rubro de café en la comunidad de Santa Julia, El Crucero, Managua	24
3	Significación estadística en los diferentes elementos minerales evaluados en el rubro de frijol en la comunidad de Santa Julia, El Crucero, Managua	26
4	Significación estadística en los diferentes elementos minerales evaluados en el rubro de Maíz en la comunidad de Santa Julia, El Crucero, Managua	27
5	Matriz de correlación de variables evaluadas	29

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Ubicación del departamento de Managua. INETER, 2012. <i>http://www.vmapas.com/America/Nicaragua/Managua/Mapa_Departamento_Managua.jpg/maps-es.html</i>	5
2	Localización de la comunidad de Santa Julia, El Crucero, Managua (DEPARTIR, 2014)	8
3	Esquema de desarrollo del estudio de los sistemas productivos en la comunidad Santa Julia, El Crucero, Managua, (2014)	10
4	Distribución de las áreas estudiadas en los diferentes cultivos evaluados	14
5	Distribución de los cultivos y el número de unidades productivas con relación a los tipos de productos aplicados en las labores agronómicas	15
6	Distribución de los cultivos y aumento de las extensiones en las áreas cultivadas	16
7	Destino de la producción por parte de los comunitarios en Santa Julia, El Crucero, Managua	18
8	Asocio de la ganadería a la agricultura en las unidades productivas de acuerdo al tipo de rubro establecido	19
9	Prácticas de conservación de suelos implementados en la comunidad de Santa Julia	20
10	Tipo de labranza implantada por los agricultores de la comunidad de Santa Julia	21
11	Relación de la altitud con los diferentes cultivos evaluados de acuerdo al contenido de materia orgánica	31
12	Relación de la altitud con los contenidos de Materia Orgánica en los cultivos de la comunidad Santa Julia, El Crucero	32
13	Representación de la disponibilidad de niveles de nitrógeno, en los cultivos estudiados, de acuerdo a la altitud	34

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1	Ficha socioeconómica implementada en las comunidad de Santa Julia, El Crucero, Managua	42
2	Mapeo de los niveles de fósforo, en los cultivos estudiados, de acuerdo a la altitud de las unidades productivas	44

RESUMEN

Uno de los parámetros de mayor importancia en la agricultura es el estado nutricional del suelo, así como el manejo por parte de los agricultores. A través del programa para el Desarrollo Participativo Integral Rural (DEPARTIR), en la comunidad de Santa Julia, municipio de El Crucero, departamento de Managua, Se realizó un muestreo de suelo, a una profundidad de 20 cm en un total de 34 lotes productivos de 17 unidades productivas, dedicadas a la producción de café, maíz y frijol. Se utilizó análisis univariado (ANDEVA, DMS) y multivariado, análisis de correspondencia. Basado en los resultados, la disponibilidad de elementos mayores (N-P-K), así como (Mg, Ca, MO, CO, pH), algunos factores que condicionan el uso del suelo. Los resultados demostraron que el 95% de las unidades productivas estudiadas tienen dimensiones menores a las 10.5 hectáreas, siendo el café el cultivo predominante. La aplicación de fertilizantes químicos fue una práctica generalizada en todas las unidades productivas para los tres cultivos estudiados. Los muestreos efectuados en las parcelas donde se estableció el maíz fueron homogéneos a lo interno y externo de las unidades productivas. En el sistema café las variantes de contenido en los diferentes muestreos, en las unidades productivas fueron considerables, esto obedece al manejo que cada agricultor realiza en sus plantaciones, similares resultados se obtuvieron en el rubro frijol. Al correlacionar el manejo con la disponibilidad de elementos minerales en el suelo se encontró, que el tamaño de las áreas de siembra, tiene una alta relación con la aplicación de fertilizantes químicos, así mismo el aumento en las áreas de siembra, está en dependencia del destino de la producción.

Palabras Claves: DEPARTIR, Café, Maíz, Frijol, elementos minerales, suelo.

ABSTRACT

One of the most important parameters in agriculture is the soil nutrient status and management by farmers. Through the program for Desarrollo Participativo Integral Rural (DEPARTIR), in the community of Santa Julia, municipality of El Crucero, Department of Managua, soil sampling was performed at a depth of 20 cm in a total of 34 production lots 17 productive units engaged in the production of coffee, corn and beans. Univariate analysis (ANOVA, DMS) and multivariate correspondence analysis was used. Based on the results, the availability of major elements (NPK) and (Mg, Ca, MO, CO, pH), some factors affecting land use. The results showed that 95% of productive units studied are lower than 10.5 hectares dimensions, coffee being the predominant crop. The application of chemical fertilizers was widespread in all production units for the three crops studied. Samples taken in plots where maize was established were homogeneous internal and external production units. In the system coffee variants containing different samples, in the production units were considerable, this is due to handling every farmer takes on their plantations, similar results were obtained in the bean field. By correlating the management with the availability of mineral elements in the soil was found that the size of the planting area has a high regard to the application of chemical fertilizers, also increased planting areas, and is depending on the production destination.

Keywords: DEPARTIR, Coffee, corn, *bean*, mineral elements, soil.

I. INTRODUCCIÓN

El suelo es una fuente importante para el abastecimiento de los elementos nutricionales para las plantas. La disminución de los rendimientos en los cultivos es cada vez mayor por la degradación de suelo, producto de la sobreexplotación, los altos índices de deforestación, la eliminación de la cobertura vegetal y el exceso de laboreo. Una explotación eficiente del suelo es aquella que considera los principios básicos de sustentabilidad, que se traducen en procesos productivos ecológicamente sanos, económicamente viables, socialmente justos, humanos y adaptables, con la aplicación adecuada de los adelantos e innovaciones de la ciencia y la tecnología (FAO, 1999).

Los elementos esenciales para las plantas se reconocen por su utilidad directa en la nutrición y su necesidad en el ciclo de vida. Estos elementos se dividen en dos grupos: Los Macronutrientes (Nitrógeno, Fósforo, Potasio etc.) esto los requiere la planta en cantidades relativamente altas y los Micro-nutrientes o elementos trazas (hierro, cobre, boro, zinc, molibdeno y cobre) que se requieren en pequeñas cantidades (Navarro *et al.*, 2000).

La evaluación de la fertilidad del suelo es útil para determinar su potencial productivo, elucidar los factores edáficos que pueden limitar dicho potencial, y establecer el efecto de diversas prácticas de manejo en la dinámica nutricional edáfica. Tal información es necesaria para elaborar e implementar programas de aplicación de fertilizantes (químicos u orgánicos) que resulten rentables y ambientalmente aceptables (Castellanos *et al.*, 2000).

El diagnóstico integral de la fertilidad de un suelo puede basarse en la comparación de la intensidad de sus propiedades con un valor de referencia establecido como adecuado mediante procedimientos empíricos, también se puede deducir con enfoques mixtos basados en el entendimiento de cómo funciona un sistema agrícola y una validación empírica de la deducción (Rodríguez, 1993).

El análisis de suelo con fines de diagnosticar la fertilidad, probablemente sigue siendo el enfoque más utilizado a nivel mundial, para determinar la cantidad de nutrientes disponible (Castellanos *et al.*, 2000).

Esta práctica es muy importante al ser este un país cuya principal actividad económica es la agricultura (CENAGRO, 2012), está demanda suelos fértiles que permitan incrementar los rendimientos por superficie cultivada. German *et al.*, (2012), indican que actualmente existe mucha presión sobre el recurso suelo, lo cual provoca mayor degradación del mismo, siendo la actividad agrícola la que ha provocado pérdida del horizonte superficial, reduciendo el porcentaje de materia orgánica, fósforo disponible, así como los niveles de erosión, lo cual limita el uso del suelo por parte de los agricultores (Bocco *et al.*, 2001).

Al realizar estudios de suelo, se deben incorporar el contexto social, político y económico en el que están inmersos los agricultores, estos son factores que determinan las estrategias productivas asumidas por los agricultores (Gary, 2002; Isaac-Márquez, 2002).

Considerando la importancia del recurso suelo en los sistemas productivos se realizó un estudio de tres sistemas productivos en la comunidad de Santa Julia, en donde se realizó muestreo de suelo, así mismo se relacionó con el manejo de los mismos por parte de los agricultores e incorporando el ambiente socioeconómico, importante resaltar que un agricultor es aquel agricultor y sus familias que trabajan el campo utilizando sus propios medios que le permiten asegurar su subsistencia y en menor grado destinar sus productos al mercado nacional.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general:

Diagnosticar las condiciones socioeconómicas básicas de 17 Unidades Familiares Productivas y su relación con el estado nutricional del suelo en los cultivos de café, maíz y frijol, en la comunidad de Santa Julia, El Crucero, Managua.

2.2 Objetivos específicos

1. Evaluar las condiciones socioeconómicas básicas de 17 Unidades Familiares Productivas, y su relación con el estado nutricional de los suelos, en la Comunidad de Santa Julia, El Crucero, Managua.
2. Identificar la disponibilidad básica de elementos nutricionales del suelo de 17 Unidades Familiares Productivas, en los cultivos de café, Maíz y Frijol, en la Comunidad de Santa Julia, El Crucero, Managua.

III. METODOLOGÍA

3.1. Características generales de la zona

3.1.1 Departamento de Managua

El departamento de Managua se encuentra ubicado al suroeste del país entre 11° 45' a 12° 40' de latitud norte y los 85° 50' a 86° 35' de longitud oeste. Limita al norte con los departamentos de Matagalpa, al sur con el Océano Pacífico y Carazo, al este con Boaco, Granada y Masaya y al oeste con el departamento de León (Figura 1).

Tiene el 2.66 % de la superficie nacional ocupando el octavo lugar, entre los departamentos más pequeños después de Masaya, Granada, Carazo, Madriz, Rivas, Nueva Segovia y Estelí, respectivamente. Está conformado por los siguientes municipios:

- San Francisco Libre
- Tipitapa
- Mateare
- Villa Carlos Fonseca
- Francisco Javier (Ciudad Sandino)
- Managua (la cabecera departamental)
- Ticuantepe
- El Crucero

El clima en el departamento de Managua es de sabana tropical con una prolongada estación seca y temperaturas que oscilan entre los 27.5 °C y 28 °C, la precipitación media anual varía entre los 1,000 y 1,500 mm, a excepción del municipio de El Crucero que tiene una variación de temperatura promedio de 22 °C y 28 °C siendo éste, uno de los pocos lugares de la costa del Pacífico en poseer estas temperaturas.

La actividad económica en el área rural es agropecuaria, en la agricultura los principales cultivos son el frijol, maíz de autoconsumo y el sorgo rojo destinado para la alimentación de ganado. En el área urbana la actividad económica es principalmente la industria y el comercio.

