



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

**Por un Desarrollo  
Agrario Integral  
y Sostenible**

**Efecto de dos técnicas físicas de captación de agua  
sobre el establecimiento de las especies *Mangifera  
indica* L, *Citrus sinensis* y *Coco nucifera* L, en la  
microcuenca Las Marías, municipio de Télica,  
León (2007 al 2008)**

**AUTOR:**

**Br. Gianantonio Ricci**

**ASESORES**

**M.Sc. Edmundo Umaña**

**Dra. Matilde Somarriba**

**Managua, Nicaragua**

**Abril, 2014**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

## TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Efecto de dos técnicas físicas de captación de agua sobre el establecimiento de las especies *Mangifera indica* L, *Citrus sinensis* y *Coco nucifera* L, en la microcuenca Las Marías, municipio de Telica, León (2007 al 2008)**

AUTOR

Br. Gianantonio Ricci

Para optar al grado de  
Ingeniero Forestal

ASESORES

M.Sc. Edmundo Umaña

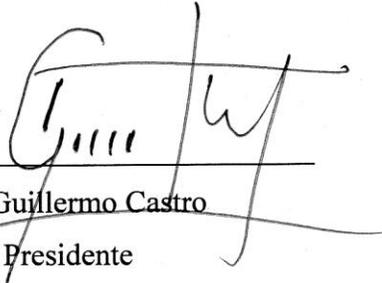
Dra. Matilde Somarriba

Managua, Nicaragua

Abril, 2014

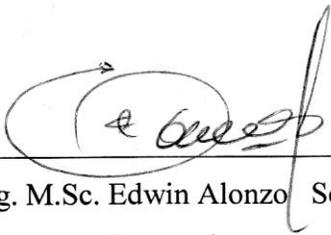
Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la Decanatura de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, sede Managua, como requisito parcial para optar al título profesional de Ingeniero Forestal.

Miembros del Tribunal Examinador.



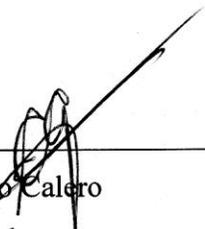
---

Dr. Guillermo Castro  
Presidente



---

Ing. M.Sc. Edwin Alonzo Serrano  
Secretario



---

Ing. Claudio Calero  
Vocal

Managua, Viernes 07 de Junio del 2013

## DEDICATORIA

*En las márgenes del torrente,  
desde principio a fin,  
crecerá toda clase de árboles frutales:  
su follaje, no se secará,  
tendrá frutas en cualquier estación:  
producirán todos los meses  
gracias a esa agua que viene del santuario.  
La gente se alimentara con sus frutas  
y sus hojas servirán de remedio.  
(Ez. 14,12)*

En primera instancia al Ser Supremo que nos dio vida, fortaleza, paciencia y humildad para poder culminar con éxito esta investigación.

A mi querida madre Angela Melli (q.e.p.d) y a mi querido padre Giampietro Ricci que siempre me animaron para que culminara mi carrera universitaria a pesar de mi edad, compromisos y responsabilidades familiares y de trabajo.

Muy especialmente a mi amada señora María Elena Blandón Cruz por su constante inspiración, apoyo y comprensión.

A mis entrañables y adorados hijos e hijas Violeta, Donald, Irina Andrómeda, Verónica Alejandra y Ángela.

A mis ejemplares hermanos Alessandro, Remo y Gian Paolo.

A todas las personas que me ayudaron y a las que no les pude dedicar tiempo que se merecían, por tener que ocupar las noches y fines de semanas para estudiar.

A los estudiantes y/o investigadores que encuentren en estas páginas algún dato útil y/o alicientes para futuras investigaciones.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Nacional Agraria de Nicaragua, por brindarnos la oportunidad de realizar esta investigación y en particular a su cuerpo de docentes, especialmente a los profesores Edmundo Umaña y Matilde Somarriba, que me animaron, asesoraron y guiaron hasta la culminación de esta tesis y a la profesora Esther Carballo que solicito constantemente y espero pacientemente este trabajo de graduación.

A señores Montoya y Miguel Ramírez que facilitaron las parcelas para el experimento y colaboraron en todo el proceso de estudio y al Sr. Eduardo Rojas Sánchez por su fundamental apoyo como conductor y enlace.

A los ingenieros Alberto Izaguirre, Mario Garnier y Donal Fernando López Bravo, por su colaboración en el levantamiento y procesamiento de información.

