



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de graduación

**Evaluación de cultivares a pequeña escala, su
adaptabilidad y respuesta a enmiendas
orgánicas, en la microcuenca Orocuina / Somoto,
2011**

AUTOR

Br. Nancys Raquel Cordero Hernández

ASESORES

MSc. Reynaldo Bismark Mendoza
MSc. César Aguirre Jiménez

**Managua, Nicaragua
Junio, 2014**



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

**FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRÍCOLA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Evaluación de cultivares a pequeña escala, su
adaptabilidad y respuesta a enmiendas orgánicas, en
la microcuenca Orocuina / Somoto, 2011**

AUTOR

Br. Nancys Raquel Cordero Hernández

ASESORES

MSc. Reynaldo Bismark Mendoza

MSc. César Aguirre Jiménez

Sometido a la consideración del excelentísimo tribunal
examinador como requisito parcial para optar al título de
ingeniero agrícola para el desarrollo sostenible

MANAGUA, NICARAGUA

Junio, 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 AGRICOLA

Miembro del Tribunal Examinador:


Ing. MSc. Leonardo García C.
Presidente


Ing. Martha Moraga Quezada
Secretario


Ing. Miguel Ríos
Vocal

Managua, 05 de Junio del 2014.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE TABLAS	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 MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1 Localización y descripción del área de estudio	4
3.2 Características biofísica de la microcuenca	5
3.2.1 Topografía y uso de la tierra	5
3.2.2 Geología y suelo	5
3.2.3 Clima	5
3.3 Capacidad de uso de la tierra en la microcuenca	6
3.4 Diagnóstico del subsistema socioeconómico	6
3.5 Marco de evaluación de la calidad de suelos	7
3.5.1 Indicadores de calidad de suelo	7
a) Indicadores físicos de calidad de suelo	7
b) Indicadores químicos de calidad de suelo	7
c) Indicadores biológicos de calidad de suelo	8
3.5.2 Indicadores locales de calidad de suelo	8
3.6 Diseño metodológico	9
3.6.1 Variables evaluadas	9
3.6.2 Tipo de investigación	9
3.6.3 Selección de agricultores y ensayos productivos	10
3.6.4 Elección y evaluación de los indicadores de calidad de suelo	11
a) Profundidad del suelo (cm)	11
b) Espesor de la capa oscura o suelo agrícola (cm)	11
c) Pendiente del terreno (%)	11
d) Textura del suelo (%)	11
e) Acidez o alcalinidad del suelo (relación 1:2 en agua)	11
f) Infiltración del agua en el suelo (pulg/min)	12

3.6.5 Descripción de las parcelas	15
3.6.6 Características de los cultivares	19
3.6.7 Interpretación de resultados	21
a) Análisis de datos	21
b) Análisis económico	21
c) Evaluación participativa de los ensayos	22
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
4.1 Descripción de las fincas en estudio	23
4.2 Estado de calidad de los suelos en las parcelas estudiadas	24
a) Textura	27
b) Reacción o pH del suelo	27
c) Materia orgánica	27
d) Fósforo disponible	28
e) Profundidad	28
f) Espesor orgánico	28
g) Pendiente del terreno	28
h) Piedras	29
i) Infiltración	29
4.4 Comportamiento de cultivares alternativos	30
4.4.1 Cultivo del frijol	30
4.4.2 Cultivo del maíz	32
4.4.3 Cultivo de Cebolla	34
4.4.4 Cultivo de pasto	36
4.5 Análisis económico de los ensayos evaluados	38
V CONCLUSIONES	40
VI RECOMENDACIONES	42
VII LITERATURA CITADA	43
VIII ANEXOS	46

DEDICATORIA

Dedico esta obra de trabajo de culminación de estudio, producto de muchos meses de interacción asesores, estudiante e investigativa, a:

Dios, nuestro señor supremo que nos mueve a realizar acciones que fortalezcan el proyecto de vida que tiene reservado para cada persona.

Muy especial a mis padre: Nelson Cordero Tinoco y Aracely Hernández Osegueda, por todos sus esfuerzos que hicieron posible alcanzar mis metas; pues les debo lo que soy, por sembrar en mi la semilla de la sensibilidad y comprensión, por su cariño y amor, y por enseñarme que debo tener fortaleza de continuar hacia adelante no importando las circunstancias que la vida me presente.

Nuestra *Alma Mater*, por su compromiso socio-educativo con Nicaragua.

Nuestras/os *docentes*, personas conspicuas e importantes por su labor socio-educativa, aporte fundamental para el desarrollo del país.

AGRADECIMIENTO

No es la recompensa lo que eleva el alma, sino el esfuerzo que ha costado esta recompensa.

Díos, nuestro señor, por darme la sabiduría y entendimiento, lo que me ha conllevado al cumplimiento de mis metas.

Al Ing. MSc. Reynaldo Bismarck Mendoza, por su amistad y disposición en los momentos que necesitaba de su ayuda, y por asesorar mi trabajo de Diploma.

Al Ing. MSc. César Aguirre, por su amistad, tiempo y por su asesoramiento en nuestro trabajo de Diploma.

A los productores de la microcuenca Orocuina: Modesto Herrera, Taurino Moncada y Absalón Lagos, por facilitar las parcelas para establecer y manejar los ensayo, así como el aporte de sus conocimientos, y el apoyo con el levantamiento de datos.

Al proyecto TROCAIRE, por el fortalecimiento de las capacidades locales y el apoyo económico destinado al desarrollo científico- técnico del país.

A la Universidad Nacional Agraria, en especial a los docentes que con su sabiduría y paciencia contribuyeron a la formación de profesionales que hoy culminan su carrera.

Al personal del CENIDA, por su paciencia y atención durante la búsqueda de información para la realización del presente trabajo.

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA		PÁGINA
1	Indicadores locales de calidad de suelo	8
2	Arreglo de los ensayos de maíz y frijol establecidos, en parcelas de productores de la microcuenca Orocuina , 2011 Indicadores locales de calidad de suelo	11
3	Arreglo de los ensayos de cebolla y pasto establecidos, en parcelas de productores de la microcuenca Orocuina , 2011	12
4	Indicadores de calidad de suelo evaluado en el campo y en laboratorio	14
5	Criterios locales de calidad de suelo seleccionados en Orocuina-Somoto (2011), para monitoreo de calidad de suelo ensayos productivos de granos básicos, hortalizas y pastos.	15
6	Requerimiento de macronutrientes (kg ha ⁻¹) para los sistemas productivos.	16
7	Fuente de nutrientes suministrados a los sistemas de cultivos frijol y pastos.	17
8	Fuente de nutrientes suministrados a los sistemas de cultivos maíz y cebolla.	17
9	Calidad de suelo en la microcuenca Orocuina, Somoto, 2011	26

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Ubicación de la microcuenca Orocuina, Somoto-Madriz	4
2	Distribución del uso del suelo en la microcuenca Orocuina, Somoto	6
3	Estado de calidad de suelo en la microcuenca Orocuina, basado en los criterios locales y análisis de laboratorio bueno (1), regular (2), y pobre (3).	25
4	Rendimiento de frijol por variedad y tipo de fertilización	30
5	Rendimientos de maíz por variedad y tipo de fertilización	32
6	Rendimientos de cebolla (Orlando), según tipo de fertilización	34
7	Rendimiento de pastos por variedad y tipo de fertilización	36
8	Rentabilidad económica	39

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1	Itinerario técnico para la finca Los Aguacates	47
2	Itinerario técnico para la finca Bella Vista	48
3	Itinerario técnico para la finca Las Cabuyas	49
4	Encuesta para identificar los beneficios socioeconómicos	50
5	Indicadores físicos Orocuina, 2011	56
6	Indicadores químicos Orocuina, 2011	56

RESUMEN

Con el propósito de evaluar rendimientos y adaptabilidad de variedades mejoradas en granos básicos (maíz y frijol), hortalizas (cebolla) y pastos, ante las frecuentes sequías y su efecto a la mejora de la calidad de suelo en la microcuenca Orocuina, municipio de Somoto; se establecieron en tres fincas representativas del área un total de nueve parcelas ó ensayos productivos en sitios que oscilan entre 1 320 y 7 026 m², en época de postrera 2011. Las variedades utilizadas fueron maíz Nutrader, maíz criollo Catacama, frijol INTA-Rojo y frijol balín como criollo, cebolla Orlando, pasto Mulato II y gamba. Previo al establecimiento de los ensayos, se seleccionaron localmente un grupo de indicadores sencillos entre los cuales están; el contenido de materia orgánica en el suelo, tasa de infiltración de agua en el suelo, textura, pendiente del terreno, profundidad del suelo, piedras en la superficie, espesor orgánico, pH y fósforo disponible. Los cálculos indican que el contenido de materia orgánica comprende niveles medios para las tres fincas bajo estudio, este indicador es el más importante ya que permite evaluar la calidad de suelos en vista de la influencia positiva en las propiedades y funciones básicas del suelo. Los niveles de fósforo disponible van de pobre a bueno, presenta suelos óptimos para la agricultura, textura es arcillosa, franca arcillo arenosa y franco arcillo limosa; sin embargo, estos suelos tienen potencial para establecer una alternativa que permita incrementar los rendimientos de los cultivos, mediante prácticas de manejo adecuado como obras de conservación de suelos garantizando de esta manera la sostenibilidad de este recurso. Los resultados obtenidos indicaron una respuesta propia a diferentes aplicaciones de las fuentes de fertilizantes, la fertilización sintética (urea) y abono orgánico (lombrihumus), los rendimientos obtenidos fueron de 1 682 kg ha⁻¹ (maíz Nutrader) y 1 954 kg ha⁻¹ (maíz Catacama); 1045 kg ha⁻¹ (frijol INTA-Rojo) y 1 136 kg ha⁻¹ (frijol Balín); para el cultivo de Cebolla Orlando en la fertilización sintética 14 544 kg ha⁻¹, compuesta 8 954 kg ha⁻¹ y sin fertilizar 6 079 kg ha⁻¹ respectivamente. Para la fertilización compuesta (18-46-0 más lombrihumus), 20 271 kg ha⁻¹ (pasto mulato II) y 15 180 kg ha⁻¹ (pasto gamba) de materia seca. El análisis económico muestra que el cultivo de pasto gamba, fertilizado 18-46-0 y lombrihumus obtuvo los mayores beneficios económicos con C\$ 2.69, donde se recupera el córdoba invertido más 1.69 córdoba adicional de ganancias.

ABSTRACT

In order to evaluate performance and adaptability of improved basic grains (maize and beans), vegetables (onion) and pastures, with frequent drought and its effect on improving soil quality in the watershed Orocuina municipality of Somoto varieties ; settled in three representative farms in the area a total of nine plots or production trials at sites ranging from 1 to 320 and 7026 m² in 2011 postrera season. corn varieties used were Nutrader, criollo corn Catacama, INTA-Red beans and pellet as criollo bean, onion Orlando, Mulato II and gamba grass. Prior to the establishment of the tests locally selected group of simple indicators among which are; the content of organic matter in the soil, water infiltration rate in soil texture, slope, soil depth, stone surface organic thickness, pH and available phosphorus. Calculations indicate that the organic matter comprising means for levels three farms under study, this indicator is the most important since it allows to evaluate the quality of soil in view of the positive influence on the basic properties and soil functions. Available phosphorus levels ranging from poor to good, presents best soils for agriculture, texture is clay, sandy clay frank and silty clay loam; however, these soils have the potential to establish an alternative for increasing crop yields through proper management practices and soil conservation works thus ensuring the sustainability of this resource. The results indicated a proper response to different source applications of fertilizers, synthetic fertilizer (urea) and organic fertilizer (lombrihumus), yields were 1682 kg ha⁻¹ (maize Nutrader) and 1954 kg ha⁻¹ (corn Catacama); 1045 kg ha⁻¹ (INTA-Red bean) and 1136 kg ha⁻¹ (Balin bean); Onion cultivation in synthetic fertilization Orlando 14 544 kg ha⁻¹, composed 8954 kg ha⁻¹ and unfertilized 6079 kg ha⁻¹ respectively. For (more lombrihumus 18-46-0) made fertilization, 20 271 kg ha⁻¹ (mulatto grass II) and 15 180 kg ha⁻¹ (gamba grass) of dry matter. The economic analysis shows that the cultivation of grass shrimp, and fertilized 18-46-0 lombrihumus scored the greatest economic benefits to C \$ 2.69, where it gets the more invested 1.69 cordoba Córdoba additional profit

I. INTRODUCCIÓN

En Nicaragua y en especial en el municipio de Somoto, la seguridad alimentaria se ve favorecida por la producción de granos básicos y pastos. El deterioro de los suelos se observa frecuentemente en esta localidad y tiene que ver con la presencia de erosión de suelos inducida por el agua de escorrentía y la presencia de prácticas degradativas como las quemas agrícolas, y uso excesivo de labranza con bueyes en condiciones de suelos superficiales. Adicionalmente factores ambientales (viento, lluvia, sequía), características de los suelos (propiedades físicas, químicas y biológicas), tipo de material parental y la presencia de altas pendientes, favorecen los procesos erosivos en el municipio.

El manejo incorrecto de los suelos sufre dificultades en la producción agrícola, debido a la degradación ambiental y la pérdida de los suelos agrícolas, lo cual se reflejan el empobrecimiento de las familias campesinas y la disminución del rendimiento de los cultivos.

La calidad del suelo se define como la capacidad de un tipo específico de suelo para funcionar en ecosistemas naturales o intervenidos (NRCS, 2001). La calidad del suelo está relacionada con su uso, no puede ser medida directamente pero puede ser inferida por mediciones de los atributos que sirven como indicadores (Carter, 2002).

Los indicadores de calidad del suelo pueden definirse como las características y procesos que tienen mayor sensibilidad a cambios en el funcionamiento del suelo y deben correlacionar muy bien con los procesos del mismo en el ecosistema (Andrews *et al.*, 2004).