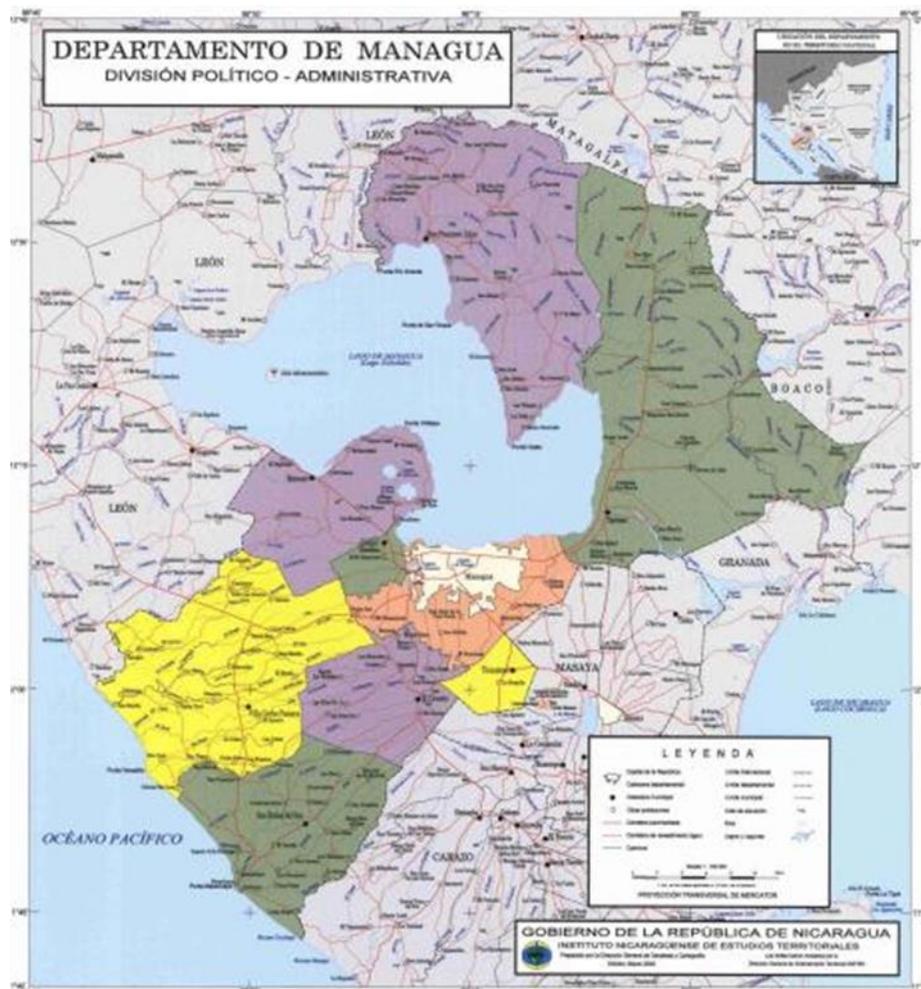


Figura 1. Ubicación del departamento de Managua. INETER, 2012. http://www.vmapas.com/America/Nicaragua/Managua/Mapa_Departamento_Managua.jpg/maps-es.html.

3.1.2 Municipio de El Crucero

El municipio El Crucero se integra con el territorio de lo que anteriormente se conoció como Distrito VII de la Alcaldía de Managua, con una extensión territorial de 210 km². La posición geográfica es 11° 59' latitud Norte y 86° 18' longitud Oeste. Según la Ley No.329, por medio de la cual se crea el Municipio El Crucero, este se localiza al Sur de la ciudad de Managua, iniciando en el km 12.9 de la Carretera Panamericana Sur, y finalizando en el km 29.

Se considera que el 70 % del territorio presenta una topografía accidentada con relieve irregular donde predominan los mayores grados de pendientes en diferentes zonas y puede observarse al cruzar el municipio por la Carretera Panamericana, la cual se extiende sobre las cordilleras, observándose a los lados las hondonadas bien pronunciadas.

3.1.3. Generalidades de la comunidad de Santa Julia

En el municipio de El Crucero, las áreas accidentadas localizadas al norte y oeste del Municipio, en su mayoría son utilizadas para los cultivos de café, hortalizas, plátanos, granos básicos y ganado (INIDE, 2012).

En las comunidades de Santa Julia existe un grado de organización muy marcado. La Cooperativa de Mujeres *Gloria Quintanilla* y la Cooperativa de Pequeños Agricultores, son los grupos más representativos. La mayoría de estas familias se dedican a la agricultura, cultivan café, frijol, maíz, sorgo, entre otros; la cría de aves, cerdos y muy poco ganado bovino. Tienen experiencias en agricultura orgánica y obras de conservación de suelo, algunos agricultores han sido capacitados sobre esta temática (Benavides *et al.*, 2014).

De El Crucero hacia Santa Julia existe una altitud de 800 msnm, aquí hay especies silvestres como tucanes, ardillas, armadillos, serpientes y una diversidad de árboles. Sobre esta misma dirección y a 760 msnm se cultiva café asociado con plátano; maíz, sorgo y frijol. En esta parte de la comunidad existen pilas para almacenar agua de consumo familiar (Benavides *et al.*, 2014).

Según los comunitarios, en Santa Julia existen unas 64 familias, 15 de ellas tienen parcelas entre un cuarto a una hectáreas de tierra; 21 familias poseen parcelas de hasta 14 hectáreas, y unas 10 familias tienen parcelas entre 3 y 5 hectáreas (Figura 2). Otras familias sin parcelas propias, alquilan parcelas para desarrollar la agricultura para su seguridad alimentaria.

3.1.4. Características y biodiversidad de la comunidad de Santa Julia

Los árboles de Nicaragua son los elementos florísticos más impactantes del tapiz vegetal del país tanto por su gran diversidad, tamaño, apariencia y belleza como por su contribución a la salud, producción de ambientes de vida y suministro de alimentos. (Salas, 1993).

La comunidad de Santa Julia con límites comprendidos al norte con la finca de Don Neil y al sur con la hacienda El Bajo con altitudes que van desde los 800 a 673 msnm con suelos característicos a los franco limoso-arenoso color amarillo, esta comunidad alberga especies silvestres como son los tucanes, ardillas, armadillos, serpientes, una diversidad de árboles como cedro real, pochote, caoba, laurel, roble, genízaro entre otros, una fauna silvestre como conejos, garrobo, guatuso, guardatinaja, cusuco, venado colorado entre otros, en esta comunidad algunos agricultores asocian el cultivo de café con plátano, maíz, sorgo y frijol.

En el camino comprendido de Santa Julia hacia la comunidad de Daniel Teller se encuentran los agricultores que siembran en mayores cantidades los cultivos de frijol maíz y a menor escala el café y asocian la ganadería a la agricultura los cuales utilizan los bovinos y equinos como animales de labor.

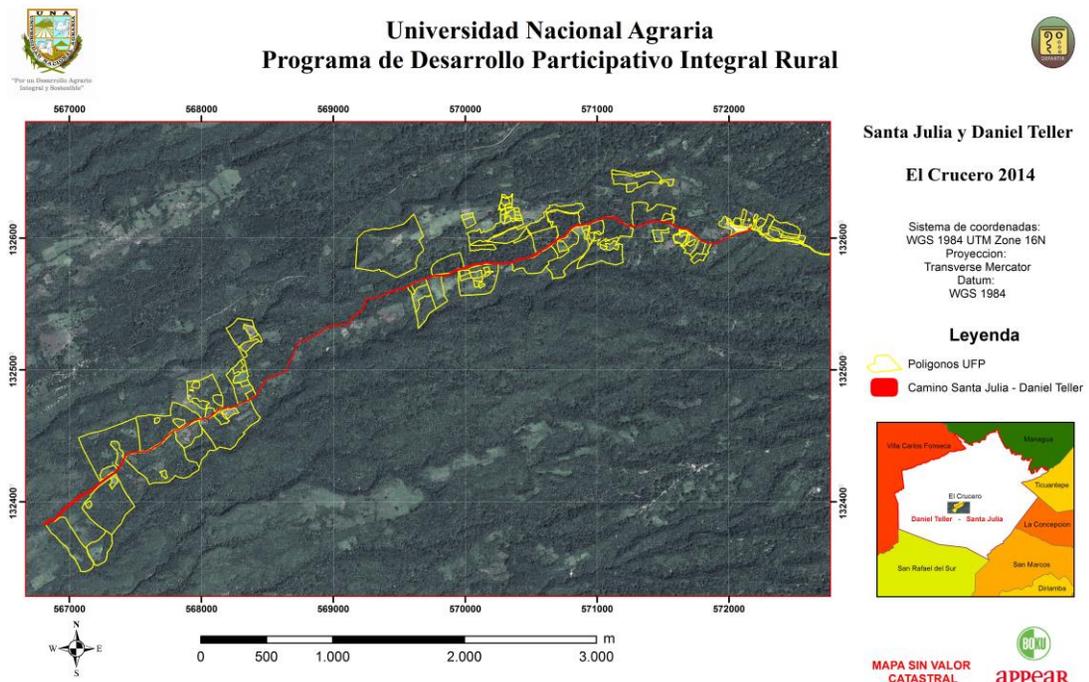


Figura 2. Localización de la comunidad de Santa Julia, El Crucero, Managua (DEPARTIR, 2014)

3.2. Condiciones climáticas y ubicación del área de estudio

El municipio de El Crucero, se encuentra ubicado al Sur de Managua, presenta condiciones climatológicas y ambientales favorables para los pobladores. En algunos meses de la época de verano, principalmente en los meses de enero y febrero ocurren altas precipitaciones. Durante los meses lluviosos, prevalece una intensa neblina que cubre la mayor parte del casco urbano del mismo. En las comunidades de Santa Julia, el clima en el día es muy caluroso, sin embargo en las noches y madrugada las temperaturas bajan, y son acompañadas por fuertes ráfagas de viento (INIFOM, 2013).

El municipio El Crucero tiene una altitud de 945 msnm, lo que hace un lugar con un clima agradable, con una variación de temperatura promedio de 22 °C a 28 °C, siendo éste uno de los pocos lugares de la costa del Pacífico en poseer estas temperaturas.

Frecuentemente se tienen altas precipitaciones en épocas de verano, principalmente en los meses de enero y febrero. Se observan dos estaciones bien diferenciadas: la estación lluviosa que inicia entre los meses de mayo y finaliza en diciembre o enero y el verano que inicia a finales de enero y concluye en abril. Por su posición geográfica el municipio ofrece condiciones climatológicas y ambientales favorables para el hábitat humano.

3.3. Metodología utilizada

Como parte del trabajo realizado, con los miembros de la comunidad rural, en el marco de las actividades académicas desarrolladas por el DEPARTIR (Programa para el Desarrollo Participativo Integral Rural), está el muestreo y análisis de suelo. El levantamiento de las muestras se llevó a efecto en las comunidades de Santa Julia, El Crucero, Managua.

Se seleccionaron muestras en un total de 17 unidades productivas, en tres cultivos de importancia en la comunidad (café, maíz y frijol). Para el levantamiento de información mediante entrevistas al momento de visitar las unidades productivas en cada comunidad. El trabajo se llevó a cabo en tres fases o etapas, dos de ellas en campo y una tercera en el laboratorio, las cuales se describen a continuación:

Primera etapa (Fase 1): Esta fase inicio en enero, 2014 en donde se definieron las Unidades productivas, se seleccionó un máximo de 17 unidades productivas que cultivaban granos básicos y café, las muestras compuestas estuvieron conformadas por 20 submuestras que fueron representativas para el lote a ser estudiado. En el levantamiento de las muestras se empleó la metodología de zig-zag esta actividad se llevó a cabo en conjunto con los agricultores.