A todas las personas que de una y otra forma colaboraron con esta investigación

## ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN .....	PÁGINA
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
INDICE DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
I INTRODUCCIÓN.....	1
II objetivos.....	3
2.1    Objetivo General.....	3
2.2    Objetivos Específicos.....	3
2.3    Hipótesis del estudio.....	3
III MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
3.1    Descripción del área de estudio.....	4
3.1.1    Localización, topografía y límites.....	4
3.1.2    Suelo.....	5
3.1.3    Clima.....	5
3.1.4    Vegetación.....	5
3.1.5    Actividades económicas.....	5
3.1.6    Población.....	6
3.2    Manejo del ensayo experimental.....	6
3.2.1    Características generales de las fincas en estudio.....	6
3.2.2    Diseño del experimento de campo.....	7
3.3.3    Establecimiento de las parcelas experimentales.....	7
3.3.4    Establecimiento de las técnicas de captación de agua.....	8
3.3.5    Manejo cultural de las parcelas experimentales.....	9
3.3.6    Variables evaluadas en el ensayo experimental.....	10

c)	Humedad del suelo en los tratamientos y el testigo.....	11
d)	Calidad física y química del suelo en los tratamientos y el testigo .....	12
e)	Precipitación.....	12
3.4	Análisis de datos.....	12
3.4.1	Sobrevivencia .....	12
3.4.2	Diámetro y altura de las plántulas .....	12
3.4.3	Humedad del suelo .....	13
3.4.4	Precipitación.....	13
	Para conocer el efecto de la precipitación sobre la humedad del suelo en las fincas en evaluación se realizó un Análisis de Regresión Lineal, utilizando el programa estadístico InfoStat, versión 2010. ....	13
IV	RESULTADOS Y DISCUSION.....	14
4.1	Sobrevivencia de las plántulas en evaluación, durante el periodo de Junio 2007 a Enero 2008.....	14
4.2	Incremento corriente mensual (ICM) del diámetro de las plántulas por fincas y tratamientos, durante el periodo de Junio 2007 a Enero 2008 .....	15
4.3	ICM de la altura de las plántulas por fincas y tratamientos, durante el periodo de Junio 2007 a Enero 2008 .....	17
4.4	ICM total en diámetro y altura de las plántulas por tratamientos, durante el periodo de Junio 2007 a Enero 2008 .....	18
4.5	Comparación del diámetro y la altura de las plántulas por bloques, durante el periodo de Junio 2007 a Enero 2008 .....	19
4.6	Comparación del diámetro y la altura de las plántulas por tratamientos, durante el periodo de Junio 2007 a Enero 2008 .....	19
4.7	Efecto de la precipitación sobre la humedad del suelo en las fincas Miguel y Montoya, durante el periodo de Junio a Diciembre del 2007.....	20
4.8	Humedad del suelo por finca, durante el periodo de Junio a Diciembre del 2007....	20
4.9	Comparación de la humedad del suelo por bloques y tratamientos, durante el periodo de Junio a Diciembre del 2007 .....	21
4.10	Relación de la humedad del suelo con el crecimiento (diámetro y altura) por finca, durante el periodo de Junio a Diciembre del 2007 .....	22

V CONCLUSIONES.....	23
VI RECOMENDACIONES .....	24
VII LITERATURA CITADA .....	25
VIII ANEXOS .....	28

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>	<b>PÁGINA</b>
1. Tareas de manejo cultural realizadas en los ensayos experimentales de las fincas en evaluación-----	9
2. ICM del diametro y la altura de las plantulas por bloques, durante el periodo de Junio 2007 a Enero 2008 -----	19
3. ICM del diametro y la altura de las plantulas por tratamientos, durante el periodo de Junio 2007 a Enero 2008 -----	19
4. Influencia de la precipitacion sobre la humedad del suelo en las fincas Miguel y Montoya, durante el periodo de Junio a Diciembre 2007-----	20
5. Porcentaje de humedad en el suelo por bloques y tratamientos, durante el periodo de Junio a Diciembre 2007 -----	22
6. Relación de la humedad del suelo con el crecimiento (diámetro y altura) de las especies frutales por finca, durante el periodo de Junio a Diciembre de 2007-----	22

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Ubicación topografica de la microcuenca Las Marias en Telica, León.....	4
2. Ubicación de las fincas Montoya y Miguel, en la microcuenca Las Marias, Leon Nicaragua.....	6
3. Diseño de los tratamientos y especies frutales en las fincas Montoya y Miguel .....	8
4. Supervivencia por especies frutales en las fincas Montoya y Miguel .....	14
5. Supervivencia de las especies frutales por tratamientos en las fincas Montoya y Miguel .....	15
6. Comportamiento del ICM del diametro de las plantulas en la finca Montoya por tratamientos, durante el periodo de Junio 2007 a Enero 2008 .....	16
7. Comportamiento del ICM del diametro de las plantulas en la finca Miguel por tratamientos, durante el periodo de Junio 2007 a Enero 2008. ....	16
8. Comportamiento del ICM de la altura de las plántulas en la finca Montoya por tratamientos, durante el periodo de Junio 2007 a Enero 2008.....	17
9. Comportamiento del ICM de la altura de las plántulas en la finca Miguel por tratamientos, durante el periodo de Junio 2007 a Enero 2008 .....	18
10. Crecimiento en diámetro y altura total de las plántulas por tratamientos, durante el periodo de Junio 2007 a Enero 2008 .....	18
11. Comportamiento de la humedad del suelo por finca, durante el periodo de Junio a Diciembre del 2007-----	21

## INDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Características taxonómicas y fenológicas de las tres especies frutales.....	29
2. Descripción de las técnicas de captación de agua .....	31
3. Resultados de los análisis de suelo de las fincas Montoya y Miguel durante el 2007 y 2008.....	32
4. Informe de la precipitación del 2007, en la estación Meteorológica de Posoltega .....	34
5. Salidas de análisis estadísticos de ANOVA-----	35

## RESUMEN

En la investigación realizada en la micro cuenca Las Marías se propuso conocer el efecto de dos técnicas físicas de captación de agua sobre el establecimiento de las especies *Mangifera indica* L, *Citrus sinensis* y *Coco nucifera* L. Para desarrollar el proceso de recolección de información se establecieron diseños experimentales de Bloques Completos Aleatorizados, con dos repeticiones (finca Montoya parte baja y finca Miguel parte media), dentro de cada ensayo experimental se establecieron técnicas de captación de agua (cáseo y bordes) y un testigo. En cada finca se establecieron de forma azarizada 36 plántulas de *Mangifera indica* L, *Citrus sinensis* y *Coco nucifera* L (12 de cada especie). A cada especie se monitorearon variables de sobrevivencias, crecimiento en diámetro y altura y humedad de suelo. De igual forma se realizaron muestreos de suelo para conocer el porcentaje de humedad, infiltración y calidad física y química. El periodo de evaluación consistió de Junio 2007 a Enero 2008. Al finalizar la investigación se encontró que la especie *Coco nucifera* fue la que obtuvo mayor sobrevivencia (100 %), con un incremento corriente mensual (ICM) en diámetro (0.33 cm) y altura (7.73 cm), en comparación con las especies *Mangifera indica* y *Citrus sinensis*. El ICM en diámetro y altura fue similar en los tratamientos (cáseo y bordes) y el testigo (no se encontró diferencias significativa). En el tratamiento cáseo fue donde se encontró el mayor porcentaje de humedad del suelo (22.25 %) en comparación con el tratamiento bordes y el testigo. Se encontró una correlación positiva en la finca Miguel entre los porcentajes de humedad del suelo y el ICM en diámetro y altura de las especies frutales, lo cual podría estar relacionado a la calidad física y química de los suelos.

Palabras claves: Frutales, Desarrollo, Retención de Agua y Variables Dasométricas.

## ABSTRACT

This research was carried out at the micro watershed Las Marias with the purpose of recognizing the effect of two physical water harvesting techniques on the establishment of the species *Mangifera indica* L, *Citrus sinensis* and *Coco nucifera* L. To do the data collection was established an experimental design in a randomized block with two replications (Montoya farm and Miguel farm bottom and middle zone, respectively), within each trial were established experimental water harvesting techniques (individual terrace and contour furrows) and a control plot. On each farm were randomly established 36 seedlings of *Mangifera indica* L, *Citrus sinensis* and *Coco nucifera* L (12 of each species). The variables species survivals, height and diameter growth and soil moisture were monitored. Similarly soil samples were taken to determine the moisture content, infiltration and physical and chemical properties. The evaluation period was from June 2007 to January 2008. At the end of the investigation it was found that the species *Coco nucifera* scored higher survival (100%), with a current moons increment (ICM) in diameter of 0.33 cm and height of 7.73 cm compared with the species *Mangifera indica* and *Citrus sinensis*. The ICM in diameter and height were similar in treatments (individual terrace and contour furrows) and the control (no significant differences were found). In the individual terrace treatment was found where the higher soil moisture content (22.25%) compared to treatment and the control edges. A positive correlation was found in the estate Miguel between the percentages of soil moisture and the ICM in diameter and height of fruit species, which could be related to the physical and chemical quality of the soil.

Keywords: Fruit, Development, Water Retention and Dasometric Variables.

## I INTRODUCCIÓN

La micro cuenca Las Marías está ubicada al noroeste del municipio de Telica, cuenta con un área de 49.16 km<sup>2</sup> y está formada por los municipios de Chinandega (9%), Telica (42%), Posoltega (44%) y Quezalguaque (5%). Según resultados de diagnóstico participativo realizado en 1999 por la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente (FARENA) de la Universidad Nacional Agraria (UNA) en la microcuenca Las Marías, se evidenció el deterioro de los recursos naturales, provocado por deforestación irracional, crecimiento desordenado de las actividades agrícolas y pecuarias, uso inadecuado del potencial de los suelos y mecanización de los sistemas de producción agrícola (monocultivo). Lo anterior tiene un efecto negativo sobre la producción agropecuaria, acceso al recurso hídrico, seguridad alimentaria y calidad de vida de los habitantes de la microcuenca Las Marías.