Los indicadores no son universales y se debe establecer un sistema de calidad (propiedades del suelo e índices críticos) para cada condición o ambiente específico (Sánchez-Marañón *et al.*, 2002).

En la microcuenca Orocuina los productores realizan agricultura de monocultivo con uso de variedades locales no tolerantes al periodo de sequía, con prácticas degradativas tales como la quema, labranzas inadecuadas, uso de herbicidas para mantener los suelos limpios sin cobertura vegetal, ausencia de prácticas de conservación de suelo; todo esto ha conllevado,

a que en la actualidad existan suelos poco profundos en la parte media y baja (con un horizonte A menor de 10 cm) y suelos superficiales en la parte alta con fuertes pendientes; es por ello que se consideran que la mayor parte del territorio es de vocación forestal.

El Plan de Ordenamiento Territorial formulado en el 2010, establece entre uno de sus lineamientos incrementar los rendimientos productivos. Sobre esta premisa la alianza entre la Universidad Nacional Agraria (UNA) - Agencia Católica Irlandesa para el desarrollo (TROCAIRE) - Movimiento Comunal Nicaraguense (MCN) - la Alcaldía de Somoto/Madriz, desarrollaron un proyecto de fortalecimiento de capacidades locales que incluyó la implementación de mejoras en los sistemas productivos.

Como parte del proceso de acompañamiento con MCN-Somoto y la UNA, se desarrolló una línea base utilizando indicadores de calidad de suelo, para seleccionar aquellas innovaciones productivas requeridas en los sistemas productivos locales.

El estudio evaluó el efecto de materiales genéticos promovidos en Nicaragua, tales como los cultivares de pastos, maíz, frijol y hortalizas, sobre rendimientos y adaptabilidad a la variabilidad climática. Entre los materiales alternativos evaluados están el frijol INTA rojo, maíz Nutrader, cebolla amarilla Orlando, y pasto brachiaria (Mulato II), comparados con los materiales adaptados localmente por muchos años en la microcuenca, frijol Balín, maíz criollo Catacama y pasto Gamba.

El manejo de suelos para estos cultivos fue determinado a partir de los resultados del diagnóstico de calidad de suelo que evaluaron los indicadores, contenido de materia orgánica en el suelo (MOS), nitrógeno (N), fósforo (P), reacción del suelo o pH, tasas de infiltración, textura, espesor orgánico, y pendiente del terreno. El estudio únicamente reporta el primer año de evaluación, en el cual participaron tres fincas y nueve ensayos.

OBJETIVOS

2.1 Objetivo general:

Evaluar los efectos de la implementación de alternativas productivas en granos básicos, hortalizas y pastos, en la microcuenca Orocuina, que contribuya al manejo integral de los suelos y la productividad de los cultivos.

2.2 Objetivos específicos:

Documentar la experiencia local para implementar ensayos productivos a pequeña escala, comparando adaptabilidad de cultivares alternativos versus los adaptados localmente.

Evaluar el efecto de utilizar enmiendas sintéticas, orgánicas y combinadas sobre los rendimientos de cultivares alternativos de maíz, frijol, cebolla y pastos, establecidos en fincas de productores.

Realizar un análisis económico basado en elementos del presupuesto parcial para los ensayos productivos establecidos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización y descripción del área de estudio

El estudio fue llevado a cabo en la microcuenca Orocuina, localizada en las coordenadas 13° 40' 00" de latitud norte y 86° 45' 00" de longitud oeste, aproximadamente a 40 km de la cabecera municipal Somoto (zona norte central de Nicaragua). Esta microcuenca tiene una extensión territorial de 29.7 km², equivalentes a 2 970 ha (4 217 mz); cuenta con una población de 743 habitantes para una densidad poblacional de 19 hab/km² (Alcaldía de Somoto-Madriz *et al.*, 2011).

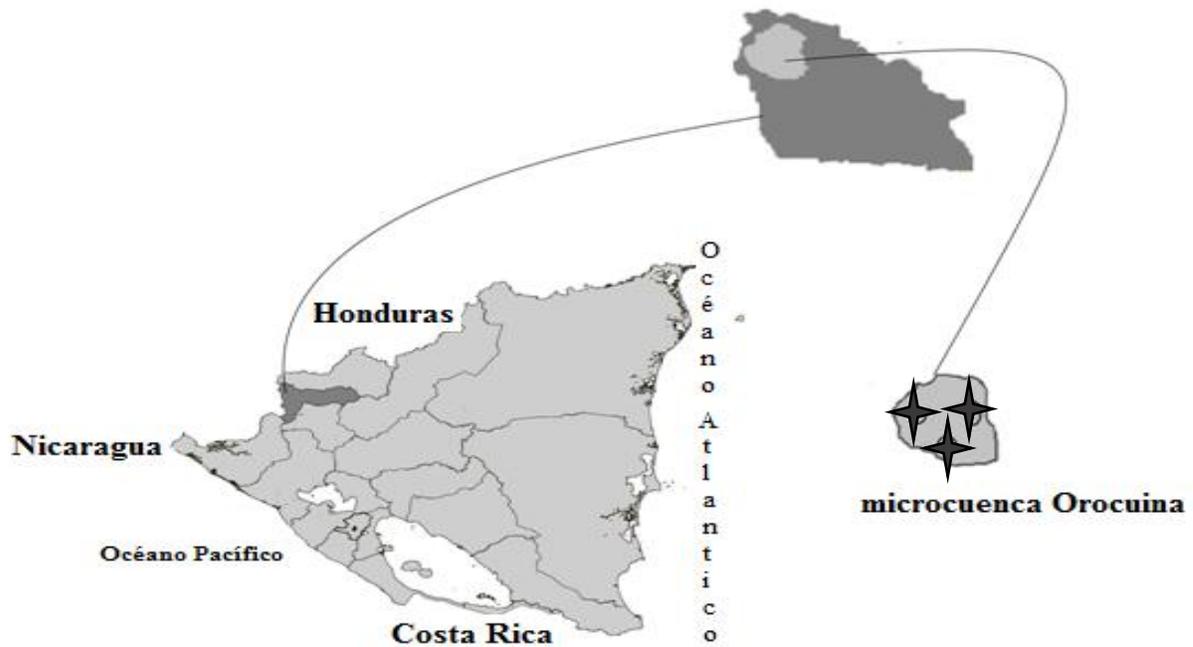


Figura 1.Ubicación de la microcuenca Orocuina, Somoto, Madriz.

Fuente: (Alcaldía de Somoto-Madriz *et al.*, 2011).

3.2 Características biofísicas de la microcuena

3.2.1 Topografía y uso de la tierra

La microcuena tiene una pendiente promedio de 37 %, en más de la mitad del territorio son superiores al 30%. El uso de la tierra predominante es pastos con malezas, aunque la vocación de la mayor parte de los suelos es forestal debido a su limitación de pendientes muy altas, lo que hace que un 57 % del territorio esté mal utilizado. Presenta una altitud promedio de 700 m.s.n.m (Alcaldía de Somoto-Madriz *et al.*, 2011).

3.2.2 Geología y suelos

Esta zona está compuesta en su mayor parte (72 %, equivalente a 2 135 ha) por relieve escarpado, con suelos erosionados, pedregosos en la superficie y en el perfil, estas características restringen el uso agrícola del suelo y por lo tanto deben destinarse a la preservación de la vida silvestre, protección de áreas de recarga acuífera, belleza escénica. En menor proporción (28 %, equivalente a 833 ha) se encuentran los suelos con severas limitaciones, tales como pendiente de 15 a 30 %, erosión severa, muy baja fertilidad, drenaje interno moderado (excesivo o moderado lento), restringidos para el uso forestal o el establecimiento de sistemas agroforestales con predominio del componente forestal y obras de conservación de suelos (Alcaldía de Somoto-Madriz *et al.*, 2011).

3.2.3 Clima

Los principales indicadores climáticos abordados son: temperatura y precipitación (Alcaldía de Somoto-Madriz *et al.*, 2011).

- a. Temperatura: La temperatura media anual de la microcuena es de 26 °C, registrándose las temperaturas más bajas en los meses de octubre a diciembre con 22 °C y las más altas de febrero a mayo con 29 °C.
- b. Precipitación: El territorio presenta una precipitación promedio anual que oscila entre los 800 y 900 mm.

3.3 Capacidad de uso de la tierra en la microcuenca

Según Alcaldía de Somoto (2011), 40% del territorio es de uso forestal que corresponde al bosque de pino abierto en la parte alta de la microcuenca, degradado por el cambio de uso de forestal a agropecuario y por un aprovechamiento forestal irracional. El 60 % restante del territorio presenta uso agropecuario, correspondiente a una ganadería extensiva y pocas áreas de agricultura en las partes media y baja de la cuenca.

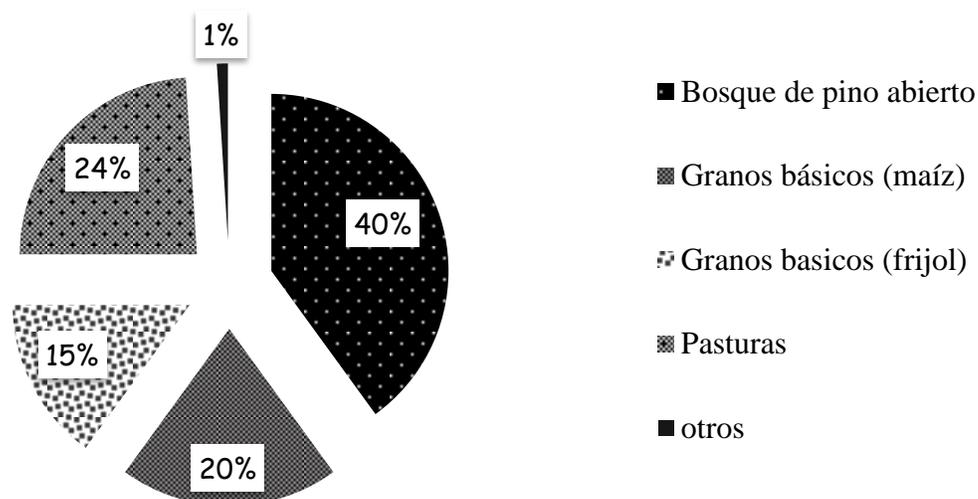


Figura 2. Distribución del uso del suelo en la microcuenca Orocuina, Somoto

Fuente: Alcaldía de Somoto *et al.*, 2011.

3.4 Diagnóstico del subsistema socioeconómico

El análisis de diversas actividades que aportan ingreso en la microcuenca, indican que la dinámica económica radica en el sector primario (actividad productiva) centrada básicamente en cultivos de subsistencia maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.) y sorgo (*Sorghum Bicolor* L.) y la ganadería extensiva, la cual es desarrollada por propietarios de grandes extensiones de tierra.

3.5 Marco de evaluación de la calidad de suelos

Bajo un enfoque productivo, se considera la calidad de suelo y su monitoreo como un efecto integrado del manejo sobre varias propiedades edáficas que determinan la productividad y sostenibilidad de cultivos (Sharma *et al.*, 2005).

La calidad de suelo abarca las propiedades de éste, ya que pueden cambiar en periodos relativamente cortos y que están fuertemente influenciadas por prácticas agronómicas, teniendo en cuenta además el componente productivo, económico, social y ambiental de los sistemas de uso de la tierra (Carter, 2002).

3.5.1 Indicadores de calidad de suelos

Los indicadores pueden definirse como herramientas para agregar y simplificar la información de naturaleza compleja de manera útil y ventajosa. Normalmente, no es suficiente un sólo indicador para todo un sistema, sino que se requiere un conjunto de indicadores que describan las propiedades específicas bajo análisis (Mueller, 2004).

Un paso fundamental para poder cuantificar el costo ambiental de las unidades de producción, es la utilización de indicadores de la calidad del suelo. Dentro de estos indicadores están incluidos aquellos que miden el estado de la condición física (Rossi, 2004).

a) Indicadores físicos de calidad de suelos

Los indicadores físicos de la calidad de suelo varían de acuerdo a las características predominantes del lugar en estudio, tales como la textura, profundidad, tasa de infiltración del agua en el suelo, densidad aparente, capacidad de retención de agua, conductividad hidráulica y la estabilidad de agregados (Chen, 2000).

b) Indicadores químicos de calidad de suelos

Los indicadores químicos se refieren a condiciones que afectan las relaciones suelo – planta, tales como materia orgánica, pH, nitrógeno, fósforo; potasio, capacidad de intercambio catiónico y la calidad del agua (Doran y Parkin 1994).

c) **Indicadores biológicos de calidad de suelos**

Los indicadores biológicos integran gran cantidad de factores que afectan la calidad del suelo, tales como la abundancia y subproductos de microorganismos, incluidos bacterias, hongos, así como nematodos, lombrices, anélidos y artrópodos (Bautista *et al.*; 2004).

3.5.2 Indicadores locales de calidad de suelos

Para el CIAT (2002), los indicadores de calidad de suelo corresponden a términos tradicionales adaptados por un grupo de agricultores para describir algunas características del suelo, como se indica en la tabla 1.

Tabla 1. Indicadores locales de calidad de suelos

Indicador de suelos buenos	Indicador de suelos degradados
Chichicaste, picapica, guama	Tatascan, pino
Suelo profundo o grueso	Suelo delgado
Color negro	Colores claro, amarillos, colorados
Alta producción	Baja producción
Con manto en descomposición	Sin manto
Suelto, suave, terronoso	Talpetate
Mucha penetración del arado	Poca penetración del arado
Poca piedra	Piedras grandes
Poco declive	Falda
Franco	Mucha arena
Buen drenaje	Baja filtración

Fuente: CIAT, 2002

Descripción botánica de los indicadores de calidad de suelo seleccionados en la microcuenca Orocuina 2011.

Nombre común: ortiga, flor de ortiga (chichicaste). Nombre científico: *Urtica U dioica*. Familia: Urticácea. Clase: Angiosperma.