De igual manera se realizaron visitas a la Alcaldía de El Crucero en busca de información referente a la comunidad, sitios de internet y cualquier otra información que conlleve a comprender los sistemas sociales y productivos de la zona de estudio.

Segunda etapa (Fase 2): En esta fase se procesó la información socioeconómica de los agricultores referentes a la edad, composición familiar, nivel educativo, cultivos establecidos, para ello se aplicó una pequeña encuesta y se procedió al levantamiento de las muestras de suelo en campo.

Materiales a utilizar: bolsas plásticas, ficha de muestreo, barreno edafológico, machete, GPS, cámara fotográfica, y ficha de levantamiento de datos productivos

Tercera etapa (Fase 3): Esta fase finalizó en mayo del 2014, las muestras fueron trasladadas al laboratorio de suelo y agua de la Universidad Nacional Agraria, en donde se procedió a la preparación y análisis. Para determinar fósforo, se aplicó el método de Olsen, empleando un espectrofotómetro de luz ultravioleta a una intensidad de onda de luz de 880 nanómetros, así mismo en la determinación del contenido de materia orgánica se realizó por medio de titulación con sulfato ferroso (FeSO_4).

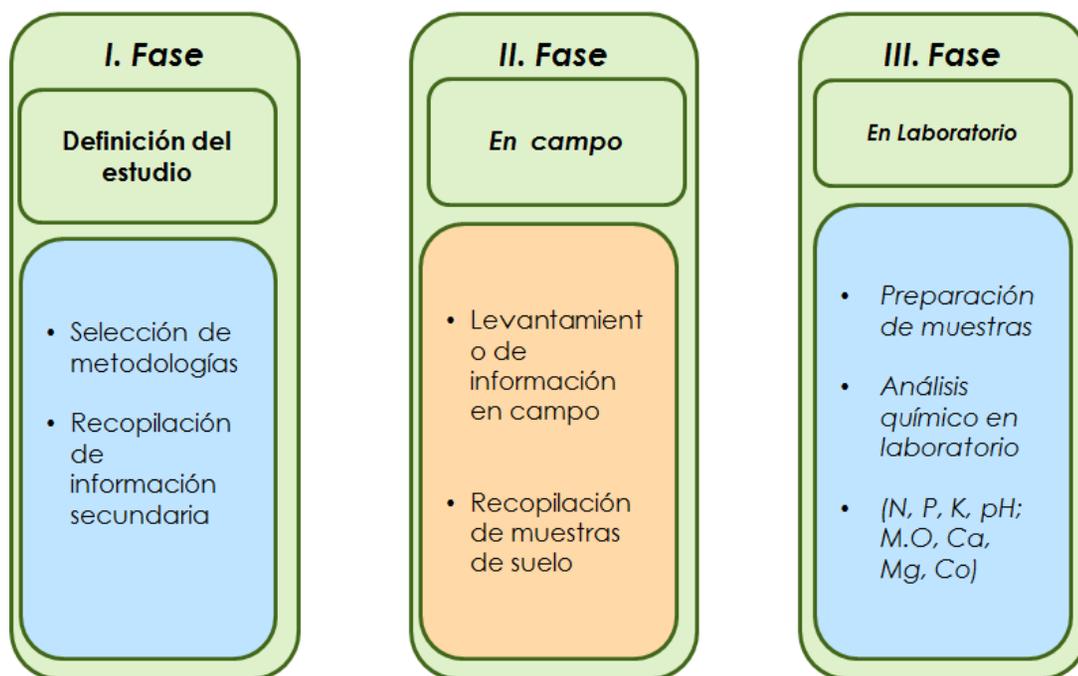


Figura 3. Esquema de desarrollo del estudio de los sistemas productivos en la comunidad Santa Julia, El Crucero, Managua, (2014).

3.4. Variables evaluadas

Características químicas: Se realizó el análisis de macronutrientes (N, P, K) y pH, análisis de calcio y magnesio, en las instalaciones del laboratorio de suelo y agua de la Universidad Nacional Agraria (LABSA-UNA).

Nitrógeno y Carbono Orgánico: Se calculó por aproximación basada en el contenido de materia orgánica presente en el suelo, para ello se empleó el método de titulación con sulfato ferroso.

Potasio, magnesio y calcio: Se utilizó un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer (Analysis 200), la preparación de la muestra (2.5 g de suelo), empleando el método de acetato de amonio. En el caso del magnesio se empleó onda de luz correspondiente para determinar este elemento, con una energía a una intensidad de luz de 53 nanómetros y para calcio fue programado a una energía de intensidad de luz de 66 nanómetros.

Fósforo: Se implementó el método de Olsen, el análisis se realizó en un espectrofotómetro de luz ultravioleta, a una intensidad de luz de 880 nanómetros.

3.5. Metodología de análisis de datos

Para el manejo de los muestreos de suelo se agruparon por unidades productivas y se compararon entre los diferentes cultivos, relacionándolos con las variables químicas. Los datos se sometieron a un análisis de correlación de Spearman, estadísticos descriptivos. Análisis de Varianza (ANDEVA), separaciones de media (DMS) y análisis multivariado apropiados. El Modelo Estadístico Lineal propuesto es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \alpha_j + \varepsilon_{ij}$$

en donde

Y_{ij}	<i>Corresponde a la observación de la observación</i>
μ	<i>Es la constante que refleja la media poblacional.</i>
τ_i	<i>Corresponde al efecto del i-cultivo muestreado</i>
α_j	<i>Es el efecto del j-ésimo repetición</i>
ε_{ij}	<i>Representa la variación no conocida en el experimento</i>

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Distribución de las áreas y cultivos en la Comunidad

Si bien se ha dado mucha importancia a la forma y tamaño de la parcela, de igual manera su importancia en la distribución. Dauber (1995), recomienda que se distribuyan sistemáticamente en la superficie por inventariar en líneas de levantamiento paralelas y equidistantes (generalmente en dirección este-oeste o norte-sur). De esta manera los sitios centrales de las unidades estarán distribuidos en forma de cuadrícula.

El 36% de los casos correspondieron a pequeñas unidades de producción menores a 5 ha, el 24% entre 6-10 ha y 34% de los agricultores entre 11-15 ha, sobresaliendo cultivo el café y maíz; sin embargo, los incrementos de área y rendimientos obtenidos fueron muy bajos en comparación a la media nacional (Cuadro 1). Estos resultados son muy similares a los reportados por Montesinos (2008) y Benavides *et al.*, (2014).

Cuadro 1. Unidades de producción y su incremento en área. Santa Julia, El Crucero, Managua

Cultivos	Tamaño de la finca (ha)				Incremento en área cultivada (ha)	Rendimientos (kg ha ⁻¹)
	0.6-5	6-10	11-15	16		
Maíz	12	6	0	0	5.26	682-1591
Frijol	6	6	12	6	10.53	364-455
Café	18	12	22	0	5.26	1119-1503*
Total	36	24	34	6	21.05	--

*Grano pergamino

En la Figura 4, se observa que el 41.17 % de los agricultores poseen áreas entre 10 y 15 hectáreas con mayor frecuencia (7 casos). Por otro lado, 47.06 % (8 casos) tienen áreas inferiores a las 5 hectáreas, y el 5.88 % (1 caso) poseen áreas mayores a las 15 hectáreas, esto confirma que en las comunidades rurales la mayor parte de las unidades productivas pertenecen a pequeños agricultores, siendo el café el rubro de mayor importancia 52.94 % (9 casos), distribuidos en unidades productivas menores a las 15 hectáreas, seguido por el rubro frijol en un 29.41 % (5 casos) y en menor porcentaje el maíz 17.64 % (3 casos).

Estos resultados son muy similares a los reportados por Montesinos (2008), en estudio realizado en la Comunidad de El Castillito, Las Sabanas, Madriz, y resultados encontrados por el Benavides *et al.*, (2010; 2011 y 2012) en Apacunca, Chinandega y El Crucero, Managua.

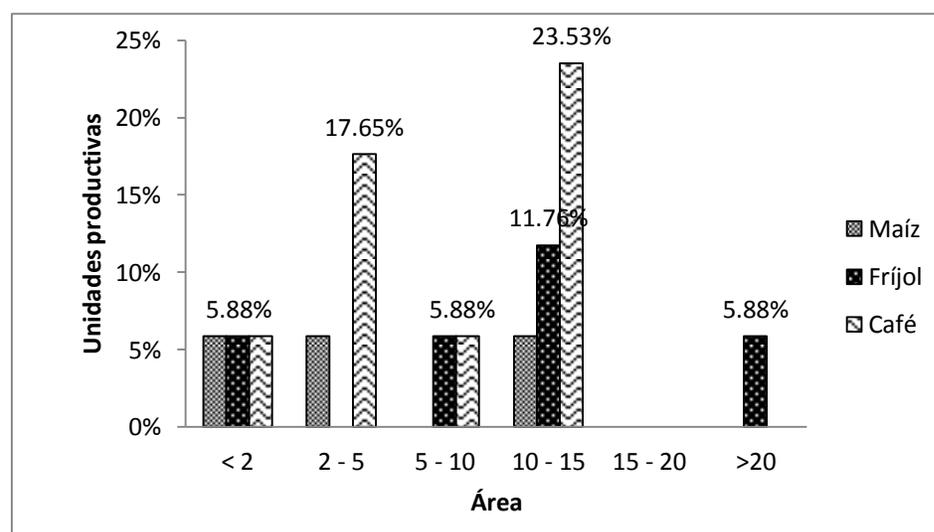


Figura 4. Distribución de las áreas estudiadas en los diferentes cultivos evaluados.

4.2. Tipos de productos aplicados

Según Bertsch (1987), Los fertilizantes orgánicos contienen variados contenidos de nutrientes, en bajas concentraciones, estos necesitan mucha mano de obra en su elaboración, manejo y aplicación. En las unidades productivas bajo estudio se encontró que 41.17 % (7 casos), utilizan fertilizantes orgánicos principalmente para los cultivos de café y maíz. La fertilización química es empleada en menores porcentajes 23.53 % (4 casos) en el cultivo de frijol y café, los agricultores aplican pesticidas en un 23.53 % (4 casos), en los tres cultivos evaluados, en mayor cantidad para el rubro frijol, producto de la afectación de insectos transmisores de virus como la mosca blanca. Benavides *et al.*, (2010), reporta que la utilización de fertilizantes orgánicos en los sistemas es una alternativa viable en los pequeños sistemas productivos esto conlleva a aprovechar los recursos endógenos de la finca (Figura 5).