Otro producto del diagnóstico realizado por FARENA (1999), fue una propuesta del manejo integral de la microcuenca Las Marías, con la finalidad de revertir la situación actual del deterioro de los recursos naturales y mejora de la calidad de vida de los pobladores, proponiendo acciones de trabajo en las áreas de validación de almacenamiento de recursos hídricos superficiales, optimización de la producción forestal, manejo de regeneración natural, aprovechamiento forestal de bajo impacto técnicas y control y prevención de incendios forestales.

En el año 2003, FARENA realiza un segundo diagnóstico participativo en la microcuenca Las Marías con el propósito de identificar las áreas temáticas de investigación que vinieran a contribuir a mejorar la situación actual de los recursos naturales y calidad de vida de los pobladores. Una de las acciones concretas, posterior al segundo diagnóstico de FARENA fue el desarrollo de la investigación “Efecto de dos técnicas físicas de captación de agua en el desarrollo de las especies *Mangifera indica* L, *Citrus sinensis* y *Coco nucifera* L, en la microcuenca Las Marías, del municipio de Telica, León, durante el periodo del 2007 al 2008”.

Los árboles ofrecen productos maderables y no maderables comercializables que generan ingresos a los hogares rurales y periurbanos (Leakey y Tchoundjeu, 2001). Unos 1,5 billones de personas dependen de los productos de los árboles (no solo frutos) para satisfacer muchas

de sus necesidades (Sánchez y Leakey, 1997). Los frutales juegan un papel importante en los programas de diversificación porque además de complementar la dieta familiar en los períodos de escasez, reducen la susceptibilidad a plagas, enfermedades, pérdida de nutrientes, fluctuaciones en los precios y dependencia de ingreso de un solo cultivo (Morera 1993). De igual forma los árboles frutales forman parte de las estrategias de manejo sostenibles de las cuencas hidrográficas, ya que de ellos se obtienen varios servicios ecosistémicos tales como: continuo desarrollo del ciclo del agua, captura de bióxido de carbono de origen fósil, retención de la erosión hídrica y eólica y corredores biológicos de muchas especies de fauna y flora.

Esta investigación se propuso obtener datos técnicos que permitan hacer uso eficiente del recurso agua entre los pequeños productores de la cuenca Las Marías. Con la investigación se identificó al menos una técnica de captura de agua que permite una mayor retención de humedad y por ende un mayor desarrollo de las especies frutales. De igual forma contribuir a la seguridad alimentaria y fortalecer las capacidades de los productores ante el cambio climático. Otra utilidad práctica es la replicación de los resultados de la investigación en otras zonas con similares condiciones climáticas y de degradación de recursos naturales, lo cual podría tener un impacto positivo para la conservación y restauración de las áreas degradadas.

## II OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo General

- ♣ Determinar el efecto de dos técnicas físicas de captación de agua sobre el establecimiento de las especies *Mangifera indica* L, *Citrus sinensis* y *Coco nucifera* L, en dos fincas de la microcuenca Las Marías en el municipio de Telica, León (2007 al 2008).

### 2.2 Objetivos Específicos

- ♣ Evaluar la sobrevivencia de las especies *Mangifera indica* L, *Citrus sinensis* y *Coco nucifera* L, dentro de las fincas en evaluación.
- ♣ Determinar el crecimiento en diámetro y altura de las especies *Mangifera indica* L, *Citrus sinensis* y *Coco nucifera* L, para cada uno de los tratamientos en evaluación.
- ♣ Relacionar la variación de humedad en el suelo con la aplicación de técnicas de captación de agua y el crecimiento de diámetro y altura de las especies *Mangifera indica* L, *Citrus sinensis* y *Coco nucifera* L.

### 2.3 Hipótesis del estudio

- ✨ Existe un efecto de las técnicas de captación de agua, sobre la sobrevivencia y crecimiento en diámetro y altura de las especies *Mangifera indica* L, *Citrus sinensis* y *Coco nucifera* L.
- ✨ Existe un efecto de las técnicas de captación de agua, sobre la variación de humedad en el suelo.

### III MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Descripción del área de estudio

##### 3.1.1 Localización, topografía y límites

El área de estudio microcuenca Las María se encuentra ubicada al noreste de la ciudad de Telica, entre las coordenadas 12°37'07", 12°41'41" latitud Norte y 86°55'30", 86°50'57" longitud Oeste, con un rango de 100 a 450 msnm<sup>1</sup>. La microcuenca presenta un relieve variado desde plano a ligeramente ondulado, con pendiente de 5 - 40 % (Acuña y Hernández, 2004).