Nombre común: pica pica. Nombre científico: *Mucuna pruriens (L.) DC* (Fabáceas). Origen: Español; mucuna, frijol terciopelo, frijol abono, haba terciopelo, chiporro.

Nombre común: guama. Nombre científico: *Inga Edulis Mart.* Familia: Fabáceas (leguminosa). Género: Inga Especie *I. edulis*

3.6 Diseño metodológico

3.6.1 Variables evaluadas

a) En calidad de suelos: textura del suelo (%), reacción del suelo o pH (escala del 1 al 14), materia orgánica (%), pedregosidad (%), espesor orgánico (cm), infiltración de agua en el suelo (pulg/min), fósforo disponible (ppm), profundidad (cm) y pendiente del terreno (%). Este monitoreo se realizó en el mes de marzo con la participación del grupo de investigadores locales previo al establecimiento de los ensayos durante el ciclo de primera. Quienes fueron capacitados durante el taller sobre el uso de indicadores de calidad de suelo, selección de cultivares y experimentadores.

b) Rendimiento: de granos básicos, hortalizas, y pastos; expresado en kg ha^{-1} . En granos básicos se registraron altura de planta cada mes y peso de grano en un área útil de 440 m^2 . En hortalizas se cosecho el número de bulbos y peso por metros lineales por bancal. En el caso de pasturas se determinó el peso de biomasa fresca y seca por m^2 .

c) Rentabilidad económica: relación Beneficio-Costo ($\text{C\$/ ha}^{-1}$). Para estos cálculos se estructuró un libro de registro donde la familia anotaba cada actividad, el costo y los recursos utilizados. Luego utilizando un cálculo en la barra electrónica de Excel se extrapolaban las unidades pequeñas de mz^{-1} a ha^{-1} y se determinaron los criterios del presupuesto parcial.

3.6.2 Tipo de investigación

Según Bisquerra (2009), el estudio de caso es un método de gran relevancia para el desarrollo de las ciencias humanas y sociales que implica una situación que merece interés en investigación (una persona, organización, programa de enseñanza, un acontecimiento, etc.), caracterizado por el examen sistemático y en profundidad de casos de un fenómeno.

La perspectiva de investigación utilizada es el enfoque cualitativo, mediante un estudio de caso de tipo descriptivo.

Las características de los estudios de casos son:

- ✓ Estudia múltiples temas determinados y no desde la influencia de una sola variable.
- ✓ Es ideal para el estudio de temas de investigación.
- ✓ Permite explorar un fenómeno más a fondo y obtener un conocimiento más amplio
- ✓ Apropiado para investigaciones a pequeña escala
- ✓ Permite la toma de decisiones

Los rasgos que definen el estudio de caso descriptivo contribuyen al cumplimiento de los objetivos planteados en esta investigación, ya que ésta aspira a describir las interrelaciones entre calidad de suelos y dosis de fertilización sintética, compuesta, así como el rendimiento de cultivos y rentabilidad económica.

3.6.2 Selección de agricultores y ensayos productivos

Esta actividad se desarrolló mediante un taller local sobre indicadores de calidad de suelos en la microcuenca Orocuina; en el cual participaron 18 productores y 6 productoras de las comunidades pertenecientes a la microcuenca. En el taller se seleccionaron a los agricultores Modesto Herrera, Taurino Moncada, Absalón Lagos; esto se logró, mediante la consulta participativa realizada en el taller y una entrevista semi-estructurada. Los criterios de selección de agricultores y fincas para establecer ensayos fueron: que el productor debía saber leer y escribir, disponer de mano de obra familiar y disponibilidad de al menos dos manzanas (1.42 ha^{-1}) de tierras destinadas a la agricultura.

A inicios del mes de abril del 2011 se llevó a cabo un segundo taller, con el propósito de planificar los ensayos, definir el número de ensayos, tratamientos a seguir, los cuales consistieron en aplicaciones mínimas de fertilizantes, calculadas en base a resultados de los análisis de laboratorio. De igual manera se comprometieron a establecer y dar seguimiento a las parcelas.

En la tabla 2 y 3 Se muestra el arreglo de los ensayos establecidos en las parcelas de los agricultores seleccionados, en lo que corresponde a los sistemas de cultivos.

Tabla 2. Arreglo de los ensayos de frijol y maíz establecidos, en parcelas de productores de la microcuenca Orocuina, 2011.

Finca	Variedades utilizadas	Ensayo	Área muestreada	Observaciones
Los Aguacates	Frijol	Compara rendimiento, en parcelas de 3513 m ² , fertilizadas con 727 kg ha ⁻¹ de lombrihumus más	440 m ²	
	INTA-Rojo	229 kg ha ⁻¹ de urea; sembradas al espeque; la distancia de siembra fue de 0.3 m entre plantas y		
	Frijol Balín	0.5 m entre surcos.		
Los Aguacates	Maíz	Compara rendimiento, en parcelas de 3 513 m ² , fertilizadas con 455 kg ha ⁻¹ de lombrihumus más	440 m ²	Un suelo profundo debido a la acumulación de suelo por escorrentía superficial, ya que se encuentra en una parte plana y alrededor se encuentra un relieve inclinado
	Nutrader	109 kg ha ⁻¹ de urea 46%; sembradas al espeque;		
	Maíz criollo	la distancia de siembra fue de 0.5 m entre plantas		
	Catacama	y 0.8 m entre surcos.		

Tabla 3. Arreglo de los ensayos de cebolla y pastos establecidos en parcelas de productores de la microcuenca Orocuina, 2011

Finca	Variedades utilizadas	Ensayo	Área muestreada	Observaciones
Bella Vista	Cebolla Orlando	Compara rendimientos con diferentes dosis de fertilizantes (química, 94 kg ha ⁻¹ urea), composta (455 kg ha ⁻¹ de lombrihumus más 77 kg ha ⁻¹ urea) y sin fertilización, en tres parcelas de 1 320 m ² ; la distancia de siembra fue de 0.12 m entre plantas y 0.25 m entre surcos, en camellones de 1.20 m de ancho y 24 m de largo, con una altura de 15 cm desde la superficie del suelo.	440 m ²	Infiltración lenta de 7 minutos por pulgadas.
Las Cabuyas	Pasto Mulato II Pasto Gamba	Comparación de dos parcelas: en la primera se utilizó la variedad Mulato II, la siembra se efectuó con arado, con distancias de 0.3 m entre plantas y 0.8 m entre surcos, fertilizada con 91 kg ha ⁻¹ de 18-46-0 más 455 kg ha ⁻¹ lombrihumus. En la segunda se utilizó la variedad Gamba, la siembra se realizó al voleo y no se fertilizó. Ambas parcelas contaban con un área de 7026 m ² .	440 m ²	Baja disponibilidad de fósforo en el suelo (0.46 ppm), lo que representa una deficiencia para el cultivo, ya que la disponibilidad óptima en el suelo debe ser mayor de 12 ppm, para un buen suministro de este nutriente para el cultivo.

3.6.4 Elección y evaluación de los indicadores de calidad de suelo

En conjunto con los productores se escogieron algunos indicadores locales de calidad de suelo, que se pueden utilizar en campo y que permiten identificar la calidad de los mismos. Según CIAT (2002), objetivo de utilizar indicadores locales de calidad de suelos es asociar lo mejor de la ciencia del suelo con el principal conocimiento local que tienen los productores.

Para su evaluación se aplicaron los siguientes procedimientos.

- a) Profundidad del suelo (cm); se evaluó verificándola en dos lugares de la parcela (área alta y baja del relieve) la profundidad del horizonte hasta llegar al material parental o capa que limita el desarrollo radicular. Los equipos utilizados fueron barreno de espiral y una cinta métrica
- b) Espesor de la capa oscura o suelo agrícola (cm); se determinó abriendo tres orificios de 20 cm de ancho por 40 cm de profundidad, utilizando una pala, una tabla munsell de colores y una cinta métrica.
- c) Pendiente del terreno (%); Se calculó realizando tres puntos en la parcela donde se obtuvo un promedio de pendiente, utilizando el aparato A, una cinta métrica para ver la diferencia de nivel y poder calcular la pendiente, basada en los dos metros del aparato A.
- d) Textura del suelo (%); se evaluó mediante el tacto tomando una pequeña porción de suelo seco (20 g), luego se humedeció y se estimó a través del tacto el porcentaje de arcilla, arena y limo. En el laboratorio se aplicó el método de Bouyucos para determinar el porcentaje de partículas y luego se clasificó utilizando el triángulo textural.
- e) Acidez o alcalinidad del suelo (relación 1:2 en agua); se determinó mediante la mezcla de una pequeña proporción de suelo (10 g) y agua destilada (20 ml) en una relación 1:2 de suelo y agua destilada. En campo se utilizó una cinta indicadora de pH, con una relación 1:1 en suelo y agua.

f) Infiltración del agua en el suelo (pulg/min); se determinó utilizando un cilindro de 15.24 cm de diámetro (6 pulgadas), el cual se afirmó en la superficie del suelo a los 5.8 cm (2 pulgadas), luego se vertió el agua destilada graduada en un recipiente a los 449 ml, y posteriormente una vez que la superficie se tornó brillante, se registró el tiempo en minutos.

El muestreo de suelos se realizó con un barreno helicoidal a una profundidad de 20 cm, en tres sitios representativos (440 m²), previo al establecimiento de las parcelas, para luego enviarlas al Laboratorio de Suelo y Agua de la Universidad Nacional Agraria, y de esta manera obtener el análisis de los indicadores químicos (fósforo, pH y materia orgánica) y el indicador físico (textura).

La evaluación de cada uno de los indicadores de calidad de suelos definidos localmente fue determinada por medio de criterios a nivel de campo y de laboratorio. La tabla 4 hace referencia a los indicadores de calidad de suelo y los métodos empleados a nivel de campo y laboratorio para su debida determinación.

Tabla 4. Indicadores de calidad de suelo evaluado en el campo y en laboratorio

Indicadores	Método empleado en campo	Método empleado en laboratorio
Espesor orgánico	Profundidad de capa oscura en cm	
Textura	Al tacto	Bouyucos
Pendiente del terreno	Nivel A	
Infiltración	Cilindro de infiltracion 6 pulg	
Materia orgánica	Profundidad de la capa oscura	Walkle y Black (1932)
pH	Cinta de pH 1:1	pHachímetro de electrodos 1:2.5
Profundidad del suelo	Apertura de calicatas	
Porcentaje de pedregosidad	Estimación porcentual en una superficie de 1m ²	
Fósforo (P)		Olsen (1954)

En la tabla 5, se presentan los criterios utilizados para la interpretación local de resultados de laboratorio de cada uno de los indicadores (Quintana *et al.*, 1983).

Tabla 5. Criterios locales de calidad de suelo seleccionados en Orocuina-Somoto (2011), para monitoreo de calidad de suelo ensayos productivos de granos básicos, hortalizas y pastos.

Indicador de calidad	Criterios y escala de calidad		
	1 (buena)	2 (regular)	3 (pobre)
Pendiente en arado ¹	De 1 a 8 %	De 9 a 12 %	Mayor de 13%
Pendiente en falda ¹	De 1 a 10%	De 11 a 20%	Mayor de 21%
Profundidad ¹	Mayor de 30 cm	Entre 20 y 29 cm	Menor de 19 cm
Espesor organico ¹	Mayor de 10 cm	Entre 5 y 9 cm	Menor de 4 cm
Textura ²	Intermedia con poca arcilla	Con más arcilla que la primera	Pegajosa y jabonosa húmeda, polvosa o muy pesada en seco
Infiltración del agua en el suelo ¹	Rápida, menos de 3 minutos por pulgada de agua	Moderada, entre 4 y 6 minutos por pulgada de agua	Lenta, más de 7 minutos por pulgada de agua
pH del suelo ²	Entre 6 y 6.7	Entre 4 y 5	Mayor de 6.8
Materia organica ²	Mayor de 4 %	Entre 2 y 3 %	Menor de 1 %
Fósforo (P) ²	Mayor de 12 ppm	Entre 8 y 11 ppm	Menor de 7 ppm
Pedregosidad ¹	Menor de 8 %	De 9 a 10 %	Mayor de 11 %

Nota: ¹Indicadores evaluados en el campo ² Indicadores evaluados en el laboratorio

3.6.5 Descripción de las parcelas

En las fincas se establecieron cultivos, con un área muestreada de 440 m², en cada parcela con variedades de frijol (INTA-Rojo y Balín), maíz (NUTRADER y criollo Catacama), cebolla (Orlando) y pastos (Mulato II y Gamba), en las que se realizaron aplicaciones de enmiendas orgánicas (lombrihumus) e incorporación de fertilizantes sintético urea (46%) y 18-46-0 de acuerdo a cálculos realizados a partir de resultados de los análisis de laboratorio.

La distancia de siembra para el cultivo de frijol fue de 0.3 m entre plantas y 0.5 m entre surco (hileras), para el cultivo de maíz osciló de 0.3 m entre planta y 0.8 m entre surco, en cebolla fue de 0.12 m entre planta y 0.25 m entre surco; y para pasto osciló entre 0.3 m entre macolla o planta y 0.8 entre surco. Para el cálculo de la demanda de los fertilizantes en los cultivos bajo estudio, se utilizó un rendimiento esperado de 1.4 t ha⁻¹ (20 qq mz¹) en frijol, 2.3 t ha⁻¹ (32 qq mz⁻¹) en maíz, 17 t ha⁻¹ (238 qq mz⁻¹) en cebolla y 23 t ha⁻¹ de materia seca en pasto (tabla 6).