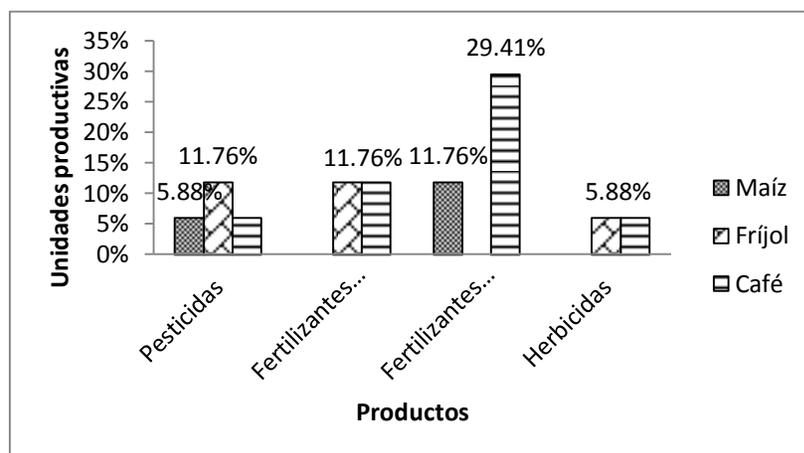


Figura 5. Distribución de los cultivos y el número de unidades productivas con relación a los tipos de productos aplicados en las labores agronómicas

4.3. Distribución de las unidades productivas de acuerdo al rubro establecido

En lo referente al aumento de la frontera agrícola se preguntó a los agricultores si en los últimos cinco años habían incrementado sus áreas de siembra en los diferentes cultivos estudiados. Los cultivos que presentaron mayor incremento fue el café (2 casos) y frijol (2 casos), esto debido a la demanda de estos productos en el mercado nacional e internacional.

Es importante señalar que dentro de la dinámica de desarrollo de la caficultura del municipio, hay áreas de cafetales que actualmente se encuentran en abandono o que han sido convertidas a otra actividad agropecuaria, lo cual se traduce en reducciones en los rendimientos por superficie cultivada. Benavides *et al.*, (2010), menciona que estos son catalogados como Agricultores de mediana escala con áreas entre 5-12 hectáreas, esta áreas en su mayoría están cubiertas por vegetación por las características topográficas del terreno (Figura 6).

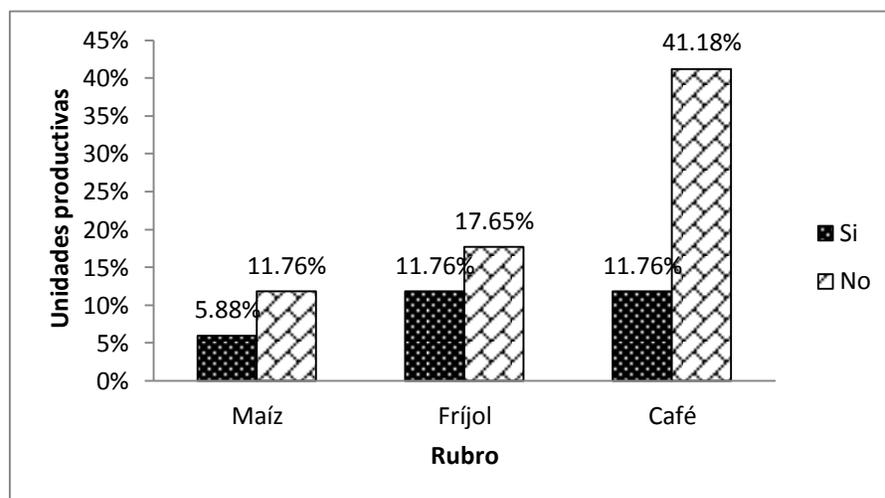


Figura 6. Distribución de los cultivos y aumento de las extensiones en las áreas cultivadas

4.4. Destino de las cosechas

La agricultura representa la principal actividad económica, la mayor parte de los agricultores se dedican a la producción de granos básicos y café, en donde el café ocupa el primer lugar en la comunidad, seguido por el frijol y maíz, entre los cultivos de menor importancia se encuentran los frutales, raíces, tubérculos y las musáceas, los que son destinados principalmente para mejorar la dieta de las familias, esta actividad es generalizada en toda la comunidad (Benavides *et al.*, 2010).

Debido a los bajos rendimientos encontrados en las comunidades estudiadas, la mayor parte de la producción está destinada al consumo familiar, principalmente en granos básicos y café, el excedente es vendido a intermediarios en el mercado de El Crucero (cabecera municipal), esto se debe al acceso de las comunidades a la carretera durante todo el año.

La UCA (2010) reporta que el 64.9 % de la población nicaragüense se dedica a esta actividad, destinando la producción principalmente para el consumo del hogar, vendiendo los excedentes para cubrir las necesidades básicas de las familias (Figura 7). Estudios realizados por Benavides *et al.*, (2010, 2011 y 2012), reportan resultados similares, estos autores expresan que en las comunidades rurales de Nicaragua la población destina la mayor parte de su producción para el consumo de la familia.

Según INEGI (1997), reporta que el tamaño de las unidades productivas en las comunidades rurales determina la capacidad de comercialización de sus productos al relacionar su tamaño con el grado de autoconsumo.

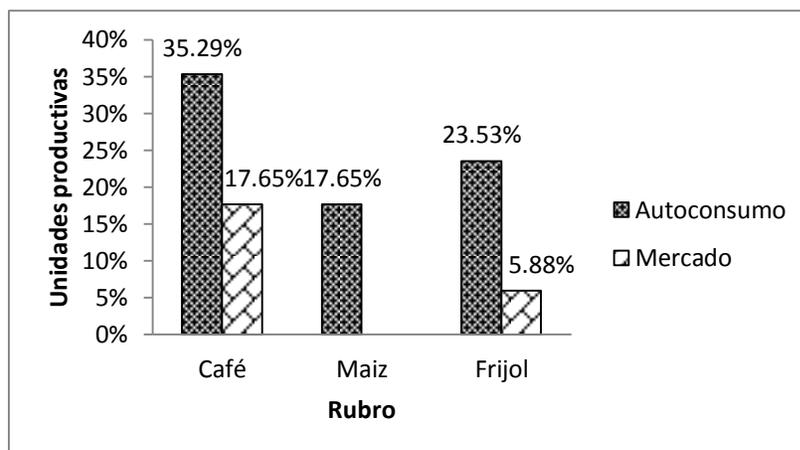


Figura 7. Destino de la producción por parte de los comunitarios en Santa Julia, El Crucero, Managua

4.5. Uso práctico de la ganadería

La producción en pequeña escalas constituye una alternativa para incrementar el nivel de vida de las familias rurales, a nivel nacional el 28.7 % está dedicada a la crianza de ganado menor (patos, gallinas, chompipes, cerdos y pelibuey). Lampkin (1998) manifiesta que la producción agrícola y ganadera, se han desarrollado en los pequeños y medianos sistemas productivos.

Al analizar el asocio de la ganadería con la actividad agrícola en la comunidad de Santa Julia, constituye una forma de seguridad alimentaria de las 17 unidades productivas, el 47.05 % de las unidades productivas asocian la agricultura con la ganadería (8 casos), principalmente en las unidades productivas que cultivan maíz (17.65 %) y frijol (23.53 %). Doorman (1991), indica que la cría de animales en comunidades pobres constituye un importante medio para la seguridad alimentaria. El 70 % de la población rural pobre del mundo depende de la ganadería mayor y menor, como componente de sus actividades económicas.

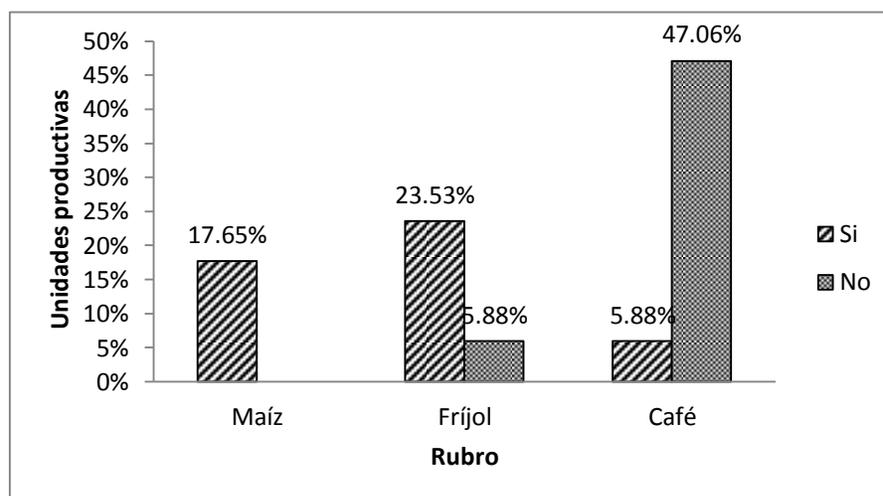


Figura 8. Asocio de la ganadería a la agricultura en las unidades productivas de acuerdo al tipo de rubro establecido

4.6. Uso de obras de conservación de suelo

Las obras de conservación de suelo están encaminadas al cuidado del medio ambiente al tener un impacto positivo y duradero en el tiempo, y obtener mejores resultados en los rendimientos en los sistemas rural que depende en mayor proporción de las actividades agrícolas. Algunos de los factores inciden en la implementación de estas prácticas son; conocimiento, disponibilidad de material, recursos humanos y el tiempo necesario para trabajar y realizar dichas actividades en las unidades productivas.

Según PASOLAC (2000), las obras de conservación de suelos se pueden definir como: actividades a escala local que mantienen o aumentan la capacidad productiva de los suelos en áreas susceptibles por medio de la prevención o disminución de la erosión, según las condiciones agroclimáticas y topográficas donde se implemente la tecnología.

En la comunidad de Santa Julia, los agricultores utilizan principalmente cubas de infiltración para reducir las corrientes superficiales e infiltrar con mayor rapidez el agua proveniente de la lluvia, el 41.18 % de las unidades productivas (7 casos), realizan estas prácticas principalmente, en el rubro de café, seguido de maíz y frijol, de igual manera el uso de barreras muertas es otra práctica realizada por los agricultores 11.76 % (2 casos), esto debido a la poca disponibilidad de materiales. Del total de unidades productivas evaluadas el 47.06 % (8 casos), no realizan ningún tipo de obra de conservación de suelo (Figura 9).

Sánchez *et al.*, (2009), la capacitación que reciben los agricultores para conocer el funcionamiento e importancia de las diferentes prácticas permite una mayor familiarización de ellos con las obras, estas actividades deben orientarse al funcionamiento y mejoramiento de las condiciones del recurso suelo.

Franzluebbbers *et al.*, (1996), indica que el manejo al cual es sometido el área de siembra determina el contenido de fertilidad, así mismo expresa que los residuos de cosecha favorecen el contenido de humedad y protegen la microfauna.