El área total de la microcuenca es de 49.16 km<sup>2</sup>. Limitando al Norte con el municipio de Villa Nueva, Chinandega, al Sur con el municipio de León, al Este con el municipio La Reynaga y al Oeste con el municipio de Quezalguaque y Posoltega (Acuña y Hernández, 2004) (Figura 1). La parte alta de la microcuenca mide 6.33 km<sup>2</sup> (13.88%), la media 17.78 km<sup>2</sup> (38.94%) y la baja 21.53 km<sup>2</sup> (47.18%). El cauce principal de la microcuenca tiene una longitud de 13 km, de corriente efímera, transportando agua solamente, cuando ocurre un evento lluvioso considerable. La red de drenaje se caracteriza por tener una configuración dendrítica sub paralela.



Figura 1. Ubicación topográfica de la micro cuenca Las Marías en Telica, León (Fuente: López y Cardoza, 2008).

<sup>1</sup> msnm = metros sobre el nivel del mar

### **3.1.2 Suelo**

En la comunidad de Las Carpas los suelos se caracterizan por ser muy profundos a moderadamente profundos, con pendientes menores de 0 – 4 %, presentan problemas de erosión en cárcava en las zonas aledañas a las corrientes fluviales. Se ubican en las series Olocotón, Malpaisillo y Villa Salvadorita. En la comunidad Los Portillos los suelos son muy profundos a moderadamente profundo, con pendiente que van de 4 – 15 %. Los suelos de ésta clase se encuentran en las series La Mora, distribuidos en la parte alta de la cuenca (Acuña y Hernández, 2004). En ambas comunidades el equilibrio de acuíferos está limitado a la intensidad de uso, debido a que son suelos son profundos y bien drenados (franco arcilloso a franco arenoso). Los efectos del huracán Mitch cambiaron estructuralmente muchas áreas tornándolas a altamente arenosa (Acuña y Hernández, 2004).

### **3.1.3 Clima**

En las comunidades de Los Portillos y Las Carpas se caracterizan por tener un clima tropical seco y cálido, con lluvias aleatorias de verano. La precipitación promedio es de 1,827 mm/año<sup>2</sup> (con mínimos de 1,200 mm/año y máximos de 2,492 mm/año). La temperatura media es de 27.0 °C<sup>3</sup> (con máximos de 28.9 °C y la mínima de 26.1 °C) (INETER, 2007).

### **3.1.4 Vegetación**

La vegetación arbórea presente en los alrededores del área de estudio se caracteriza por ser un bosque secundario en proceso de degradación, con muchas especies pioneras de rápido crecimiento como el *Guazuma ulmifolia*, *Cordia alliodora*, *Gliricidia sepium* entre otras, las cuales, con tratamientos silviculturales, se podría recuperar la masa boscosa a mediano plazo (FARENA, 2003).

### **3.1.5 Actividades económicas**

Las principales actividades económicas de las comunidades Los Portillos y Las Carpas son la ganadería y cultivos anuales y perennes (frijol, maíz, sorgo, maní y café). Otra actividad

---

<sup>2</sup> mm = milímetros por año

<sup>3</sup> °C = grados celcius

importante es la extracción de leña, de áreas plantadas y reforestadas principalmente con la especie eucalipto (*Eucaliptus camaldulensis*), plantadas como una acción de mitigación para la erosión por escorrentías, sin embargo en la actualidad se ha convertido en una actividad de importancia económica para los comunitarios (Somarriba Chang, 2007).

### 3.1.6 Población

La población de la microcuenca Las Marías es de 1,695 habitantes, distribuidos en 292 familias, con un promedio de 6 habitantes por familia. La densidad poblacional es de 62 habitantes por km<sup>2</sup> (INIDE, 2006).

## 3.2 Manejo del ensayo experimental

### 3.2.1 Características generales de las fincas en estudio

Las fincas seleccionadas para el estudio se ubicaron en la parte media y baja de la cuenca, en las comunidades de Las Carpas y Los Portillos. La finca Montoya (Las Carpas) es un polígono rectangular, ubicada en la parte baja de la cuenca, con topografía plana. La Finca Miguel (Los Portillos) es un polígono irregular, ubicada en la parte media de la cuenca, con una inclinación moderada entre 5 a 10 % de pendiente (Figura 2). Las fincas fueron seleccionadas en función de los siguientes criterios: disposición y experiencia del productor, topografía, cercanía a fuente de agua y característica de suelo.