Tabla 6. Requerimiento de macronutrientes (kg ha⁻¹) para los sistemas productivos

Nutrientes	Frijol (1.4 t ha⁻¹)	Maíz (2.3 t ha⁻¹)	Cebolla (17 t ha⁻¹)	Pasto (23 t ha⁻¹)	Eficiencia del elemento (%)
Nitrógeno	75 kg ha ⁻¹ N	56 kg ha ⁻¹ N	58 kg ha ⁻¹ N	52 kg ha ⁻¹ N	50
Fósforo	28 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅	23 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅	24 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅	13 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅	30

Fuente: INPOFOS, 2004

En las tablas 6 y 7, se presenta la cantidad y aprovechamiento en kilogramos por hectárea de nutrientes suministrados a los sistemas de cultivos de granos básicos, hortalizas y pastos, determinados a partir del análisis químico realizado en el Laboratorio de Suelos y Agua de la Universidad Nacional Agraria.

A los productores se les orientó que las aplicaciones de fertilizantes en cada sistema productivo se debían realizar utilizando dosis mínimas, calculadas en base a los resultados de laboratorio.

Tabla 7. Fuente de nutrientes suministrados a los sistemas de cultivos frijol y pastos

Fuente	Dosis de enmiendas (kg ha⁻¹)	Forma elemental	Aporte (%)	Aporte de nutrientes (kg ha⁻¹)
Abono orgánico (lombrihumus en frijol)	727	N	1.7	12.36
		P ₂ O ₅	2.1	15.27
Abono orgánico (lombrihumus en pasto)	455	N	1.7	8
		P ₂ O ₅	2.1	10
Fertilizante sintético (Urea) en frijol	229	N	46	105
Fertilizante sintético (18-46-0) en pasto	91	N	18	16.36
		P ₂ O ₅	46	41.08

Tabla 8. Fuente de nutrientes suministrados a los sistemas de cultivos maíz y cebolla

Fuente	Dosis de enmiendas (kg ha⁻¹)	Forma elemental	Aporte (%)	Aporte de nutrientes (kg ha⁻¹)
Abono orgánico (lombrihumus en cebolla y maíz)	455	N	1.7	7.74
		P ₂ O ₅	2.1	9.56
Fertilizante sintético(urea) en cebolla	94	N	46	43.24
Fertilizante sintético(urea) en maíz	77	N	46	35.42
Fertilizante sintético(urea) en maíz	109	N	46	50

Finca Los Aguacates

Cultivo de frijol (INTA-Rojo y Balín)

Parcela uno con INTA-Rojo y parcela dos con Balín: se establecieron en un área de 3 513 m², logrando una población de 66 600 plantas ha⁻¹. La dosis de lombrihumus fue de 727 kg ha⁻¹ y 229 kg ha⁻¹ de urea.

Cultivo de maíz (NUTRADER y criollo Catacama)

Parcela uno con NUTRADER y parcela dos con criollo Catacama: consistieron en la delimitación de 3 513 m², definiendo una población de 41 625 plantas ha⁻¹. La dosis de lombrihumus fue 455 kg ha⁻¹ más la aplicación de 109 kg ha⁻¹ de urea.

Finca Bella Vista

Cultivo de cebolla (Orlando)

Parcela uno: se estableció una extensión de 1 320 m², alcanzando una densidad población de 92 800 plantas ha⁻¹. La dosis de urea fue 94 kg ha⁻¹.

Parcela dos: consistió en delimitar 1 320 m², con una densidad poblacional de 92 800 plantas ha⁻¹. La dosis de lombrihumus fue 455 kg ha⁻¹, más la aplicación de 77 kg ha⁻¹ de urea.

Parcela tres: incluyó un área de 1 320 m², definiendo una población de 92 800 plantas ha⁻¹, sin control base.

Finca Las Cabuyas

Cultivo de pasto (Mulato II-Gamba)

Parcela uno con Mulato II: se estableció en una extensión de 7 026 m², definiendo una población de 41 625 plantas o macollas ha⁻¹. La dosis de lombrihumus fue 455 kg ha⁻¹ aplicando, más la aplicación de 91 kg ha⁻¹ de 18-46-0.

Parcela dos con Gamba: se delimitó en un área de 7 026 m², con manejo agronómico y sin fertilización.

3.6.6 Características de los cultivares

Frijol INTA-Rojo: Es un grano de color rojo claro que madura entre los 75 a 80 días; se recomienda para el norte, centro y pacífico del país, siendo su rendimiento de 1 364 a 1 591 kg ha⁻¹ (21 a 25 qq mz⁻¹), presenta resistencia a las enfermedades del mosaico común y mosaico dorado. Se identifican tres zonas agroclimáticas de este cultivo zona seca o cálida, zona húmeda y zona semi húmeda (INTA, 2011), ubicándose el ensayo en esta última.

Frijol seda balín: Es un grano de color rojo claro que madura entre los 65 a 75 días; se recomienda para el norte y centro del país, siendo su rendimiento de 909 a 1 136 kg ha⁻¹ (14 a 18 qq mz⁻¹), posee 11 vainas por planta, 6 Semillas por vaina y 11 cm de longitud vaina, es susceptible a las plagas, pero es tolerante a la sequía (IICA *et al.*; 2011).

Maíz NUTRADER: Presenta grano de textura semicristalina, lo que le da mayor resistencia al ataque de gorgojo (*Sitophyllus* spp.); presenta tolerancia a efectos de sequía, alto porcentaje de proteína, con un potencial de rendimiento 2 227 a 2 450 kg ha⁻¹ (34 a 38 qq mz⁻¹), para un beneficio comercial de 1 773 a 2 227 kg ha⁻¹ (27 a 34 qq mz⁻¹). Se puede sembrar tanto en primera, postrera como en apante; produce entre los 110 y 115 días para el norte y centro del país. Responde muy bien a bajas precipitaciones y fertilización convencional (Espinoza, 2007).

Maíz criollo Catacama: Proviene de la población Catacama 9043 y fue introducida por el Programa Regional de Maíz (PRM) y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en convenios de colaboración con Nicaragua. Es una variedad que es apta para la siembra de primera y apante, posee un alto potencial de rendimiento y características deseables. Los días de cosecha van desde 110 a 115 días, con un rendimiento de 1 909 a 2 091 kg ha⁻¹ (30 a 32 qq mz⁻¹) para todo el país (INTA, 2011).

Cebolla Orlando: La cebolla (*Allium cepa* L) es una hortaliza de importancia socioeconómica, alimenticia y medicinal a nivel mundial. La cebolla se adapta bien a diferentes tipos de suelo, siempre que sean; fértiles y con buen drenaje, posean porcentajes mayores de un 3% de materia orgánica, pH de 6.0 a 7.0, con textura franca, franco arenosa, franco limosa. La siembra se inicia desde marzo hasta junio, con cosechas desde junio hasta octubre; la densidad poblacional es de 100 000 plantas ha¹, con un rendimiento promedio 17 t ha¹ (240 qq mz¹). La temperatura óptima para el cultivo es de 20 a 30 °C, para un buen desarrollo fisiológico (Medina, 2008).

Pasto Gamba: Según Méndez (2007), se adapta muy bien a regiones donde las temporadas de sequía es bastante larga (hasta 7 meses), presentando un rango de adaptación en una amplia gama de condiciones edáficas, tales como suelos aluviales (vertisoles y molisoles) y suelos de fertilidad media (alfisoles e inceptisoles), hasta suelos ácidos e infértiles con alto contenido de aluminio. La temperatura óptima para la floración es de 25 °C y la temperatura nocturna inferior a los 20 °C, retrasando notoriamente la floración de esta gramínea. La producción de pasto alcanza más de 20 toneladas por hectárea de materia seca anualmente.

Pasto Mulato II: Según CIAT (2000), es la alternativa más novedosa para mejorar la productividad en sistemas semi-intensivos de carne y leche, ya que produce 25 t ha⁻¹ de materia seca anualmente. Recomendado para regiones que poseen suelos ácidos, fertilidad media y baja, periodos de sequías prolongados, altas temperaturas; es un híbrido apomíctico lo que significa que es genéticamente estable, no segrega de una gemación a otra, por lo que puede durar muchos años.

3.6.7 Interpretación de resultados

a) Análisis de los datos

Los agricultores (as) fueron capacitados para el registro y toma de datos agronómicos en campo y de esos apuntes, se tomaron datos para realizar sus análisis estadísticos. Los resultados del monitoreo de línea base de calidad de suelo, fueron utilizados como insumos para interpretar los resultados de rendimiento.

Cumplidas las actividades de campo se aplicó un instrumento de encuesta (ver anexo 4), el cual permitió documentar el rendimientos en kg ha^{-1} y costos de producción, para realizar el análisis económico por cada sistema de cultivo.

Para ello se utilizó principalmente la estadística descriptiva y el procesamiento de los datos obtenidos, usando el programa Microsoft Excel, a partir del cual se generaron tablas, figuras, gráficos de barra y grafica radial.

b) Análisis económico

Los resultados agronómicos logrados en cada una de las fincas de la microcuenca Orocuina, se sometieron a un análisis económico, utilizando la guía para el manejo de ensayos productivos (Mendoza, *et al.*, 2012). Este análisis retoma elementos del método del presupuesto parcial publicado por el CYMMIT (1999).

Los cálculos realizados dentro de cada presupuesto fueron:

Rendimiento: Peso de la cosecha (kg ha^{-1}).

Precio de la cosecha: Valor comercial (C\$ kg).

Costos del manejo agronómico: Sumatoria del costo de las actividades realizadas en campo y registradas en el diario de los agricultores ($\text{C\$ ha}^{-1}$).

Costos de los insumos: Sumatoria de costo por insumo ($\text{C\$ ha}^{-1}$).

Costos totales: Incluyó la suma de costos de manejo agronómico más costos de los insumos (C\$ ha⁻¹).

Ingreso bruto: Se obtuvo al multiplicar el rendimiento por el precio de la cosecha (C\$ ha⁻¹)

Ingreso neto: Se adquirió deduciendo del ingreso neto, los costos de producción (C\$ ha⁻¹).

Relación beneficio costo: Es el resultado de dividir el ingreso bruto entre los costos totales, demostrando rentabilidad cuando la relación es superior a 1 (C\$ ha⁻¹).

c) Evaluación participativa de los ensayos

Se efectuó un taller donde los agricultores experimentadores, presentaron a los comunitarios los resultados de los cultivares estudiados; los medios utilizados fueron: dibujos de barras en paleógrafos y tablas de datos comparativas. Al final los comunitarios expresaron sus comentarios y sugerencias sobre los datos presentados y definieron actividades participativas, para darle seguimiento y evaluación a los ensayos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción de las fincas en estudio

Finca Los Aguacates

Ubicada en la comunidad La Germania, tiene una extensión de 13 ha (18 mz); 4 ha (6 mz) están destinadas a la agricultura con cultivo de maíz y frijol, 3.5 ha (5 mz) son usadas como área de pastoreo y 5 ha (7 mz) son ocupadas con diferentes especies de árboles. Los rendimientos promedios en el cultivo de maíz en los últimos tres años fueron de 1 617 a 1 727 kg ha⁻¹ (25 a 27 qq mz⁻¹) y en el cultivo del frijol de 909 a 9 54 kg ha⁻¹ (14 a 15 qq mz⁻¹).

Finca Bella Vista

Localizada en la comunidad La Ilusión, cuenta con una extensión de 81 ha (115 mz) de las cuales, 7 ha (10 mz) son destinadas a la agricultura (cultivo de maíz, frijol y caña de azúcar), 56 ha (80 mz) al pastoreo, 0.70 ha⁻¹ (1 mz⁻¹) con café, musáceas y 16 ha (24 mz) de bosque de pinos en asocio con pasturas. Los rendimientos promedios en el cultivo de frijol en los últimos tres años fueron de 455 a 545 kg ha⁻¹ (10 a 12 qq mz⁻¹) y en el cultivo de maíz fue de 1 136 a 1 364 kg ha⁻¹ (25 a 30 qq mz⁻¹).

Finca Las Cabuyas

Ubicada en la comunidad El Yaraaje, presenta una extensión de 27 ha (38 mz); en las cuales 6 ha (9 mz) están destinadas para la producción de granos básicos (maíz, frijol), 15 ha (22 mz) son utilizadas como área de pastoreo, 5 ha (7 mz) están ocupadas con árboles dispersos o tacotal y 1 ha⁻¹(1.42 mz) para la producción de sorgo. Los rendimientos promedios en el cultivo del maíz en los últimos tres años fueron de 773 a 909 kg ha⁻¹ (17 a 20 qq mz⁻¹), en el cultivo del frijol de 455 a 682 kg ha⁻¹ (10 a 15 qq mz⁻¹).

4.2 Estado de la calidad de los suelos en las parcelas estudiadas

De acuerdo con la clasificación de Quintana, *et al.*; 1983, la materia orgánica presenta contenidos medios para las tres fincas, ya que los valores oscilan entre 2.24 y 3.68 %. La profundidad de los suelos varía de (30 cm a 90 cm), la textura varía de franco arcillo arenosa, franco arcillo limosa a arcillosa. La acidez o pH en las fincas Los Aguacates y Bella Vista está entre 6.51 y 6.68, clasificado como ligeramente ácido, óptimo para la mayoría de los cultivos; sin embargo, en la finca Las Cabuyas presentó un pH de 7.51 muy ligeramente alcalino, apropiado para suelo con pasturas en áreas semiáridas, como es el caso del ensayo que se estableció. Las propiedades físicas se ven mejoradas por la presencia de piedras en la superficie, debido a que contribuyen a mejorar la porosidad y conservar la humedad del suelo.

El resultado de esta evaluación indica que la calidad de los suelos en la microcuenca Orocuina, es el resultado de múltiples factores, tales como las propiedades edáficas, sistemas de uso de la tierra y prácticas agronómicas, las cuales fueron particulares para cada parcela. Los valores obtenidos y que representan una limitante para el rendimiento de los diferentes cultivares en finca Los Aguacates (frijol) y Bella Vista (cebolla), son los contenidos medios de materia orgánica y la infiltración, lo cual está relacionado con la textura y al grado de compactación del suelo por exceso de labranza, así como el contenido pobre de fósforo en la finca Las Cabuyas. Este proceso contribuye a la de toma de decisiones que los agricultores de la zona realizan para mejorar o aumentar la productividad del suelo (Figura 3).