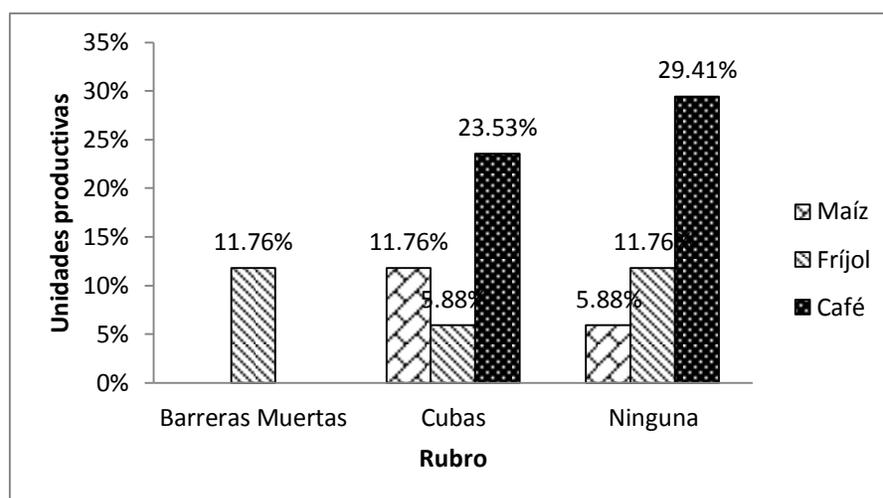


Figura 9. Prácticas de conservación de suelos implementados en la comunidad de Santa Julia

4.7. Labranza implantada en la preparación del terreno

La labranza convencional (empleando maquinaria agrícola), permite conservar por mayor tiempo la humedad en el suelo, al romper los micro poros de la capa arable, está actúa como una capa aislante que impide los cambios bruscos de temperatura que ocasionan las pérdidas de humedad de las capas inferiores (FAO, 1999). En la comunidad de Santa Julia las áreas de los cultivos son establecidas en terrenos con pendientes de diferentes porcentajes de inclinación y con diferentes coberturas vegetales.

Se encontró que 58.82% (10 casos) de los agricultores en sus áreas productivas, emplean labranza primaria utilizando la tracción animal, en los cultivos de café, frijol y en menor grado maíz, seguido por cero labranza 29.41% (5 casos), y labranza mínima 11.76%. FAO (1999), menciona que la tracción animal es una de las fuentes energéticas fundamentales en la agricultura. Estimando que en los países en desarrollo la fuerza humana cubre el 71% de los recursos energéticos, la fuerza animal el 23% y la fuerza motorizada solamente el 6% (Figura 10).

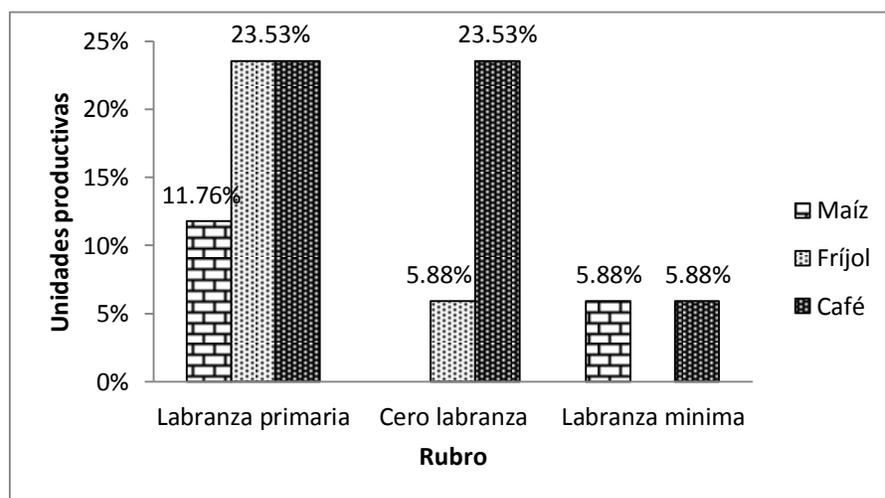


Figura 10. Tipo de labranza implantada por los agricultores de la comunidad de Santa Julia

4.8. Análisis nutricional de los suelos establecidos con Café

La fertilización se hace con el objeto de mantener niveles adecuados de nutrientes que el suelo no suministra a la planta en las cantidades que lo demanda para su buen crecimiento, producción y calidad de la cosecha. La nutrición del café es uno de los factores que más influye en sus rendimientos. En el manejo de plantaciones, la fertilización química constituye el mayor componente del costo de producción (30-40 %). Por consiguiente, es una necesidad conocer aspectos relacionados a la fertilidad del suelo, la nutrición del café y las herramientas para estructurar un buen plan de nutrición y hacer uso racional de los fertilizantes.

Todos estos elementos tienen carácter de esencialidad. La carencia de uno sólo de ellos limita el desarrollo normal de la planta. En general, las deficiencias pueden observarse en cualquier época del año; sin embargo, durante el verano pueden manifestarse en mayor grado por las limitantes climáticas, sin obviar que los casos de deficiencias incipientes están presentes en cualquier época del año y su manifestación no es visible; pero pueden ser detectadas a través del análisis foliar y corregidas de manera oportuna.

Uno de los aspectos muy importante en los rendimientos del café es el mantenimiento de la fertilidad del suelo a través del reciclaje de nutrientes y mantenimiento de la materia orgánica, por medio de la producción y descomposición de la hojarasca y de los residuos de podas (Bolaños, 2001; citado por Gómez y Guerrero, 2007).

El manejo de una plantación de café requiere un conocimiento coherente de las técnicas de fertilización y de los productos a emplear, los factores como la profundidad, pH, contenido de materia orgánica y fertilidad del suelo son aspectos que están directamente relacionados con el rendimiento del café producido (Santoyo *et al.*, 1996).

Actualmente se consideran cerca de 21 elementos minerales como esenciales o benéficos para el crecimiento óptimo de las plantas. Una parte de estos elementos los adquiere naturalmente la planta a partir del aire y el agua, otra parte es suministrada por el suelo o artificialmente a través de las prácticas de fertilización.

En el cuadro 2, se observa que existen diferencias estadísticas entre las unidades productivas evaluadas para este rubro, sobresaliendo la unidad productiva con código 0026, 0041 y 0066, las concentraciones de Magnesio y potasio del suelo en los primeros 30 cm ($P > 0.001$), en el caso del calcio, carbono orgánico, materia orgánica, nitrógeno y fósforo, no se encontraron diferencias significativas entre las unidades productivas evaluadas. Estudios realizados por Halley (1992), menciona que el magnesio se pierde con facilidad en el suelo producto de la lixiviación por excesos de las precipitaciones, cuando estas exceden la evapotranspiración, el desplazamiento del agua elimina cationes del complejo intercambiable del suelo.

El potasio es demandado por la planta en grandes cantidades, al ser este un catión abundante en los jugos vasculares. Se encuentra en su totalidad en forma iónica y móvil dentro de los tejidos vegetales (Véctor, 1999). En la agricultura intensiva el aporte de Potasio de los suelos no siempre es suficiente para satisfacer la demanda de los cultivos. Aun cuando el contenido de este supere el 4 % o más disponible en el suelo (Mutscher, 1997).

En cuanto al contenido de potasio en el suelo INMECAFÉ-NESTLE (1990), menciona que intervalos de 0.27 a 0.38 cmol Kg^{-1} son aptos para el café. Por otro lado, Rena *et al.*, (1986), sugiere intervalos de 0.16 a 0.22 cmol Kg^{-1} por lo que los resultados encontrados en este estudio son considerados como niveles adecuados para este cultivo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Significación estadística en los diferentes elementos minerales evaluados en el rubro de café en la comunidad de Santa Julia, El Crucero, Managua

Cod. Fincas	Mg	K meq/100g	Ca	C.O	M.O %	N	P Ppm
0026	4.21 a	1.22 abcd	19.30 a	4.16 a	7.17 a	0.36 a	11.04a
0041	3.57 ab	2.17 abc	15.96 a	2.59 a	4.46 a	0.22 a	1.09 a
0066	3.50 ab	0.10 d	20.99 a	2.98 a	5.13 a	0.25 a	0.93 a
0006	3.30 bc	2.65 a	18.00 a	1.72 a	2.96 a	0.15 a	0.00 a
0011	3.29 bc	0.48 cd	19.57 a	2.44 a	4.20 a	0.21 a	0.04 a
0054	3.15 bc	2.40 a	17.72 a	2.48 a	4.28 a	0.21 a	0.00 a
0021	3.15 bc	0.01 d	21.17 a	3.69 a	6.32 a	0.32 a	5.40 a
0001	3.13 bc	0.03 d	21.85 a	2.10 a	3.63 a	0.18 a	17.9 a
0016	3.12 bc	2.29 ab	18.49 a	3.36 a	5.80 a	0.29 a	0.00 a
0061	3.10 bc	0.12 d	17.21 a	3.46 a	5.96 a	0.30 a	0.00 a
0007	2.84 bc	0.22 d	16.84 a	3.00 a	5.18 a	0.26 a	7.53 a
0005	2.82 bc	0.61 bcd	19.07 a	3.68 a	6.34 a	0.32 a	0.00 a
0036	2.70 bc	0.10 d	15.78 a	2.99 a	5.16 a	0.26 a	8.06 a
0035	2.49 c	1.21 abcd	18.31 a	1.30 a	2.25 a	0.11 a	0.00 a
Media	3.17	0.97	18.592	2.853	4.918	0.245	3.719
C.V (%)	3.98	19.14	13.39	45.97	45.97	45.97	45.45
Pr	0.001	0.001	0.054	0.220	0.270	0.250	0.060

**Promedio con letra en común no difieren estadísticamente ($\alpha=0.05$)

En lo referente al contenido de materia orgánica se obtuvo como promedio en todas las unidades productivas 4.91 %. Estudios realizados por Carvajal (1984), indican que un suelo ideal para el cultivo del café debe contener alrededor del 5 % de materia orgánica, es por ello que INMECAFÉ-NESTLE (1990), recomienda que en suelos con porcentajes menores al 7 % de materia orgánica se debe realizar fertilizaciones completas, por lo que los resultados encontrados en este estudio son inferiores a los recomendados por los autores antes mencionado.

4.9. Análisis nutricional de los suelos establecidos con frijol

En el Cuadro 3, se observa que existen diferencias estadísticas entre las unidades productivas evaluadas para este rubro, sobresaliendo en cuanto al nivel de acidez la unidad productiva con código 0006, 0061, 0048 y 0046, en cuanto a las concentraciones de potasio del suelo en los primeros 30 cm ($P > 0.001$), mostraron mayor disponibilidad las unidades productivas 0041, 0011, 0047, y 0061, en el caso del calcio, carbono orgánico, materia orgánica, nitrógeno y fósforo, no se encontró diferencias significativas entre las unidades productivas evaluadas.

Según Bastidas (2000), indica que suelos con pendientes mayores al 25 %, son ácidos a neutro, mostrando altos contenidos de materia orgánica. Sánchez *et al.*, (2006), los suelos con pendientes del 20 al 50 % ubicados en laderas variaron en cuanto al uso ya sea con fines forestales, agrícolas y ganaderos. Singer y Munns (1999; citado por Bastidas (2000), reporta que el nivel de acidez del suelo está relacionado con el manejo, ya que algunos agricultores realizan quemas en sus parcelas incorporando cenizas y la vegetación circundante al área de cultivo influyó en los niveles de acidez del suelo, principalmente en aquellos sistemas manejados por pequeños agricultores (Cuadro 3).