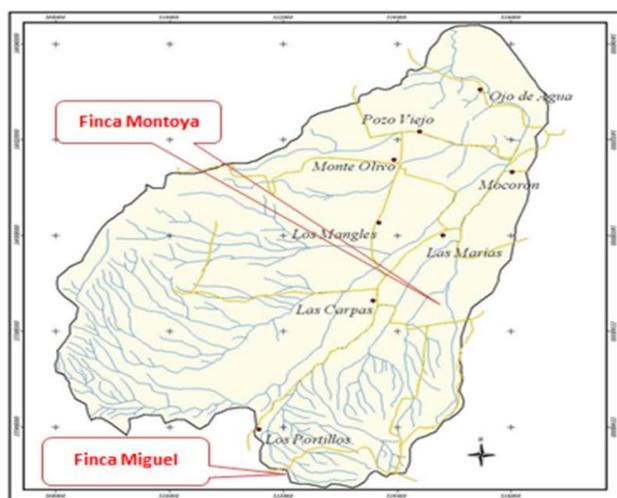


Figura 2. Ubicación de las fincas Montoya y Miguel, en la microcuenca Las Marías, en Telica, León, Nicaragua.

### 3.2.2 *Diseño del experimento de campo*

Se utilizó un diseño de experimento de Bloque Completo al Azar (BCA) (Di Rienzo, *et. al.* 2001) en donde los bloques fueron las dos fincas y los tratamientos fueron las dos técnicas de captación de agua y el material a probar (tres especies frutales). Se diseñó un modelo lineal para el experimento, el cual se detalla a continuación.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + e_{ij}$$

$Y_{ij}$  = Observación de respuesta del i-ésimo tratamiento en el j-ésimo bloque o repetición.

$\mu$  = corresponde a la media general.

$\tau_i$  = el efecto del i-ésimo técnicas de captación de agua.

$\beta_j$  = el efecto del j-ésimo bloque o repetición (fincas).

$e_{ij}$  = representan, errores normales e independientes con esperanza cero y varianza común.

### 3.3.3 *Establecimiento de las parcelas experimentales*

En mayo del 2007 se estableció en cada bloque o finca un parcela de 0.31 mz<sup>4</sup>, la cual se dividió en tres subparcelas de 0.10 mz, en donde se asignaron los dos tratamientos y el testigo de forma azarizada. De igual forma en cada subparcelas se asignaron de forma azarizada la ubicación de las 12 plántulas de *Mangifera indica* (variedad rosa), *Citrus sinensis* (variedad concheña) y *Coco nucifera* (variedad amarillo), de cada especie se establecieron 4 plántulas, con una distancia de siembra de 6 x 6 m<sup>5</sup>. Las características iniciales de las tres especies en evaluación eran: plantas vigorosas libres de plagas y enfermedades con un diámetro promedio de 1.25 cm y de 30 a 40 cm de altura. En total en cada bloque se establecieron 36 plántulas de las especies frutales. En cada parcela se estableció un borde perimetral de 6 m (Figura 3). Las especies en evaluación poseen diferentes fenologías y crecimiento (Anexo 1).