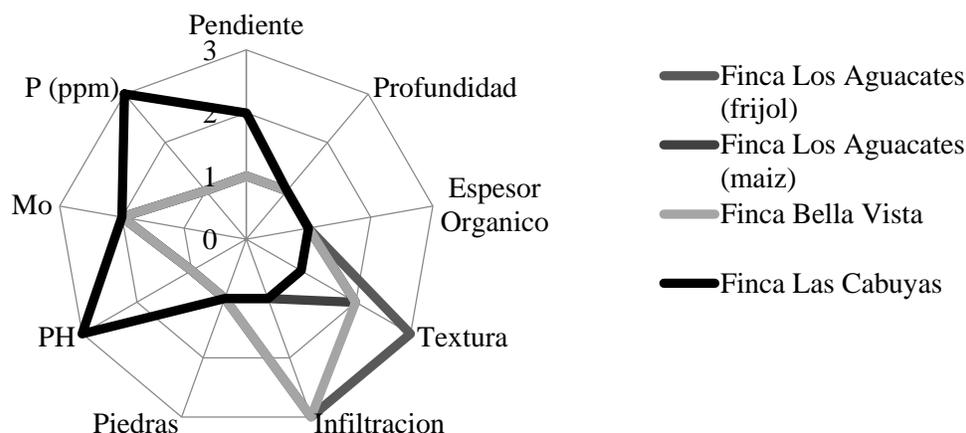


Figura 3. Estado de la calidad de suelos en la microcuenca Orocuina, basado en los criterios locales y análisis de laboratorio. Bueno (1), regular (2), y pobre (3).

De acuerdo con Hillel (1980) y FAO (1984), la tasa de infiltración de los suelos se clasifica como rápida en la finca Los Aguacates (frijol) y finca Bella Vista (cebolla), donde se mostraron valores de 8 y 7 minutos por pulgadas; mientras que en las fincas Los Aguacates (maíz) y Las Cabuyas (pasto), se clasifica como muy rápida con valores de 1 a 3 minutos por pulgada, lo cual indica un potencial de escorrentía superficial de leve a mínima. El contenido de fósforo fue clasificado como bajo para la finca Las Cabuyas con 0.46 ppm, lo que significa un desafío para el manejo de estos suelos y la agricultura, ya que el óptimo recomendable para todo tipo de cultivo debe de ser mayor a 12 ppm. Las pendientes de las parcelas oscilan entre 4 y 12%, rangos que se clasifican de bueno a regular según los criterios de calidad de suelo definidos para la microcuenca (ver Tabla 5).

En la tabla 9 se detallan los resultados de la evaluación de los indicadores de calidad de suelos pendiente, profundidad, espesor orgánico, infiltración, textura, piedras, pH, materia orgánica y fósforo, realizadas en campo y en laboratorio.

Tabla 9. Calidad de suelo en la microcuenca Orocuina, Somoto, 2011

Parcela	Pendiente* (%)	Profundidad* (cm)	Espesor orgánico* (cm)	Textura**	Infiltración* (pulg/min)	Piedras* (% m ²)	pH**	M.O** (%)	P** (ppm)
Finca Los Aguacates									
Cultivo Frijol	8	30 a 90	19	Franco arcilloso	8	8	6.51	2.93	31.55
Cultivo Maíz	4	30 a 90	13	arcillosa	1	6	6.62	3.68	19.08
Finca Bella Vista									
Cultivo Cebolla	6	30 a 90	10	Franco arcilloso arenoso	7	4	6.68	2.5	21.7
Finca Las Cabuyas									
Cultivo Pasto	12	30 a 90	30	Franco arcilloso limosa	3	7	7.51	2.24	0.46

Nota: * Indicadores evaluados en el campo ** indicadores evaluados en el laboratorio

a) Textura

Los suelos de la finca Los Aguacates presentaron una textura franco arcillosa (a los 10 cm) en las áreas destinadas a cultivos de frijol INTA Rojo y frijol Balín, para las parcelas con maíz Nutrader y maíz criollo Catacama una textura arcillosa. En la finca Bella Vista (cebolla Orlando) la textura es franco arcillo arenosa, y en la finca Las Cabuyas se presentó una textura franco arcillo limosa en el área pasturas Mulato II y Gamba (ver tabla 9). La clase textural ayuda a inferir la repuesta que puede manifestar el suelo frente un manejo determinado, tal como la labranza o su comportamiento frente al riego.

b) Reacción o pH del suelo

Los valores obtenidos de pH se encuentran en el rango de 6.51 a 6.68 considerados óptimo para la mayoría de los cultivos; sin embargo, en la finca Las Cabuyas el pH fue de 7.51 clasificado como muy ligeramente alcalino, aunque es un limitante para muchos otros cultivos, este tipo de pH en suelo es propicio para pasturas en áreas semiáridas, como es el caso de esta finca. El pH es uno de los principales responsables en la disponibilidad de nutrientes para las plantas, influyendo en la mayor o menor asimilabilidad de los nutrientes.

c) Materia orgánica (MO)

La materia orgánica presenta contenidos medios, con valores que oscilan entre 2.24 a 3.68 % para las tres fincas, la cual se clasifica como regular (tabla 5); su degradación está relacionada con prácticas de manejo de suelos inadecuadas, tales como la quema, no incorporación de rastrojos, labranza a favor de las pendientes y la erosión de la capa superficial del suelo. La materia orgánica (MO) es un indicador clave de la calidad del suelo, ya que incide directamente sobre propiedades edáficas, tales como estructura, disponibilidad de agua y nutrientes, en especial de nitrógeno.

d) Fósforo disponible

Los datos de laboratorio (ver tabla 9) indican contenidos óptimos de fósforo disponible en las fincas Los Aguacates y Bella Vista (19.08 a 31.55 ppm, respectivamente). No así en la finca Las Cabuyas donde el contenido de fosforo disponible es pobre (0.46 ppm); esto se debe a que tanto en suelos ácidos como alcalinos, el fósforo tiende a sufrir una cadena de reacciones que producen compuestos fosforados de baja solubilidad. Por lo tanto, durante el largo tiempo que el fósforo permanece en el suelo, las formas menos solubles, y por ende las menos disponibles para la planta, tienden a aumentar.

e) Profundidad

La profundidad de los suelos es moderada (30 a 90 cm) en las tres fincas bajo estudio. La disminución de la profundidad de los suelos, se relaciona con la evolución histórica del uso y manejo de los suelos que favorece la erosión y reduce su capacidad productiva (Quintana *et al.*, 1983).

f) Espesor orgánico

El espesor orgánico del suelo oscila entre 10 cm y 30 cm, el cual se clasifica como bueno en las tres fincas (tabla 5). No obstante, hay que hacer un énfasis para reconocer que la disminución del valor de este indicador de calidad de suelo se debe a que los suelos carecen de una cobertura vegetal adecuada y no se realizan las prácticas necesarias para la conservación; el espesor del suelo se ha reducido por la erosión hídrica en áreas con pendiente.

g) Pendiente del terreno

Las pendientes del terreno en las parcelas bajo estudio oscilan entre 4 y 12 % (ver tabla 9), lo cual no representa una limitante para el desarrollo de las actividades productivas convencionales; sin embargo, en la mayor parte del territorio la vocación natural de estas tierras es agroforestal y forestal.

h) Piedras

La cantidad de piedras encontradas no representan una limitante para las actividades productivas, ya que en las parcelas se encontró entre 4 a 8 % de piedras por m² (ver tabla 9).

i) Infiltración

La tasa de infiltración de los suelos se clasifica como rápida en la finca Los Aguacates (frijol) y finca Bella Vista (cebolla), donde se encontraron valores de 8 y 7 minutos por pulgadas; mientras que en las fincas Los Aguacates (maíz) y Las Cabuyas (pasto) se clasificó como muy rápida, con valores de 1 a 3 minutos por pulgada. Estas tasas inducen a potenciales de escorrentía superficial de leve a muy leves; no obstante, hay que mencionar que la evaluación se hizo en período seco, en el cual los suelos arcillosos tienden a formar pequeñas grietas que facilitan la circulación del agua con mayor rapidez, por tanto, este dato de infiltración debe tomarse con precaución. Pero, es importante destacar el efecto benéfico de la materia orgánica del suelo y las raíces de las plantas, en el comportamiento de este indicador.

4.3 Comportamiento de cultivares alternativos

4.3.1. Cultivo de frijol

En la finca Los Aguacates, la variedad de frijol INTA-Rojo presentó rendimiento de 1 045 kg ha⁻¹ (16 qq mz⁻¹), menor al obtenido en la variedad local frijol Balín con 1 136 kg ha⁻¹ (18 qq mz⁻¹), utilizando la misma enmienda orgánica y sintética (lombrihumus mas urea) figura 4.

Los resultados demuestran una diferencia de 4.19 % en los rendimientos de la variedad local en comparación de la variedad introducida, lo cual está relacionado con la afectación del rendimientos por las fuertes lluvias durante el período de floración y cosecha del cultivo introducido, el cual es recomendado para zonas con riesgo de sequía.

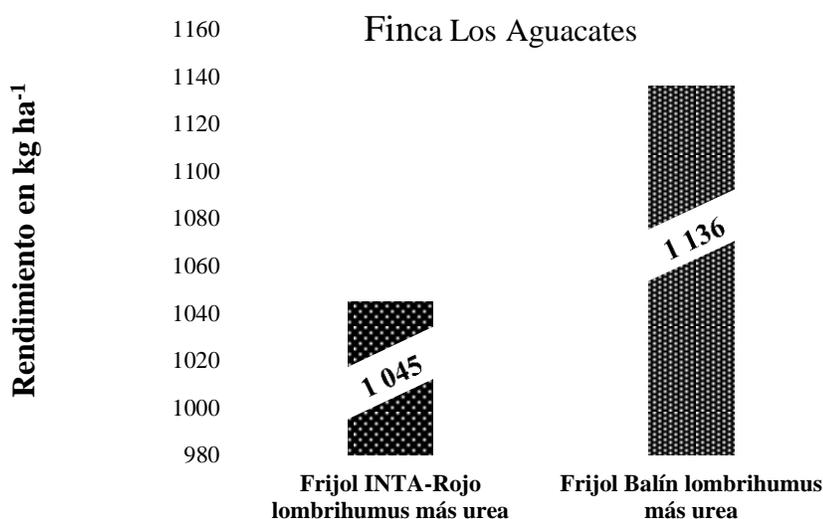


Figura 4. Rendimiento de frijol por variedad y tipo de fertilización

Para los productores, el frijol Balín tiene un alto potencial productivo característico de la variedad, adaptada a esta zona. Sin embargo, señalan que se requiere seguir estudiando la variedad INTA-Rojo, debido a que presenta mejor cocción; estas opiniones fueron vertidas por los comunitarios en el tercer taller de evaluación, donde se analizaron los resultados de los ensayos y se identificaron acciones a futuro.

La incorporación de los abonos orgánicos mejoran la fertilidad del suelo al aumentar la capacidad para retener e intercambiar los nutrientes, como también mejoran el contenido de materia orgánica en el suelo (Biblioteca del Campo, 2002); es por eso que se optó por esta alternativa de fertilización en dicho cultivar, dado el contenido medio de materia orgánica en el suelo, como una manera de influir en el rendimientos de los cultivos.

Según Estrada y Castillo (2004), la formación de vainas es una de las etapas donde existe mayor demanda de nutrientes por parte de este cultivo, siendo aun mayor la demanda de fósforo, elemento esencial en la etapa reproductiva del frijol.

La incorporación de fósforo (P) al suelo, es el principal elemento nutritivo que necesita el frijol para expresar su potencial productivo, y clave no sólo para restituir los niveles de nutrientes en el suelo, sino también para obtener plantas más vigorosas y promover la rápida formación y crecimiento de las raíces, haciéndolas más resistentes a la falta de agua (IICA *et al.*, 2009). Sin embargo, no se aplicó una fertilización fosforada porque los suelos de la finca Los Aguacates mostraron alto contenido de fósforo (según el análisis de suelo realizado por la UNA, 2011)

El nitrógeno es un elemento que hace que la planta aproveche mejor el fósforo; la aplicación de urea hace que las plantas absorban mejor el fósforo disponible en el suelo, es por esto que se decidió la aplicación de nitrógeno debido a baja disponibilidad de este elemento en el suelo.

Los suelos de Nicaragua por ser de origen volcánico contienen grandes cantidades de potasio; pero, el frijol necesita bajas cantidad de este elemento en comparación con otros cultivos (IICA *et al.*, 2009). Es por eso que la finca Los Aguacates, por tener alto contenido de potasio en el suelo, no se espera respuesta a las aplicaciones de fertilizantes potásicos

4.3.2 Cultivo de Maíz

En la finca Los Aguacates la variedad alternativa Nutrader obtuvo $1\ 682\ \text{kg ha}^{-1}$ ($26\ \text{qq mz}^{-1}$) en cuanto a rendimiento se refiere, mientras que la variedad local Catacama alcanzó un rendimiento mayor de $1\ 954\ \text{kg ha}^{-1}$ ($30\ \text{qq mz}^{-1}$), lo cual representa un 11.48 % de incremento con respecto a la variedad introducida Nutrader, (Figura 5). Pero hay que destacar que el rendimiento de la variedad introducida fue afectado por exceso de humedad, ya que esta variedad presenta la particularidad que la punta de la mazorca no es cubierta totalmente por la bráctea (tuza), quedando el grano expuesto al contacto con el agua.