Cuadro 3. Significación estadística en los diferentes elementos minerales evaluados en el rubro de frijol en la comunidad de Santa Julia, El Crucero, Managua

Cód. finca	pH	Mg	K meq/100g	Ca	C.O	M.O %	N	P Ppm
0006	5.45 a	2.57 a	0.41 bc	19.55 a	3.70 a	6.38 a	0.32 a	0.00 a
0061	5.40 ab	4.31 a	1.02 abc	28.83 a	1.83 a	3.17 a	0.15 a	0.77 a
0048	5.28 abc	2.57 a	0.09 c	16.13 a	3.28 a	5.67 a	0.28 a	6.45 a
0046	5.28 abc	3.27 a	0.66 bc	16.59 a	1.40 a	2.41 a	0.12 a	0.00 a
0049	5.10 bcd	2.50 a	0.01 c	16.29 a	2.54 a	4.39 a	0.21 a	0.00 a
0047	5.06 cde	2.81 a	1.26 abc	15.19 a	4.00 a	6.91 a	0.34 a	0.00 a
0023	4.99 cde	3.17 a	1.43 abc	15.94 a	3.86 a	6.66 a	0.33 a	0.00 a
0011	4.90 de	3.50 a	2.32 ab	14.37 a	2.45 a	4.23 a	0.21 a	0.00 a
0041	4.82 def	4.02 a	2.97 a	16.55 a	3.14 a	5.42 a	0.27 a	1.16 a
0035	4.76 ef	3.04 a	0.09 c	13.13 a	4.24 a	5.58 a	0.27 a	0.00 a
0007	4.54 f	3.28 a	0.07 c	16.64 a	3.24 a	5.58 a	0.27 a	2.35 a
Media	5.05	3.20	0.94	17.26	2.94	5.07	0.25	1.01
C.V (%)	2.086	28.78	71.36	38.53	35.01	35.01	34.99	50.05
Pr	0.001	0.34	0.001	0.41	0.31	0.14	0.14	0.07

***Promedio con letra en común no difieren estadísticamente ($\alpha= 0.05$)*

4.10. Análisis nutricional de los suelos establecidos con maíz

Se observó que existen diferencias estadísticas entre las unidades productivas evaluadas para este rubro, sobresaliendo las unidades productivas con código 0023, 0028 y 0035, en cuanto a las concentraciones de magnesio del suelo en los primeros 30 cm ($Pr > .001$), al analizar los demás elementos (calcio, carbono orgánico, materia orgánica, nitrógeno y fósforo), no se encontró diferencias significativas entre las unidades productivas evaluadas (Cuadro 4).

Los suelos ácidos se caracterizan además de su frecuente toxicidad, por aluminio y manganeso, por deficiencias de calcio, magnesio, fósforo y molibdeno. Sin embargo, el máximo daño en los suelos ácidos de los trópicos ocurre por la toxicidad de aluminio, la cual interfiere con diversos procesos esenciales para el buen desarrollo radicular.

Estudios realizado por Sánchez *et al.*, (2006), menciona que el magnesio se encuentra presente en las rocas madres de algunos suelos para lo que algunas parcelas pueden contener cantidades muy altas; los contenidos totales de este elemento se encuentran con mayor disponibilidad para la planta en la solución del suelo, el cual es absorbido bien por las partículas minerales arcillosa o por la materia orgánica presente en el mismo.

De acuerdo a Bertsch (1987), citado por Sánchez *et al.*, (2006), los valores de magnesio expresado en un análisis de suelo corresponde a la cantidad total de nutrientes que está disponible a las plantas, el absorbido a la superficie coloidal, y el que está en solución. Este autor reporta que valores promedios de 1 a 10 cmol/L, son considerados óptimos.

Según Stallings (1962), considera que la pérdida de los nutrientes del suelo y su baja disponibilidad está relacionada con la cubierta vegetal, ya que modifica las propiedades del suelo.

Cuadro 4. Significación estadística en los diferentes elementos minerales evaluados en el rubro de Maíz en la comunidad de Santa Julia, El Crucero, Managua

Cód. finca	Mg	Ca	C.O	M.O	N
	meq/100g			%	
0023	4.13 a	16.94 a	3.45 a	5.94 a	0.29 a
0028	3.99 ab	15.74 a	1.53 a	2.64 a	0.13 a
0035	3.78 ab	13.98 a	3.82 a	6.60 a	0.33 a
0041	3.30 bc	16.91 a	3.10 a	5.36 a	0.26 a
0049	2.98 cd	16.41 a	3.99 a	6.88 a	0.34 a
0047	2.96 cd	19.04 a	2.20 a	3.80 a	0.19 a
0066	2.93 cd	18.79 a	1.57 a	2.71 a	0.13 a
0007	2.59 d	15.85 a	2.13 a	3.67 a	0.18 a
Media	3.33	16.71	2.72	4.70	0.23
C.V (%)	7.23	11.76	37.26	37.26	37.25
Pr	0.001	0.15	0.06	0.06	0.06

***Promedio con letra en común no difieren estadísticamente ($\alpha= 0.05$)*

4.11. Correlaciones de variables evaluadas

La correlación determina el grado de asociación que existe entre dos variables. La correlación se mide mediante el coeficiente R, y el valor está entre 0 y ± 1 , entre más cercano es a ± 1 , la relación es mayor (Hidalgo, 2003). Cuando se selecciona un determinado carácter, éste incluirá a los demás que están relacionados con dicha variable.

El presente estudio determinó que en general, existe una alta correlación entre variables evaluadas. Las prácticas agrícolas tienen una relación negativa con el sexo ($r=-0.61$, $p=0.01$), lo que significa que independiente del sexo de las personas, están realizando prácticas en sus unidades productivas; de igual forma, se obtuvo una alta correlación entre el contenido de calcio en el suelo y el uso de maquinaria agrícola siendo altamente significativo ($r=0.57$, $p=0.01$). Así mismo el destino de la producción, se relaciona inversamente con la preparación del suelo ($r=-0.66$; $p=0.01$).

De igual forma, la cantidad de materia orgánica, se relaciona con la cantidad de carbono orgánico presente en el suelo ($r=-0.99$; $p=0.01$), correlacionada con el contenido de nitrógeno donde la relación es altamente significativa ($r=0.93$, $p=0.01$). Para la relación de las prácticas agrícolas y los productos aplicados se encontró una correlación significativa ($r=0.59$, $p=0.01$) demostrando que entre mayor fue las labores realizadas al cultivo será mayor la cantidad de productos aplicados (agroquímicos) (Cuadro 5).

Lo que concierne a la relación áreas y productos aplicados se obtuvo una correlación significativa ($r=0.59$, $p=0.01$), y el uso de Labranza primaria fueron encontrados en las áreas de mayor tamaño. De igual manera, se observó una correlación significativa ($r=0.46$, $p=0.01$) entre el pH del suelo y las prácticas agrícolas realizadas en las unidades familiares productivas (Cuadro 5).

Cuadro 5. Matriz de correlación de algunas variables

	Sexo	Área	Práctica Agricultura	Producto aplicado	Asociación	Organizació n social	Dest_ Producción	Labranza Primaria	Acceso _Terreno	pH	C.O	M.O	P	Ca
Práctica Agricultura	-0.61	0.38												
Producto aplicado	-0.36	0.59	0.59											
Organización social	-0.29	-0.09	0.18	-0.26	-0.79									
Dest_ Producción	0.55	-0.29	-0.52	-0.31	0.20									
Labranza Primaria	-0.24	0.65	0.38	0.66	0.13	-0.17								
Prep_Suelo	-0.77	0.50	0.55	0.46	0.06	0.07	-0.66	0.31						
Mano de Obra	0.24	-0.09	-0.39	-0.66	-0.13	0.17	0.20	-0.43						
Acceso _Terreno	0.29	0.21	-0.49	-0.11	0.31	-0.19	0.26	-0.30						
pH	0.09	0.34	0.46	0.22	0.47	-0.26	0.05	0.27						
C.O	-0.09	-0.44	0.19	-0.29	-0.39	0.47	-0.19	-0.48	-0.57	0.05				
M.O	-0.16	-0.45	0.20	-0.30	-0.39	0.47	-0.21	-0.47	-0.57	0.07	0.99			
N	-0.08	-0.25	0.10	-0.22	-0.34	0.10	-0.28	-0.39	-0.43	0.06	0.93	0.95		
Ca	-0.05	0.62	-0.02	0.15	0.18	-0.24	0.11	0.57	0.13	0.47	-0.25	-0.27		
Mg	0.08	0.54	0.04	0.51	0.08	-0.24	0.08	0.55	0.17	0.16	-0.26	-0.07	-0.19	0.56
K	0.29	-0.48	-0.72	-0.45	-0.42	0.14	0.28	-0.44	0.27	-0.68	0.29	0.24	-0.57	-0.17

**La relación es significativa si $0.33 > r < 0.413$ con $\alpha = 0.05$ y altamente significativo si $r \geq 0.413$ con $\alpha = 0.01$

4.12. Relación de la altitud con respecto al contenido de materia orgánica en los cultivos evaluados

El análisis de correspondencia (ANARE), es una técnica de interdependencia que sirve para reducir dimensiones y conformar congregación, y su aplicación más directa es la de graficar una correspondencia de categorías de variables, en particular las nominales (Hair *et al.*, 2005; citado por Raimundini *et al.*, 2009). Al mismo tiempo es una técnica descriptiva de análisis multivariable de datos usada para la simplificación de datos que presentan dificultad para su descripción o comprensión. Es de útil aplicación en trabajos exploratorios donde son pocas o inexistentes las hipótesis previas del comportamiento de la población, tanto en las vertientes correlaciones como experimentales.

Mediante el análisis de correspondencia con un 56% de variación determino que el rubro café se cultiva en altitudes mayores a los 600 msnm, en suelo con altos contenidos de materia orgánica (>4%). Las áreas cultivadas con frijol se encontraron en altitudes de 450 a 550 msnm en suelo con materia orgánica del 3 al 4%; sin embargo el cultivo del maíz no mostró una tendencia definida (Figura 11).

El contenido de materia orgánica ha sido estudiado en una gran cantidad de suelos en el mundo y su mayor o menor proporción ha sido atribuida a diferentes factores: precipitación, temperatura, humedad relativa, contenido de arcilla, factor biótico, altitud (asociada con la disminución de la temperatura), material parental, etc. Los contenidos de materia orgánica aumentan con la altitud, mientras que en cuencas pequeñas, no se observan aumentos definidos de materia orgánica (Guido *et al.*, 2000).