---

<sup>4</sup> mz = manzana

<sup>5</sup> m = metro

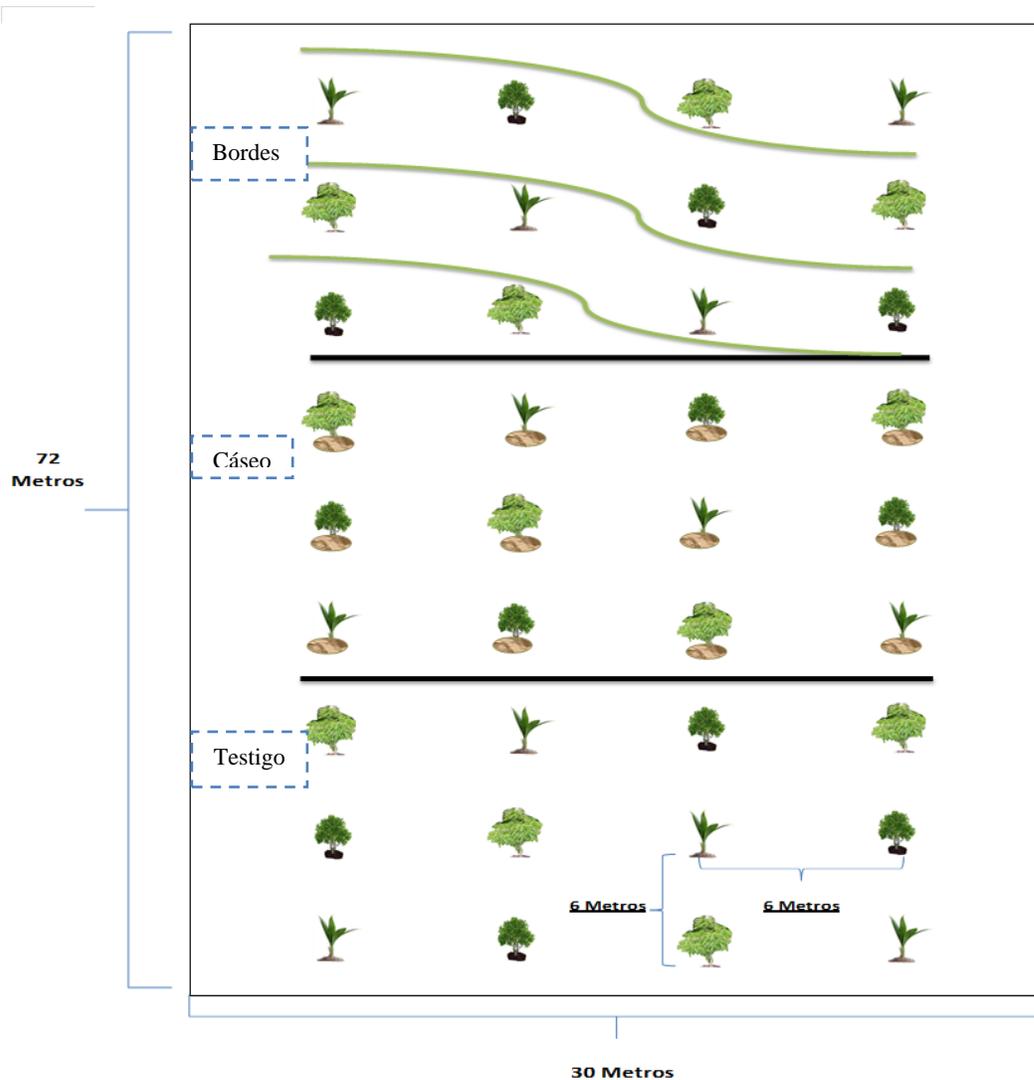


Figura 3. Diseño de los tratamientos y especies frutales en las fincas Montoya y Miguel.

### 3.3.4 Establecimiento de las técnicas de captación de agua

En mayo y junio del 2007 fueron establecidos los tratamientos o técnicas de captación de agua en evaluación (Cáseo y Bordes). De igual forma se estableció un tratamiento testigo, como elemento de comparación. Para cada tratamiento se presentaron sus características:

a) **Tratamiento Cáseo o Terraza Individual:** consistió en sembrar las plántulas frutales (mango, coco y naranja) al centro de un rombo de tierra delimitado por un borde de aproximadamente 30 cm de alto. La tierra necesaria para hacer estos bordes se obtuvo,

escavando alrededor de la planta, de esta manera la planta queda provista de una amplia área para retener agua de lluvia. Esta es una adaptación de la técnica de la micro captación de agua lluvia tipo “Negarim” la cual constituye una nanocuenca en forma de diamante rodeada de bordos de tierra que recolecta agua lluvia en su interior (Anexo 2).

**b) Tratamiento Bordes:** consistió en construir bordes de 35 a 40 cm de alto, siguiendo las curvas de nivel que se deslizaban entre las plántulas de las parcelas, con el propósito de canalizar y retener el agua de lluvia entre las plántulas. Este sistema no es tan común como la micro captación tipo Negarim.

**c) Testigo:** consistió en dejar las plántulas frutales sin ninguna intervención o técnica de captación de agua. Este contexto permite medir el comportamiento natural de la planta para captar agua, sin ayuda del ser humano.

### 3.3.5 Manejo cultural de las parcelas experimentales

Durante el periodo de evaluación se realizaron actividades de manejo cultural en ambas fincas, tanto en bloques como en tratamientos, dentro del cual podemos destacar en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tareas de manejo cultural realizadas en los ensayos experimentales de las fincas en evaluación.

Id	Número de tarea	2007							
		May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	Establecimiento de ensayos experimentales.	X	X						
2	Primera limpieza y mantenimientos de tratamientos.				X				
3	Segunda limpieza y mantenimientos de tratamientos.							X	
4	Primera fertilización orgánica.		X						
5	Segunda fertilización orgánica.					X			
6	Primer control de plagas (comején y zompopo).			X					
7	Segundo control de plagas (comején y zompopo).					X			
8	Poda de saneamiento.			X					

### 3.3.6 Variables evaluadas en el ensayo experimental

#### a) *Sobrevivencia de las especies frutales*

Durante los meses de junio a diciembre del 2007 y enero del 2008 se recolectaron información relacionada a las plantas vivas y plantas muertas en evaluación. El proceso consistió en contabilizar in situ el estado de cada planta y registrar la información. Para este factor se determinó la variable sobrevivencia.