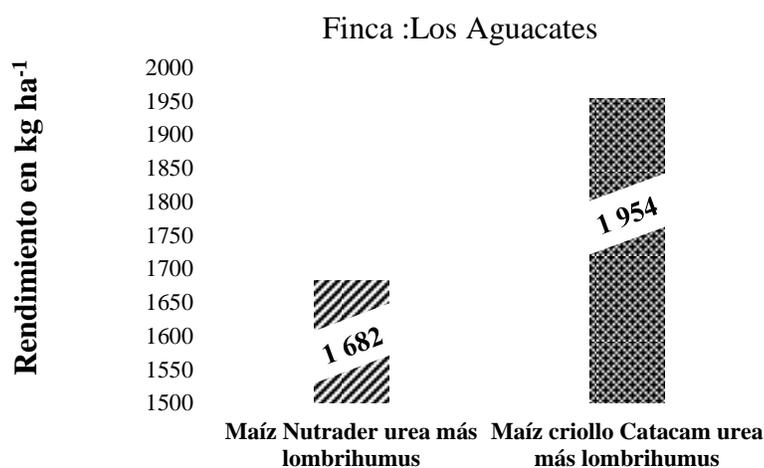


Figura 5. Rendimientos de maíz por variedad y tipo de fertilización

De manera general, se pudo observar un comportamiento positivo del cultivar introducido y de la fertilización, ya que esta se proporcionó de acuerdo al análisis de suelo y los requerimientos del cultivo; durante el desarrollo vegetativo las plantas acumularon adecuadas cantidades de nutrientes, las cuales fueron trasladados durante la etapa reproductiva al grano, es decir que el fertilizante industrial (urea) y el lombrihumus proporcionaron los nutrientes requeridos por el cultivo.

Son muchos factores los que condicionan el rendimiento, por esta razón se tiene que considerar el ambiente específico en el cual se realizó el ensayo (Estrada y Castillo, 2004).

Según Dotta y Ancia (2004), el manejo eficiente del cultivo de maíz depende de varios factores, tales como la elección del híbrido, control de malezas y fertilización. Este último es uno de los pilares para alcanzar rendimientos elevados, sostenidos en el tiempo y con resultados económicos positivos.

La eficiencia agronómica de la urea, es tan positiva como cualquier otro fertilizante nitrogenado, cuando se incorpora al suelo inmediatamente luego de su aplicación. Por otro lado, los abonos orgánicos son una alternativa económica y viable para terminar paulatinamente con la dependencia de los abonos sintéticos (Estrada y Castillo, 2004).

El lombriabono es uno de los mejores abonos orgánicos, porque posee un alto contenido en nitrógeno, fosforo, potasio, calcio y magnesio, elementos esenciales para el desarrollo de las plantas (IPADE *et al.*, 2009).

El nitrógeno es uno de los nutrientes esenciales que más limitan el rendimiento del maíz participando en la síntesis de proteínas y por ello es vital para toda la actividad metabólica de la planta; su deficiencia provoca reducciones severas en el crecimiento del cultivo básicamente por una menor tasa de crecimiento y expansión foliar que reducen la captación de la radiación solar.

El maíz comienza su mayor consumo de nitrógeno a partir de seis a ocho hojas completamente expandidas, por lo que antes de comenzada esta etapa fenológica, el cultivo debería disponer de una oferta de nitrógeno adecuada para satisfacer su demanda para el crecimiento (Estrada y Castillo, 2004).

4.4.3 Cultivo de Cebolla

En la finca Bella Vista, el rendimiento obtenido para el cultivo de cebolla (Orlando) en los tratamientos establecidos fueron, 14 544 kg ha⁻¹ (225 qq mz⁻¹) en fertilización química, 8 954 kg ha⁻¹ (138 qq mz⁻¹) en fertilización compuesta y 6 079 kg ha⁻¹ (94 qq mz⁻¹) en la parcela que no se fertilizó, (Ver figura 6). En otras palabras, la fertilización química o industrial incremento en un 19 % el rendimiento con respecto al tratamiento compuesto y en un 28 % con respecto al tratamiento sin fertilización. Esto podría estar asociado a la rápida solubilidad del fertilizante industrial que corresponde con el corto periodo que la planta de cebolla lo requiere.

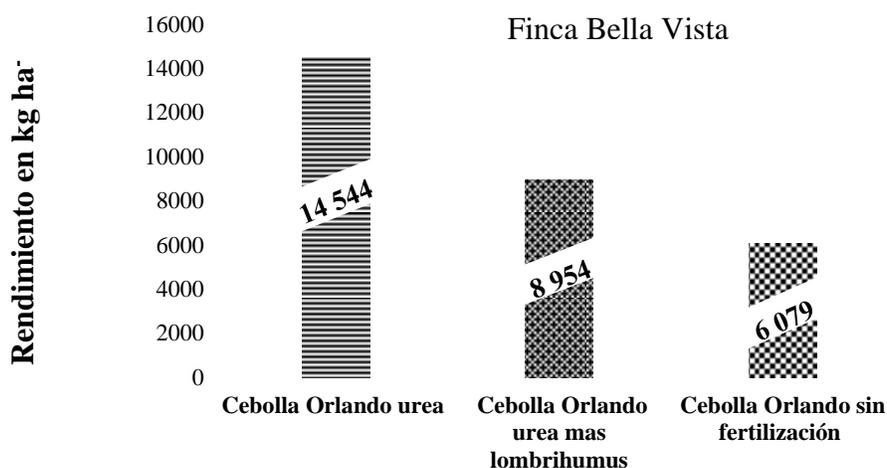


Figura 6. Rendimientos de cebolla (Orlando), según tipo de fertilización

En esta parcela, utilizando el análisis de los indicadores de calidad de suelo se observó que estos suelos presenta un déficit de nitrógeno disponible para la planta, como también porcentajes medios de materia orgánica; gracias a esta evaluación se pudo reflejar los elementos limitantes y mediante el cálculo de dosis de fertilizante fue posible decidir una óptima fertilización y la mejora en las condiciones físicas del suelo, que permitiera elevar los rendimientos.

El Nitrógeno forma parte importante en la composición proteica del cultivo de la cebolla, incide en la generación de nuevos órganos vegetativos y en la productividad. La carencia de nitrógeno se observa por poco desarrollo de los órganos vegetativos, color amarillento en las hojas más viejas, maduración precoz de los bulbos y tamaño reducido de los bulbos.

Mientras que el fósforo sirve como vehículo para el transporte de energía a los diferentes procesos del metabolismo e incide en el desarrollo del sistema radicular, favorece la maduración y prolonga la vida de los bulbos, las hojas nuevas se tornan verde oscura. El exceso no es muy común y puede inducir a una deficiencia de calcio (Pérez, 2001); sin embargo, este no es el caso en esta parcela de la finca Bella Vista, ya que el suelo presenta altos contenidos de fósforo disponible para el cultivo de cebolla, por esta razón no se incluyó una fertilización fosforada

El potasio participa en el transporte de los hidratos de carbono, favoreciendo la maduración y la resistencia a las enfermedades. La carencia, provoca la muerte de las hojas más viejas seguidas por el secamiento y muerte de las puntas, afectando el desarrollo de los bulbos. El exceso determina una deficiencia del magnesio, nitrógeno y calcio por la acción antagónica del potasio, estudios realizados con anterioridad demuestran que estos suelos poseen contenidos óptimos de potasio disponibles para la plantas (Medina, 2008).

Los factores de mayor importancia en la producción de hortalizas de buena calidad y en forma económica, son: suelo en óptimas condiciones físicas y químicas, agua abundante y drenaje adecuado. Se reconoce además, que el efecto de los fertilizantes orgánicos (lombrihumus) sobre las plantas está condicionado en gran parte, por las propiedades físicas del suelo (Guerrero, 1995).

4.3.4 Cultivo de pasto

En la finca Las Cabuyas, se estableció el cultivar mejorado Mulato II, para comparar el rendimiento de biomasa en relación al pasto local gamba. Los rendimientos obtenidos fueron de 20 271 kg ha⁻¹ de biomasa seca para el cultivar Mulato II y 15 180 kg ha⁻¹ para el pasto Gamba en el año 2011; esto representa un incremento del 21% con respecto a la producción de biomasa del pasto local Gamba (*Andropogon Gayanus*). Estos resultados demuestran que el potencial productivo de esta *Brachiaria* es alto, pero hay que señalar que el desarrollo radicular y la producción de biomasa, exige una alta demanda de nutrientes. El cultivar (Mulato II), se adapta a condiciones de trópico húmedo y trópico sub-húmedo.

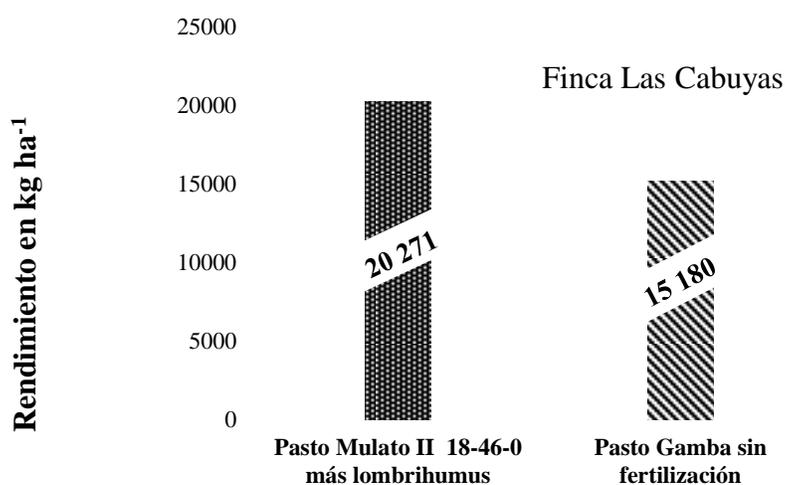


Figura 7. Rendimiento de pastos por variedad y tipo de fertilización

Este ensayo se procedió a fertilizar con completo (18-46-0) más lombrihumus, debido al bajo contenido de fósforo y nitrógeno que presentaba este suelo, así como un bajo porcentaje de materia orgánica. Se sabe que en la fertilización para establecimiento de pasturas, el fósforo juega un papel destacado, especialmente debido a que es un elemento determinante del desarrollo radicular. La deficiencia de fósforo como de otros elementos nutricionales para la planta durante el establecimiento del pasto, compromete muy seriamente el futuro de la pastura.

El nitrógeno es el principal elemento que limita el crecimiento de las plantas forrajeras y en el caso particular de las gramíneas, por lo que tiene la mayor importancia en la producción de materia seca e influye en la calidad de los pastos, al intervenir en el contenido de proteína cruda y digestibilidad. El nitrógeno influye sobre el crecimiento de los pastos al controlar la promoción y desarrollo de nuevos brotes, aumenta el número de hojas por planta y con ello el área foliar.

La mayor producción de forraje generado por la fertilización nitrogenada lleva necesariamente a una mayor extracción o demanda de otros nutrientes, particularmente el fósforo, potasio, azufre, magnesio y calcio. En consecuencia, si el suelo no dispone de suficientes cantidades de estos elementos y no son añadidos como fertilizantes, una buena parte del beneficio de los fertilizantes nitrogenados se perderá y además, disminuirá acentuadamente el valor nutricional del forraje (Laredo y Anzola, 1982).

La fertilización para establecimiento debe tener como objetivo generar en el suelo óptimas condiciones de fertilidad, con el fin de que el desarrollo inicial de la pastura sea abundante y vigoroso. Es evidente que en una alta proporción de pastura, sea pradera o pasto de corte, dependerá de una fertilización apropiada (Fajardo e Ibarra, 1982).

4.4 Análisis económico de los ensayos evaluados

Según el análisis beneficio - costo de inversión de cada ensayo establecido es recuperada. Los resultados indican que por cada córdoba invertido, el productor puede recuperar los costos incurridos y obtener un ingreso neto adicional.

En la finca Los Aguacates, la producción de frijol variedad introducida INTA-Rojo se vio afectado por los excesos de lluvia disminuyendo así su rendimiento, ya que esta variedad es tolerante a sequía. Sin embargo la variedad local frijol Balín incrementó su beneficio costo en un 6 %, debido a su adaptabilidad a la zona mostrando un mejor rendimiento incluso que años anteriores; esto quiere decir que los requerimientos nutricionales para el cultivo fueron mejorados. Hay que destacar que la diferencia de precio de semilla con la variedad introducida, influye en la rentabilidad económica.

En la finca Los Aguacates, en el cultivar de maíz la variedad introducida Nutrader fue menos rentable en un 8 % en cuanto a la variedad local maíz Catacama, debido a que la variedad introducida es susceptible a los periodos de lluvias prolongados, ya que esta presenta una característica particular la bráctea no cubre todo el fruto y este se pudre por mucha humedad.

En la finca Bella Vista, el cultivar de cebolla Orlando con diferentes tipos de fertilización; la fertilización química o industrial incrementó en un 19 % la rentabilidad económica, con respecto al tratamiento compuesto y en un 28 % con respecto al tratamiento sin fertilización. Esto está asociado con los costos de producción que van incrementando de acuerdo al tipo de fertilización y a la diferencia de rendimiento productivo.

En la finca Las Cabuyas, el cultivar de pasto Mulato II como variedad alternativa disminuyó su rentabilidad en un 4 %, en relación al pasto gamba variedad local debido al tipo de manejo agronómico y diferencias en costo de fertilización, ya que la variedad introducida utilizó completo (18-46-0) más lombrihumus y la variedad local sin fertilización.