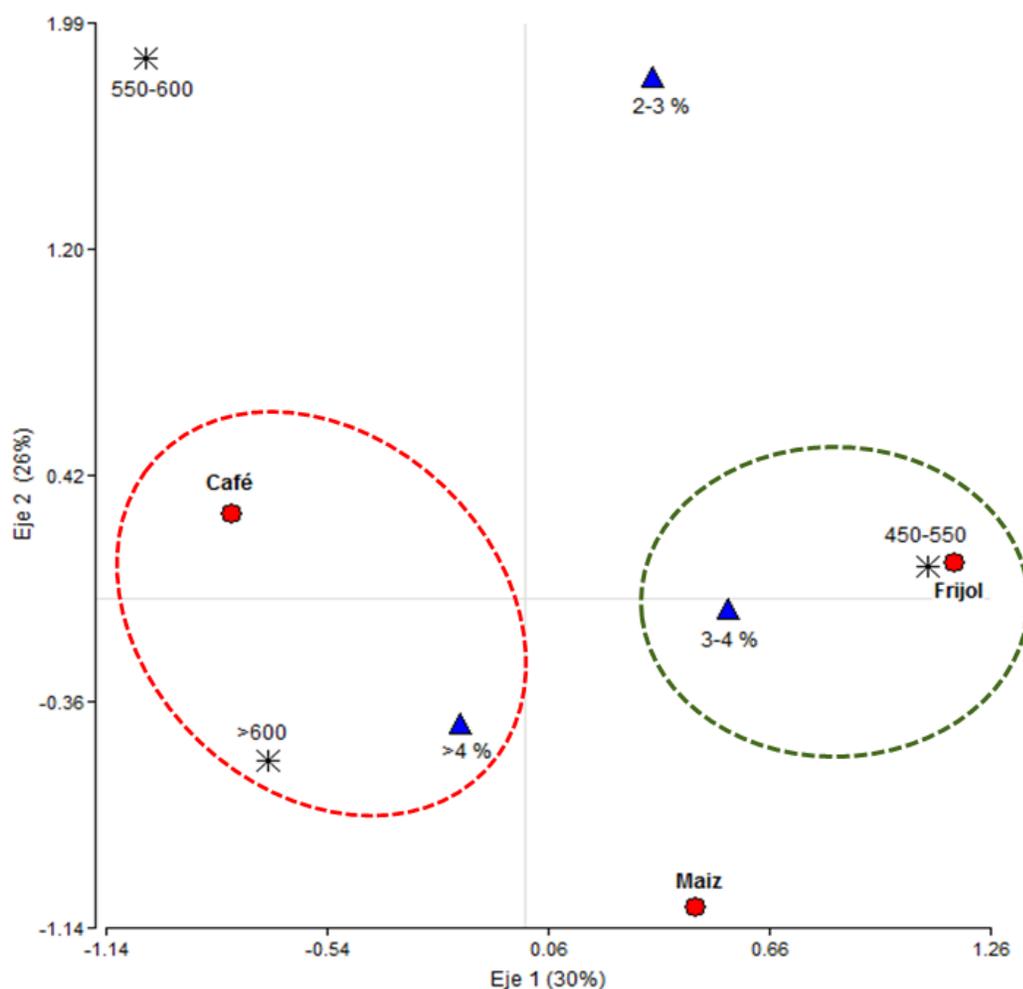


Figura 11. Relación de la altitud con los diferentes cultivos evaluados de acuerdo al contenido de materia orgánica

En la comunidad de Santa Julia las unidades productivas bajo estudio presentaron diversos rangos de materia orgánica (Figura 12) en las diferentes altitudes, el cultivo del café, y Maíz los niveles de materia orgánica fueron altos y estos cultivos se encontraron a altitud mayores a los 550 msnm. Sánchez *et al.*, (2005), encontró una variación en el contenido y composición de la materia orgánica de los suelos estudiados con respecto a la altitud. Asimismo indica que el contenido y la composición de la materia orgánica en los suelos, así como la actividad microbiológica, están influenciada por la altitud, la cual está asociada a diferencias en la vegetación, temperatura, humedad, precipitación y características de los suelos.

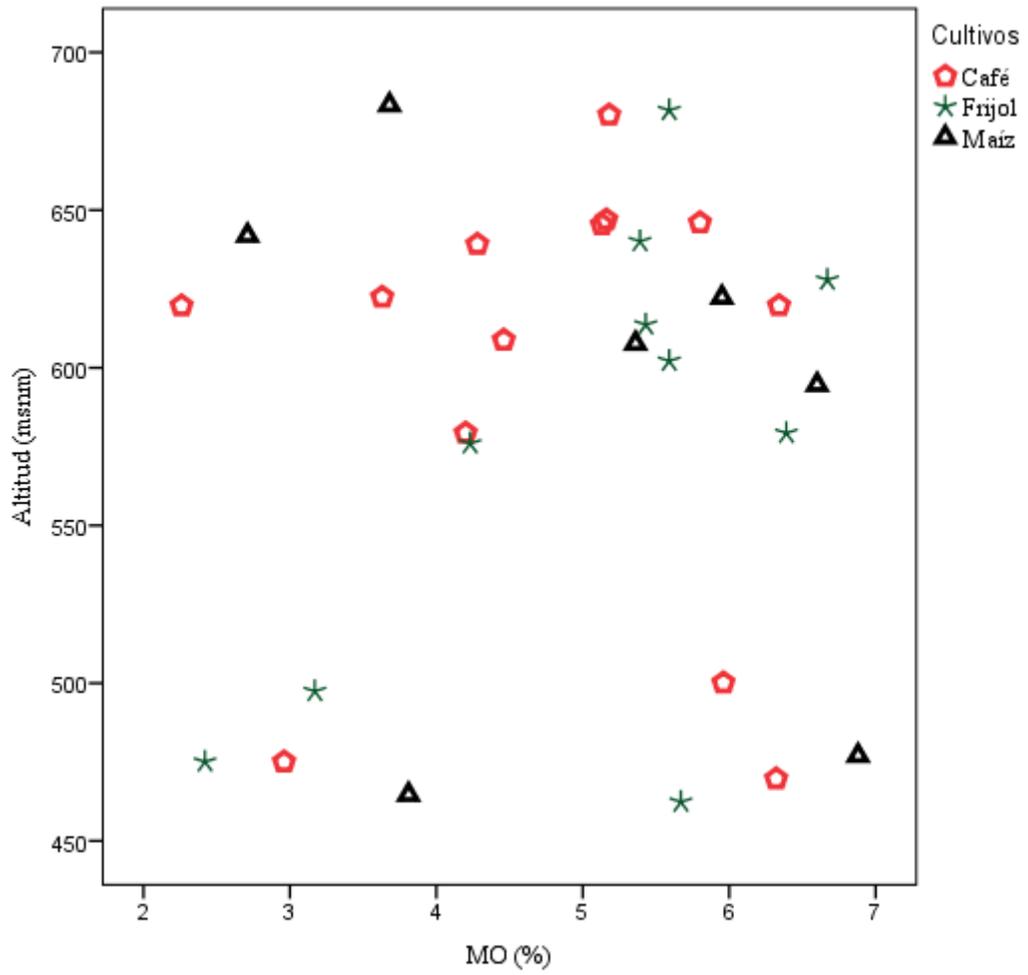


Figura 12. Relación de la altitud con los contenidos de Materia Orgánica en los cultivos de la comunidad Santa Julia, El Crucero

4.13. Aplicación del Sistema de Información Geográfica (SIG), en la representación de los niveles de nitrógeno, en los diferentes cultivos evaluado, de acuerdo a la altitud

Estudios realizados por Chamorro (1998), Muñoz (1999); citado por Sánchez *et al.*, (2006), determinan la importancia de determinar el comportamiento de la fertilidad de los suelos de acuerdo a la topografía de los mismos esta es una actividad de vital importancia.

Lambin *et al.*, (1999); citado por Sánchez *et al.*, (2006), indica que el SIG es importante en la representación del uso del suelo y su cubierta vegetal, así como su aprovechamiento para fines económicos, relacionando con las actividades socioeconómicas que se desarrollan en los sistemas productivos. Mediante esta herramienta se representan los cambios en el uso del suelo, biodiversidad y disponibilidad de elementos minerales (Figura 13).

La disponibilidad de N total en los diferentes cultivos en altitudes entre 628-683 msnm fue alta, principalmente para maíz y frijol. Sin embargo, el contenido de P fue bajo en las diferentes altitudes. En la mayoría de las unidades productivas, los agricultores realizaron aplicaciones de fertilizantes químicos (45 kg de Urea, 45 kg 15-15-15).

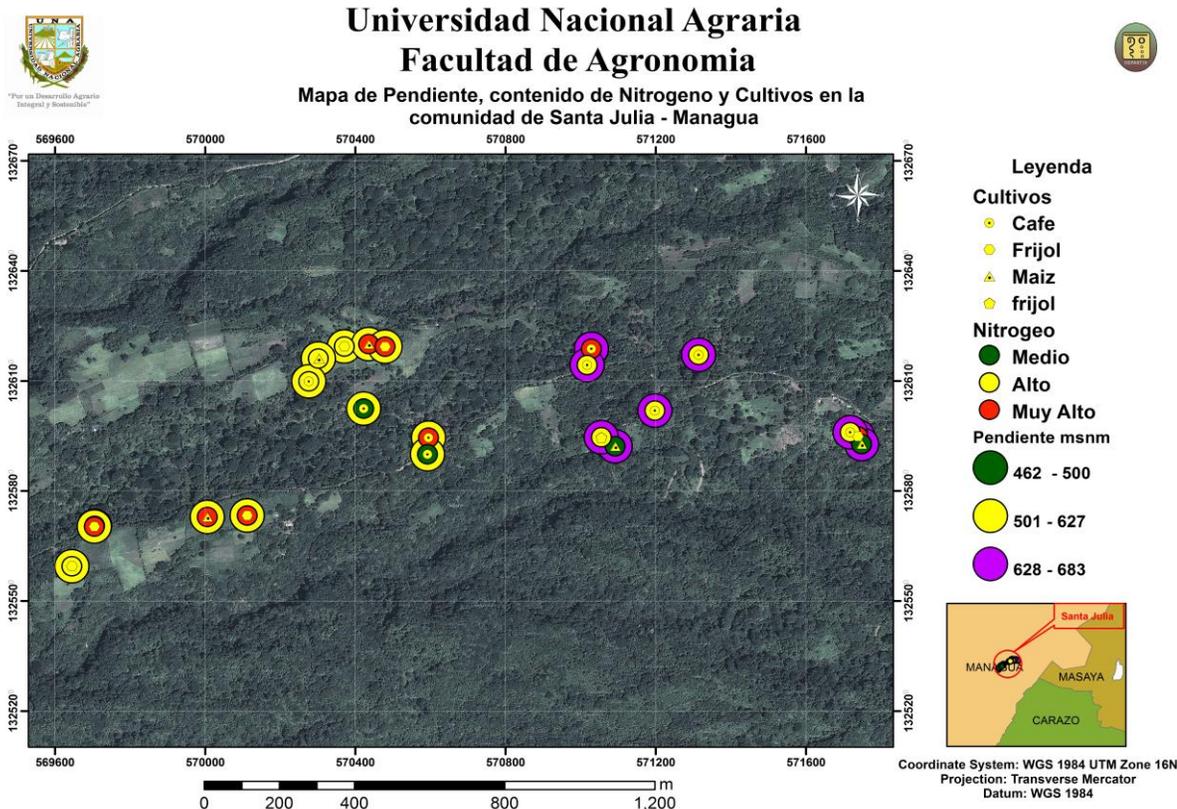


Figura 13. Representación de la disponibilidad de niveles de nitrógeno, en los cultivos estudiados, de acuerdo a la altitud

Al relacionar los niveles de N total, las altitudes entre 201-683 msnm mostraron baja disponibilidad en los cultivos (Figura 13), dicho elemento está en dependencia de las aportaciones de materia orgánica. Esta tendencia en el aumento del N total es evidente en aquellos sistemas donde existe un mayor aporte de biomasa; asimismo, el contenido de N total está en función de la cantidad de materia orgánica y grado de evolución (Luna *et al.*, 2012).

En cuanto al fósforo se determinó disponibilidad intermedia en altitudes entre 501-627 msnm y alta en altitudes de 628-683 msnm, principalmente en los cultivos de maíz y café. El contenido de potasio fue muy bajo en todas las unidades productivas y en los diferentes cultivos.

V. CONCLUSIONES

Las unidades productivas bajo estudio, presentaron dimensiones menores a las 15 hectáreas. El café es el rubro de mayor importancia. El maíz y frijol mostraron rendimientos bajos y fueron los más frecuentes y la producción es destinada al autoconsumo. Asimismo, en cuanto al uso del suelo se relacionó con el acceso al terreno y las condiciones topográficas de la comunidad

Los elementos químicos en las parcelas de maíz fueron homogéneos; y muy variante en el café, producto del manejo. Existieron variaciones en el contenido de magnesio y potasio. Asimismo, el contenido de nitrógeno total y materia orgánica estuvo relacionado con la altitud, hubo poca disponibilidad de fósforo y potasio; y alta en nitrógeno total y materia orgánica.

VI. RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a la importancia que representa el recurso suelo en las unidades familiares productivas es necesario continuar los estudios, para generar mayor información de la disponibilidad de los elementos minerales para los diferentes cultivos establecidos.
2. Profundizar en una propuesta de manejo en las unidades productivas dentro de la comunidad para reducir las pérdidas de suelo producto de la erosión ocasionada por las lluvias en los terrenos con pendientes pronunciadas.

VII. LITERATURA CITADA

- Bastidas, A. 2000. Diagnóstico de la fertilidad de los suelos en pendientes inferiores al 25%. Boconó, Estado de Trujillo, Geoenseñanza. 5:2 (229-246). Universidad de los Andes, Venezuela.
- Benavides G. A; Cisne, JD; Querol L, D. 2010. INFORME PRELIMINAR DPR: Rescate, conservación y manejo sostenible del teocintle de Nicaragua (*Zea nicaraguensis* Ittis & Benz) en la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (RRGAA). Managua, NI. 96 p.
- Benavides G. A. 2011. Diagnostico participativo-agro-socio económico en comunidades rurales. 121 pag.
- _____ ; J. C. Morán, 2014. Análisis de Encuesta Socioeconómica: Comunidades de Santa Julia, Daniel Téller y Santa Rosa, Municipio de El Crucero, Managua. 203 pag.
- Bertsch, F. (1987). Manual para interpretar la fertilidad de los suelos en Costa Rica. 2° ed. Editorial Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 78 p.
- Bocco G, Mendoza M, Masera OR (2001) La dinámica del cambio en el uso del suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación. Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía. 44:18-38.
- Doorman F (1991) La metodología del diagnóstico en el enfoque investigación adaptativa. Guía para la ejecución de un diagnóstico con énfasis en el análisis de finca del pequeño agricultor agropecuario. Universidad Nacional, IICA, San José. 300 pp.
- Dauber, E. 1995. Guía práctica y teórica para el diseño de un inventario forestal de reconocimiento. Proyecto BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia. s.p.
- Carvajal, J.F. 1984. Café: cultivo y fertilización. Instituto Interamericano de la Potasa. San José, Costa Rica.
- Catellano. J.Z; J.X, Uvalle, A. Aguilar S. 2000. Manual de Interpretación de Análisis de Suelo y Plantas. Segunda edición. INCAPA, San Miguel de Allende, Guanajuato. 226 pag.

- FAO (Food Agriculture organization, IT). 1999. Guía metodológicas de diagnóstico para la planificación sostenible de los sistemas agrarios. Seminario regional “diagnóstico de sistemas agrario”. D S A universidad nacional “*campus omar dengo*”. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. 1995. San José, Costa Rica. 1999.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1999. Guía para el manejo eficiente de la nutrición de las plantas. DIRECCIÓN DE FOMENTO DE TIERRAS Y AGUAS ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Italia, Roma. 30 p. <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/gepnms.pdf>
- Franzluebbers, A. J.; Haney, R. L.; Hons, F. M.; Zuberer, D. A. 1996. Active fractions of organic matter in soils with different texture. *Soil Biol. Biochem.* 28 (10 - 11):1367- 1372.
- Gary M (2002) La sustentabilidad y las prácticas discursivas. Un estudio sobre la institucionalidad del desarrollo conservacionista en Calakmul, Campeche, México. Tesis de Maestría. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social del Sureste, San Cristóbal de las Casas. 160 pp.
- German, D; Domínguez, M, Aguirre; Avilés, A. 2012. Evaluación de la calidad de los suelos de laderas de Nandaime, a través de la identificación y uso de indicadores técnicos y locales. Tesis a optar al grado de ing. En recursos naturales. Universidad Nacional Agraria, Managua, NI. 79 p.
- Guido O., J. Oballos, J. Sánchez, J. Sosa, J. Manrique, J. C. Velásquez. (2000). Variación del carbono orgánico en función de la altitud. Cuenca del río Santo Domingo. Mérida-Barinas, Venezuela. *Rev. Geog. Venez.* Vol 41(1), 79-87. <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/24542/2/articulo41-1-5.pdf>
- Gómez, GR; Guerrero, GW. 2007. Efecto de diferentes niveles de insumos y tipos de sombra sobre el comportamiento de las principales plagas del cultivo del café, ciclo 2006-2007. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 62 p.
- Halley, R.J. 1992. Enciclopedia de Agricultura y Ganadería. Tomo I. 1^{er} edición. México. 240 pág.
- Hidalgo, R. 2003. Variabilidad genética caracterización de especies vegetales. In: caracterización morfológica de recursos filogenéticos. Franco T. e Hidalgo R. (eds). Boletín técnico No 8, instituto Internacional de Recursos Filogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia, p. 2 - 26.

- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 1997. Destino de la producción agropecuaria en el estado de Veracruz. pp: 5.
- INIDE (Instituto Nacional de Información de Desarrollo). 2012. Censo Nacional Agropecuario. Informe Final. 64 p.
- INIFOM (Instituto Nicaragüense de Fomento). (s.f). en línea. Consultado el 05-Nov-14. Disponible
http://www.inifom.gob.ni/municipios/documentos/MANAGUA/el_crucero.pdf
- INETER, 2000. División Política Administrativa del País.
- INMECAFÉ-NESTLÉ. 1990. El cultivo del cafeto en México, Instituto mexicano del café. Compañía Nestle. Mexico, D.F.
- Lampkin N. 1998. “*Agricultura ecológica*”. Ed. Mundi-Prensa.
- Luna, R; F; López, M; J.G; Larios, R. (2012). Sistemas de Manejo en Café (*Coffea arabica* L.) y su efecto en la Fertilidad del Suelo y el Rendimiento del café oro, Masatepe, Masaya. La Calera. 12 (18): 29-36.
- Mutscher, H. 1997. Measurement and Assessment of Soil Potassium. International Potash Institute. Bern, Switzerland. 102 p.
- Montesinos, C. 2008. Diagnóstico e identificación preliminar de especies vegetales y animales silvestres de la comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madriz. Universidad Nacional Agraria. Tesis, Ing. Agr. Managua, NI. 120 p.
- Navarro B, Benjamín F. S, Víctor M. Ordaz Ch, Félix V. Cossio 2000. Efecto de la labranza sobre la estructura del suelo, la germinación y el desarrollo del maíz y frijol Terra Latinoamericana, vol. 18, núm. 1, enero-marzo, pp. 61-69, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. México
- PASOLAC. 2000. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central Guía Técnica de Conservación de Suelos y Aguas.1ª ed. San Salvador, El Salvador. 222p.
- Raimundini S.L., M. Bianchi, N. A. Santos, L. P. Lopes Fávero, P. Schmidt, 2009. Percepções sobre o ensino da contabilidade introdutória para não contadores: A perspectiva dos discentes das universidades federais do estado do Rio Grande do Sul. Brasil. Revista de Educação e Pesquisa em Contabilidade (REPEC), v. 3, No. 3, art. 5 p. 85-105.

- Rodríguez, S.J. 1993. La fertilización de los cultivos un método racional, Colección en Agricultura. Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad católica de Chile. Santiago, Chile. 208 pág.
- Sánchez Delgado, B.P.; Sobalvarro Briceño, L.S.; Guzmán Guillen, F. Asesor; Pineda Rizo, O. Asesor. 2009. Factores que inciden en la adopción de técnicas de conservación de suelo y agua para la producción de granos básicos en la comunidad “Los Pochotillos”. Universidad Nacional Agraria, Managua (Nicaragua). Facultad de Desarrollo Rural. Managua (Nicaragua). 63p.
- Sánchez, Vergara, M.A; Etchevers, Barra, J.D. 2006. Relación entre el uso de la tierra y su fertilidad en las laderas de la sierra Norte de Oaxaca, México Agrociencia, 40:5 (557-567), Colegio de postgraduados, México.
- Salas E. J. B. 1993. Árboles de Nicaragua. Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA). 390 pp.
- Sánchez B.; M. Ruiz; M. M. Rios. (2005). Materia orgánica y actividad biológica del suelo en relación con la altitud, en la cuenca del río Maracay, Estado Aragua. Agronomía trop.
- Santoyo C. VH; Díaz C. S; Escamilla P. E; Robledo M. JD. 1996. Factores agronómicos y calidad del café. Chapingo. México. Universidad Autónoma Chapingo/Confederación Mexicana de Agricultores de Café. Chapingo, Estado de México.
- Stallings, J:H. 1962. El suelo, su uso y mejoramiento. Compañía editorial S.A. Mexico D.F. 152-153 p.
- UCA. (Universidad Centroamericana). 2010. Problemática de la pobreza en Nicaragua. 27 pp. <http://aulaweb.uca.edu.ni/blogs/edlacayo/files/2010/08/Pobreza-de-Nic.pdf>.
- Victor, Ch. 1999. Manejo de fertilización em Café. Coordinador nutricional mineral. CICAFFE, Costa Rica.

VIII. ANEXOS

2.11. Está asociado a una organización social

1 si

2 No

2.12. Utiliza obras de conservación de suelo

1 si

2 No

2.13. Miembros de Organizaciones Sociales

1 Ninguna

4 Grupo de Mujeres

2 Cooperativa

5 Religiosa

3 Comité de
Asentamiento

6 Otro _____

2.14. Cuenta con un sistema de riego

1 si

2 No

2.15. Destino de la producción

- 1 Mercado
- 2 Autoconsumo
- 3 Ambos

2.16. Es un producto rentable

- 1 si
- 2 No

2.17. Cuál es el rubro de mayor importancia en su finca

- 1 Maíz
- 2 Fríjol
- 3 Café
- 4 Sorgo
- 5 Hortalizas
- 6 Otro _____

2.18. Utiliza maquinaria agrícola

- 1 si
- 2 No

2.19. Que utiliza para preparar el terreno

- 1 Tractor
- 2 Motocultores
- 3 Tracción animal
- 4 Cero labranza
- 5 Azadón
- 6 Otro _____

2.19. Utiliza mano de obra familiar en las labores cotidianas

- 1 si
- 2 No

2.20. Como se acceso al terreno

- 1 Camino
- 2 Senderos
- 3 Trocha
- 4 Carretera

2.21. Qué tipo de obras de conservación tiene en su parcela

- 1 Curvas a nivel
- 2 Barreras vivas
- 3 Barreras muertas

Anexo 2. Mapeo de los niveles de fósforo en los cultivos estudiados, de acuerdo a la altitud de las unidades productivas