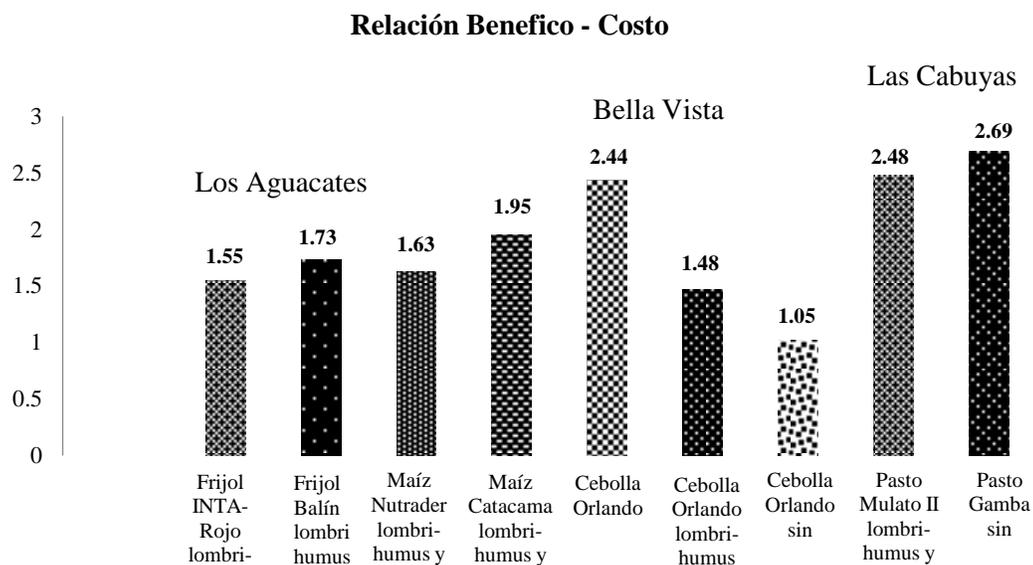


Figura 8. Rentabilidad económica

En resumen, la inversión en mejora de la calidad de los suelos es alta en un primer año de implementación; sin embargo, se requiere evaluar al menos 3 años para analizar el comportamiento de los resultados expresados en el análisis económico.

IV. CONCLUSIONES

La evaluación de indicadores de calidad de suelo con criterios locales muestra que las parcelas bajo estudio presentan una calidad de suelo de buena a pobre; a la vez se determinó, que los factores que tienden a restringir la calidad de este recurso son los siguientes: Infiltración del agua en el suelo, textura, pH o reacción del suelo y baja disponibilidad de fósforo.

El uso de los análisis de suelo e indicadores sencillos de calidad de suelo, ayuda a los comunitarios a seleccionar opciones de manejo de suelo más integrales. Esta es una práctica nueva para los agricultores del área que contribuye a mejorar el uso de enmiendas de fertilización y manejo agronómico.

Las variedades introducidas de frijol (INTA-Rojo) y maíz (Nutrader) en este ciclo mostraron un menor rendimiento, adaptabilidad y rentabilidad económica, en relación a las variedades utilizadas localmente frijol Balín y maíz Catacama, lo cual está asociado a excesos de lluvias durante los períodos de floración y cosecha, dado que estas se recomiendan para zonas secas.

El cultivar de cebolla Orlando, presentó un rendimiento mayor en la parcela fertilizada con urea y menor en las que se utilizó fertilizante compuesto y sin fertilizar; esto podría estar asociado a la rápida solubilidad del fertilizante industrial que corresponde con el corto periodo que la planta de cebolla lo requiere.

La variedad de pasto Mulato II obtuvo mayor rendimiento con respecto a la variedad local Gamba, pero su rentabilidad económica fue menor, ya que el pasto introducido tuvo mayores costos de manejo agronómico y fertilización.

La documentación de este tipo de ensayos a nivel local permite acelerar los procesos de aprendizaje entre agricultores (as), dado que suministra información previa sobre una tecnología, sirviendo esto como un mecanismo de reducción de riesgos frente a los fenómenos climáticos, al conocer los potenciales de las variedades locales.

La relación beneficio costo fue mayor en los sistemas de pasturas Gamba y Mulato II (2.69 y 2.48 respectivamente), seguida del sistema cebolla Orlando con fertilización sintética (2.44), los cultivos de maíz Catacama y frijol Balín (1.95 y 1.73, respectivamente). La menor relación beneficio costo se obtuvo en cebolla Orlando sin fertilizar (1.05). El análisis de la relación beneficio costo le permite a una familia, tener elementos para seleccionar una mejor opción productiva amigable con el ambiente y de rentabilidad económica.

La inversión en mejoras de la calidad de los suelos es alta en un primer año de inversión, lo que sugiere la necesidad de dar subsidios a los agricultores, que les permita financiar la introducción de mejoras a la calidad y conservación de suelos

VI. RECOMENDACIONES

La estrategia de mantener y/o incrementar el contenido de materia orgánica en los suelos; mediante rotación de cultivos, incorporación de rastrojos, y labranza conservacionista, debe ser una acción permanente de promoción comunitaria en las fincas, con apoyo de los proyectos de desarrollo rural.

Continuar validando variedades alternativas en sistemas productivos mediante ensayos con agricultores, para seleccionar materiales de mayor adaptabilidad local, y de esta manera sean incorporados en los sistemas de extensión local.

Es recomendable continuar evaluando los rendimientos de las variedades de pastos locales y alternativas con pastoreo de ganado para determinar su impacto en la producción de carne, leche y reducción de la presión a deforestar el bosque por avance de las pasturas.

VII. LITERATURA CITADA

- Alcaldía de Somoto, UNA, MCN, TROCAIRE, MARENA. 2011. Plan de ordenamiento territorial, micro cuenca Orocuina, Somoto, Madriz. Managua. NI.
- Andrews, S., Karlen, L., Cambardella, C. 2004. The Soil Management Assessment Framework: A Quantitative Soil Quality Evaluation Method. *SoilSci. Soc. Am. J.* 68:1945–1962.
- Bautista, A.; Etchevers, J.; Castillo, R. Gutiérrez, C. (2004). Calidad del suelo y sus Indicadores. Ecosistemas .Vol. XIII. Alicante –España.
- Biblioteca del Campo. 2002. Manual Agropecuario. Editorial Limerin S. A. Bogotá – Colombia Págs. 29, 30, 527, 528, 541, 542. (en línea). Consultado 14 marzo. 2013. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos81/cambios-fisicos-quimicos-biologicos-suelo/cambios-fisicos-quimicos-biologicos-suelo3.shtml>.
- Bisquerra, R. 2009. Metodología de la investigación educativa (2ª edición). Ed. La Muralla S.A (en línea). Consultado 14 marzo. 2013. Disponible en: [https://www.google.com.ni/#q=Bisquerra%2C+R.+2009.+Metodolog%C3%ADa+de+la+investigaci%C3%B3n+educativa+\(2%C2%AA+edici%C3%B3n\).+Ed.+La+Muralla+S.A](https://www.google.com.ni/#q=Bisquerra%2C+R.+2009.+Metodolog%C3%ADa+de+la+investigaci%C3%B3n+educativa+(2%C2%AA+edici%C3%B3n).+Ed.+La+Muralla+S.A)
- Carter, M.R., 2002. Soil Quality for Sustainable Land Management: Organic Matter and Aggregation Interactions that Maintain Soil Functions. *Agronomy Journal.* 94: 38 – 47.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Trópica). 2002. Método participativo para identificar y clasificar indicadores locales del suelo a nivel de microcuenca guía 1. (CIAT), (BID), (COSUDE) impreso en Cali Colombia 2559.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Trópica). 2000. Mulato II Brachiaria Hibrido (CIAT36087). (en línea). Consultado 18 de noviembre. 2013. Disponible en: <http://www.grupopapalotla.com/productos-mulatoii.html>
- Chen, 2000. Relationship between heavy metal concentrations in soils of Taiwan and uptake by crops. www.fftc.agnet.org/library/article/tb149.html Food and fertilizer technology center.
- CIMMYT 1999. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F., México.
- Doran, J W., T. Parkin, 1994. Calidad del suelo. *Sociedad de la Ciencia del Suelo de América* 677: 3-21.
- Dotta, J.; Anca, V. (2004) Fertilización en Maíz. pp. 8. (en línea). Consultado 16 marzo. 2013. Disponible en: <http://www.corforiolorado.gov.ar/archivos/fertilizacionmaiz.pdf>

- Espinoza, A. 2007. Nutraider variedad de maíz de alta calidad de proteínas. INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). Managua, NI. (Brochur).
- Estrada, M.; Catillo, J. (2004) Evaluación de dos tipos de fertilizantes orgánicos (gallinaza y estiércol vacuno) y un mineral en el crecimiento y rendimiento del cultivo de frijol común (*Phaseolus Vulgaris L.*) variedad DOR -364. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 55 pp.
- FAO, 1984. Proteger y Producir. Conservación del suelo para el desarrollo. Roma, Italia. Hudson, Norman. 1892. Conservación de suelo. Editorial Reverté, S.A. Barcelona, España. 355 pp. Gee, G.W., and Bauder, J.W., 1986. Particle-size Analysis. Chap. 15, p. 383-411. In *Methods of soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods*. Second Edition. A. Klute ed. Amer. Soc. of Agron. Madison, WI. Agronomy monograph no. 9 (2nd edition).
- Fajardo, B. R. e Ibarra, M. S. 1982. Respuesta del pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) a diferentes tipos de fertilizante. Tesis de Zootecnista. Bogotá, Universidad Nacional, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 59 p.
- Guerrero, R.; 1995. Fertilización de los cultivos en clima medio. Ingeniero Agrónomo, M. Sc. Profesional Consejero, Monómeros Colombo Venezolanos, S.A. (E.M.A.), Profesor Asociado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia.
- Hillel, D., 1980. *Fundamentals of soil physics*. Academic Press, Inc. (London) Ltd., ISBN: 0-12-348560-6 pp. 413pp.
- IPADE, PADESAF-Rama, Cooperación Austriaca para el Desarrollo. 2009. Programa para el desarrollo de sistemas agroforestales con fomento al cultivo de cacao y sistemas silvopastoriles. Municipio de El Rama, RAAS. Managua. NI. 23 pp.
- IICA, Red SICTA, COSUDE. 2011. Catálogo de frijoles criollos rojo seda de Las Segovia, Nicaragua: caracterización molecular y morfo agronómica, Cooperación Suiza en América Central. Managua: IICA, 2011. 108 p. 17.5 x 23 cm.
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 2011. Guía técnica frijol INTA Rojo. Edición Managua, Nicaragua.
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 2011. El Morrallito del cultivo de maíz. 2da edición, N.4. Managua, Nicaragua.
- IICA, RED SICTA, COSUDE. 2009. Guía técnica para el cultivo de frijol en los municipios de Santa lucia, Teustepe y San Lorenzo del Departamento de Boaco, Nicaragua. 28 pp.
- Laredo, C. M. y Anzola, V. M. 1982. Valor nutritivo de pastos tropicales. IV Pasto Puntero (*Hyparrhenia rufa*) anual y estacional. *Revista ICA* 17 (3): 119-125.

- Medina, J. 2008. Cebolla: guía técnica. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Santo Domingo, DO. 64p.
- Mendoza, R.; Bonilla, G.; Aguirre, C. (2012). Guía para el manejo de ensayos productivos. Edición Managua, Nicaragua. 34pp.
- Méndez, V. 2007. Comportamiento productivo del pasto gamba (*Andropogon gayanus* kunth CIAT 621), en condiciones con y sin quemas, Finca Sta. Rosa, UNA, Managua. 2005 –2006. Managua, Nicaragua.
- Mueller, T G. 2004. K .Mathias, P.L Cornelio.El suelo del sitio específico de gestión de fertilidad: Un modelo de calidad. SoilSci. Soc. de la mañana.J.68:2031-204
- NRCS, 2001.Directrices para la evaluación de la calidad del suelo en la planificación de la conservación. Departamento de Agricultura de Estados Unidos. - Servicio de Conservación de Recursos Naturales - Instituto para la Calidad del Suelo. Editor: Betty Joubert, Especialista de Asuntos Públicos, Albuquerque, NM. 153 pp.
- Pérez, D. 2001. Resumen sobre la fertilización del cultivo de cebolla a técnico de la Dirección Regional Agropecuaria Central de la Secretaría de Estado de Agricultura. Baní DO. Mimeografiado 2 p.
- Quintana, O.; Blandón, J; Flores, A. y Mayorga, E. 1983. Manual de fertilidad para los suelos de Nicaragua. Editorial primer territorio indígena libre de América Latina, Nueva York, Managua, 60 pp.
- Rossi, M. 2004. Evaluación de la estabilidad estructural en superficie, a través de las propiedades hidráulicas. En R. Filgueira y F. Micucci, Editores. Metodologías físicas para la investigación del suelo: Penetrometría e Infiltración. Editorial de la Universidad de la Plata. Pp. 121-130.
- Sharma, K L.; Mandal, U.K.; Srinivas, K.; Vittal, K R. 2005. Long term soil management effects on crop yields and soil quality in a drylandAlfisol. Soil&TillageResearch. 83: 246–259.
- Sánchez-Marañón, M., Soriano, M., Delgado, G., Delgado, R. 2002. Soil Quality in Mediterranean Mountain Environments: Effects of Land Use Change. SoilSci. Soc. Am. J. 66: 948–958.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Itinerario técnico para la finca Los Aguacates

FINCA	Los Aguacates			
	Frijol INTA Rojo lombrihumus + urea	Frijol Balín lombrihumus + urea	Maíz Nutrader lombrihumus+ urea	Maíz Catacama lombrihumus + urea
Rendimiento (kg ha⁻¹)				
Cultivo de frijol (kg ha ⁻¹)	1 045	1 136		
Cultivo de maíz (kg ha ⁻¹)			1 682	1 954
Valor de cosecha (C\$ qq)	800	800	300	300
Costos del manejo agronómico (C\$ha⁻¹)				
Siembra al espeque	600 (6 d/h)	600 (6 d/h)	600 (6 d/h)	600 (6 d/h)
Aplicación de fertilizante	800 (8 d/h)	800 (8 d/h)	900 (9 d/h)	900 (9 d/h)
Chapia	900 (9 d/h)	900 (9 d/h)	600 (6 d/h)	600 (6d/h)
Aplicación de herbicida doble	1 200 (12d/h)	1 200 (12 d/h)	600 (6 d/h)	600 (6 d/h)
Arranca de frijol	1 300 (13 d/h)	1 300 (13 d/h)		
Tapisca de maíz			900 (9 d/h)	900 (9 d/h)
Aporreo	500 (5 d/h)	500 (5 d/h)	300 (3 d/h)	300 (3 d/h)
Soplado	200 (d/h)	200 (d/h)		
Costos de los insumos (C\$ ha⁻¹)				
Fertilizante Lombrihumus	1 600 (16 qq)	1 600 (16 qq)	1 300 (13 qq)	1 300 (13 qq)
Fertilizante Urea	2 500 (5 qq)	2 500 (5 qq)	1 200 (2.40 qq)	1 200 (2.40 qq)
Fertilizante 18-46-0				
Semilla	1 500	1 200	426	215
Herbicidas	770	770		
Costos Totales (C\$ ha⁻¹)	11 870	11 570	6 826	6 615
Ingreso Bruto (C\$ ha⁻¹)	18 400	20 000	11 100	12 900
Ingreso Neto (C\$ ha⁻¹)	6 530	8 430	4 274	6 285
Relación Beneficio/Costo	1.55	1.73	1.63	1.95

Anexo 2. Itinerario técnico para la finca Bella Vista

FINCA	Bella Vista		
	Cebolla Orlando urea	Cebolla Orlando lombrihumus y urea	Cebolla Orlando Sin fertilización
Rendimiento (kg ha⁻¹)			
Cultivo de cebolla (kg ha ⁻¹)	14 544	8 954	6 079
Valor de la cosecha (C\$ qq ⁻¹)	600	600	600
Costos del manejo agronómico (C\$ ha⁻¹)			
Plántulas (viveros)	46 400	46 400	46 400
Chapia	1 100 (11d/h)	1 100 (11d/h)	1 100 (11d/h)
Siembra con arado y hecha de canteros	5 000 (50d/h)	5 000 (50d/h)	5 000 (50d/h)
Aplicación de fertilizante	1 000 (10d/h)	1 000 (10d/h)	
Limpieza manual	1 100 (11d/h)	1 100 (11d/h)	1 100 (11d/h)
Aporque	1 200 (12d/h)	1 200 (12d/h)	1 200 (12d/h)
Aplicación de herbicida y fungicidas	2 000 (20d/h)	2 000 (20d/h)	2 000 (20d/h)
Arranca de cebolla	4 000 (40d/h)	4 000 (40d/h)	4 000 (40d/h)
Costo de los insumos (C\$ ha⁻¹)			
Fertilizante Lombrihumus		1 300 (10 qq)	
Fertilizante urea	1 035 (2.07 qq)	845 (1.69 qq)	
Insecticida	7 625	7 625	7 625
Herbicidas y fungicidas (C\$ ha ⁻¹)	8 170	8 170	8 170
Costos Totales (C\$ ha⁻¹)	78 630	79 740	76 595
Ingreso Bruto (C\$ ha⁻¹)	192 000	118 200	80 400
Ingreso Neto (C\$ ha⁻¹)	113 370	38 460	3 805
Relación Beneficio/Costo	2.44	1.48	1.05

Anexo 3. Itinerario técnico para la finca Las Cabuyas

FINCA	Las Cabuyas	
Rendimiento (kg ha ⁻¹) por 3 años que permanece establecido el pasto	Pasto Mulato II 18-46-0 y lombrihumus	Pasto Gamba sin fertilización, pero con manejo agronómico
Cultivo de Pasto (kg ha ⁻¹)	60 813	45 540
valor de la cosecha C\$ 9 kg/vacas/día	7	7
Costos del manejo agronómico (C\$ ha⁻¹)		
Siembra con arado	2 840 (d/h)	
Siembra al voleo		300 (3d/h)
Aplicación de fertilizante	300 (3d/h)	
Chapia	900 (9d/h)	900 (9d/h)
1 limpia	600 (6d/h)	600 (6d/h)
2 limpia	600 (6d/h)	600 (6d/h)
Aplicación de herbicida	600 (6d/h)	600 (6d/h)
Cerca	1 900 (19 d/h)	1 900 (19 d/h)
Costos de los insumos (C\$ ha⁻¹)		
Fertilizante Lombrihumus	1 300 (13 qq)	
Fertilizante 18-46-0	2 000 (2 qq)	
Semilla	1500 (6 kg)	1 700 (77 kg)
Herbicida	600	600
Grapas y alambre	5 964	5 964
Costos Totales (C\$ ha⁻¹)	19 104	13 164
Ingreso Bruto (C\$ ha⁻¹)	47 299	35 420
Ingreso Neto (C\$ ha⁻¹)	28 195	22 256
Relación Beneficio/Costo	2.48	2.69

Nota: Se asume que una vaca consume el tres por ciento de peso de materia seca, si las vacas pesan 300 kg una vaca consume 9 kg de MS y en caso que la materia esta verde triplica el consumo lo cual seria 27 kg por vaca.

El rendimiento de producción de pasto se asume por una vida útil de 3 años.

Anexo 4. Encuesta para identificar los beneficios socioeconómicos

I- Datos generales		
1	Código ____	No. de entrevista <u>1</u>
2	Nombre del entrevistado: Modesto Herrera Edad: 33	
	Jefe de familia	1. <input type="checkbox"/> 2. <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
3	comunidad	<u>La Germania</u>
4	Nombre del entrevistador	<u>Nancys Raquel Cordero Hernández</u>
5	Fecha de la entrevista	<u>20-12-11</u>
II- Tenencia y uso de la tierra		
6	Cuanta tierra tiene	1. 1 a 3 mz _____ 2. 3 a 5 mz _____ 3. más de 5 mz <input checked="" type="checkbox"/> _____ 4. alquila _____
7	Uso de la tierra	1. maíz <input checked="" type="checkbox"/> área <u>2</u> mz 2. frijol <input checked="" type="checkbox"/> área <u>4</u> mz 3. ganado <input checked="" type="checkbox"/> área <u>5</u> mz 4. otros bosques área <u>7</u> mz
8	Ha adquirido (comprado) tierra en los últimos 10 años	1. Si _____ 2. no <input checked="" type="checkbox"/>
16	Si es si, para que propósito	1. diversificar cultivos _____ 2. ganadería _____ 3. otro <u>Café</u> _____
17	Si tiene ganado mayor, cuantas vacas tiene	3. <u>3</u>
18	Ganado menor	1. cerdos <u>3</u> 2. gallinas <u>30</u>
19	Propósito del ganado mayor	1. leche <input checked="" type="checkbox"/> 2. carne _____ 3. venta animales _____
20	Del ganado menor	1. venta _____ 2. autoconsumo <input checked="" type="checkbox"/>
III- Sistema y usos de la producción		

21	Cuanto es el rendimiento <u>promedio</u> de los cultivos (últimos 3 años)	1. maíz <u>27</u> qq mz 2. frijol <u>15</u> qq mz 3. otros: <u> </u> qq mz 4.			
22	Es mayor el rendimiento ahora que hace 10 años,	1. Si <u> </u> 2. no <u> x </u>			
23	Si el rendimiento es más, cuál es la razón	1. mejor suelo <u> </u> 2. mejores prácticas de siembra <u> </u> 3. mejor semilla <u> </u> 4. abono, fertilizante <u> </u> 5. otro <u> </u>			
24	Que uso tiene la producción agrícola	1. autoconsumo	Maíz	Frijol	Maicillo
		2. venta %	70	80	
			30	20	100

Comentarios/aclaraciones del entrevistador (coloque notas de aclaración que quiera hacer sobre las respuestas del entrevistado a los diferentes temas)

Anexo 4.Continuación

I- Datos generales		
1	Código _____	No. de entrevista <u>2</u>
2	Nombre del entrevistado: <u>Taurino Moncada</u> Edad <u>42</u>	
	Jefe de familia	3. <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> <u>x</u> 4. <input type="checkbox"/> No
3	comunidad	<u>Santa Emilia</u>
4	Nombre del entrevistador	<u>Nancys Raquel Cordero Hernández</u>
5	Fecha de la entrevista	<u>21-12-11</u>
II- Tenencia y uso de la tierra		
6	Cuanta tierra tiene	5. 1 a 3 mz _____ 6. 3 a 5 mz _____ 7. más de 5 mz <input checked="" type="checkbox"/> <u>x</u> 8. alquila _____
7	Uso de la tierra	5. maíz <input checked="" type="checkbox"/> <u>x</u> área <u>4</u> mz 6. frijol <input checked="" type="checkbox"/> <u>x</u> área <u>6</u> mz 7. ganado <input checked="" type="checkbox"/> <u>x</u> área <u>80</u> mz otros <u>bosques</u> área <u>25</u> mz
8	Ha adquirido (comprado) tierra en los últimos 10 años	4. <input checked="" type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> <u>x</u> 5. <input type="checkbox"/> no _____
16	Si es si, para que propósito	4. diversificar cultivos <input checked="" type="checkbox"/> <u>x</u> 5. ganadería _____ 6. otro _____
17	Si tiene ganado mayor, cuantas vacas tiene	6. <u>20</u>
18	Ganado menor	3. cerdos _____ 4. gallinas <u>30</u>
19	Propósito del ganado mayor	4. leche <input checked="" type="checkbox"/> <u>x</u> 5. carne _____ 6. venta animales _____
20	Del ganado menor	3. venta _____ 4. autoconsumo <input checked="" type="checkbox"/> <u>x</u>

III- Sistema y usos de la producción					
21	Cuanto es el rendimiento <u>promedio</u> de los cultivos (últimos 3 años)	5.	maíz <u>28</u> qq mz		
		6.	frijol <u>11</u> qq mz		
		7.	otros: café <u>3</u> qq mz		
		8.			
22	Es mayor el rendimiento ahora que hace 10 años,	3.	Si <u> </u>		
		4.	no <u> x </u>		
23	Si el rendimiento es más, cuál es la razón	6.	mejor suelo <u> </u>		
		7.	mejores prácticas de siembra <u> </u>		
		8.	mejor semilla <u> </u>		
		9.	abono, fertilizante <u> </u>		
		10.	otro <u> </u>		
24	Que uso tiene la producción agrícola		Maíz	Frijol	Maicillo
		3. autoconsumo %	50	100	
		4. venta %	50	----	

Comentarios/aclaraciones del entrevistador (coloque notas de aclaración que quiera hacer sobre las respuestas del entrevistado a los diferentes temas)

Anexo 4.Continuación

I- Datos generales		
1	Código _____	No. de entrevista <u>3</u>
2	Nombre del entrevistado: <u>Absalón Lagos Núñez</u> Edad <u>52</u>	
	Jefe de familia	5. _____ Si <input checked="" type="checkbox"/> 6. _____ No
3	comunidad	<u>El Yarage</u>
4	Nombre del entrevistador	<u>Nancys Raquel Cordero Hernández</u>
5	Fecha de la entrevista	<u>20-12-11</u>
II- Tenencia y uso de la tierra		
6	Cuanta tierra tiene	1 a 3 mz _____ 3 a 5 mz _____ más de 5 mz <input checked="" type="checkbox"/> alquila _____
7	Uso de la tierra	maíz <input checked="" type="checkbox"/> área <u>5</u> mz frijol <input checked="" type="checkbox"/> área <u>4</u> mz ganado <input checked="" type="checkbox"/> área <u>22</u> mz otros <u>bosques</u> área <u>7</u> mz
8	Ha adquirido (comprado) tierra en los últimos 10 años	Si _____ no <input checked="" type="checkbox"/>
16	Si es si, para que propósito	diversificar cultivos _____ ganadería _____ otro _____
17	Si tiene ganado mayor, cuantas vacas tiene	<u>10</u>
18	Ganado menor	cerdos <u> </u> gallinas <u>40</u>
19	Propósito del ganado mayor	leche <input checked="" type="checkbox"/> carne _____ venta animales _____
20	Del ganado menor	venta _____ autoconsumo <input checked="" type="checkbox"/>
III- Sistema y usos de la producción		

21	Cuanto es el rendimiento <u>promedio</u> de los cultivos (últimos 3 años)	maíz <u>19</u> qqmz frijol <u>13</u> qqmz otros: sorgo <u>28</u> qqmz			
22	Es mayor el rendimiento ahora que hace 10 años,	Si _____ no <u>x</u>			
23	Si el rendimiento es más, cuál es la razón	11. mejor suelo _____ 12. mejores prácticas de siembra _____ 13. mejor semilla _____ 14. abono, fertilizante _____ 15. otro _____			
24	Que uso tiene la producción agrícola		Maíz	Frijol	Maicillo
		autoconsumo %	80	100	
		venta %	20		100

Comentarios/aclaraciones del entrevistador (coloque notas de aclaración que quiera hacer sobre las respuestas del entrevistado a los diferentes temas)

Anexo 5. Indicadores Físicos Orocuina, 2011

Finca / parcela	Textura	Infiltración (min/pul)	Da (g/cm ³)	Espesor Orgánico (m)	Profundidad (m)	Pendiente (%)
Los Aguacates (Frijol)	Franco arcillosa	8	1.1	19	>0.40	8
(Maíz)	arcillosa	1	1.1	13	>0.40	4
Bella Vista (Cebolla)	Franco arcillo arenosa	7	1.1	10	>0.40	6
Las Cabuyas (Pasto)	Franco arcillo limosa	3	1.1	30	>0.40	12

Anexo 6. Indicadores Químicos Orocuina, 2011

Finca / parcela	pH	MOS (%)	MOS (kg/ha)	N disponible Anual (kg/ha)	ppm P (kg/ha)	P ₂ O ₅ disponible (kg/ha)
Los Aguacates (Frijol)	6.51	2.93	61237	61.23	31.55	151.0
(Maíz)	6.62	3.68	52624	52.62	19.08	62.48
Bella Vista (Cebolla)	6.68	2.5	27500	27.5	21.7	109.32
Las Cabuyas (Pasto)	7.51	2.24	49280	49.28	0.46	2.31