**Sobrevivencia:** es la relación que existe entre las plantas que inician y finalizan el periodo de evaluación. El cálculo del porcentaje de sobrevivencia se realizó en base a la siguiente fórmula (Linares, 2005).

$$S = Pv / (Pv + Pm) \times 100$$

S	=	Sobrevivencia.
Pv	=	Plantas vivas.
Pm	=	Plantas muertas.
100	=	Constante

#### b) *Diámetro y altura de las especies frutales*

De igual forma durante los meses de junio a diciembre del 2007 y enero del 2008 se hicieron mediciones de diámetro y altura de las especies frutales en evaluación. En total se realizaron 8 mediciones. Cada mes durante el periodo de evaluación se realizó medición del diámetro basal, con un vernier a una altura de 20 cm del suelo. Para la especie *Coco nucifera* el diámetro se midió, de donde termina la última hoja y empieza el tronco. La medición de la altura fue realizada con una cinta métrica desde la base de la planta hasta el ápice de la hoja más larga, en el caso del *Coco nucifera*. En el diámetro y la altura se evaluaron los siguientes descriptores:

***Incremento corriente mensual en diámetro:*** es la relación o diferencia que existe, entre el crecimiento en diámetro reciente con un crecimiento anterior. Se calculó en base a la fórmula siguiente:

$$\text{ICM} = \text{CRD} - \text{CAD}$$

ICM = Incremento corriente mensual.  
CRD = crecimiento reciente del diámetro.  
CAD = crecimiento anterior del diámetro.

***Incremento corriente mensual en altura:*** es la relación que existe, entre el crecimiento en altura reciente con un crecimiento anterior. Su cálculo se realizó en base a la siguiente fórmula.

$$\text{ICM} = \text{CRA} - \text{CAA}$$

ICM = Incremento corriente mensual.  
CRA = crecimiento reciente altura.  
CAA = crecimiento anterior altura.

### ***c) Humedad del suelo en los tratamientos y el testigo***

Durante el periodo del 08 de junio al 14 de diciembre del 2007, se realizaron de forma semanal 28 muestreos de suelos, con la finalidad de conocer la humedad del suelo en cada subparcelas de cada bloque. Los muestreos se realizaron utilizando un barreno metálico, a una profundidad de 25 cm, una vez recolectados fueron llevados al laboratorio de suelo de la UNA para determinar porcentaje de humedad del suelo con respecto a su peso. El descriptor evaluado en este contexto es el ***Porcentaje de humedad aprovechable en el suelo***, es la relación que existe entre el peso húmedo suelo y el peso seco del suelo. La fórmula para el cálculo de la misma es:

$$\text{PHAS} = (\text{PHS} - \text{PSS} / \text{PSS}) * 100$$

PHAS = porcentaje de humedad aprovechable en el suelo.  
PHS = peso húmedo del suelo.  
PSS = peso seco del suelo.  
100 = constante.

#### ***d) Calidad física y química del suelo en los tratamientos y el testigo***

El 14 de junio del 2012 se realizaron muestras de suelo en las fincas Montoya y Miguel con la finalidad de conocer la calidad física y química del suelo, que permitiera generar insumos para fundamentar y discutir los resultados de la investigación. Los análisis físico y químicos del suelo fueron realizados en el laboratorio de suelo de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN), del municipio de León (Anexo 3).

#### ***e) Precipitación***

Con la finalidad de conocer la influencia de la precipitación sobre la humedad del suelo del suelo se utilizó la información generada en la Estación Meteorológica de Posoltega, la cual fue suministrada por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER, 2007) (Anexo 4). Durante el periodo de evaluación de Junio a Diciembre del 2007 se obtuvo una precipitación total de 1,074 milímetros de agua.

### **3.4 Análisis de datos**

#### ***3.4.1 Sobrevivencia***

Al finalizar el periodo de evaluación de campo se obtuvieron datos de 68 plántulas de las especies frutales (Finca Montoya 33 y Finca Miguel 35), de las 72 plántulas que iniciaron el periodo de evaluación. Para determinar el porcentaje de sobrevivencia de las plántulas se realizó un análisis de frecuencias, utilizando el programa estadístico InfoStat, versión 2010.

#### ***3.4.2 Diámetro y altura de las plántulas***

Con la información recolectada del diámetro y la altura de las especies en evaluación se realizaron gráficas de barra de su comportamiento en el tiempo, utilizando el programa Excel. Para conocer diferencias significativas entre fincas, tratamientos y especies se realizaron Análisis de Varianza (ANOVA), utilizando la prueba LSD Fisher, con una significancia del 0.05 % (Anexo 5), utilizando el programa estadístico InfoStat, versión 2010.

### ***3.4.3 Humedad del suelo***

Una vez finalizado el periodo de evaluación se obtuvieron datos de 29 mediciones en cada bloque. Para conocer diferencias de humedad de suelo entre bloques y tratamientos se realizaron Análisis de Varianza (ANOVA), utilizando la prueba LSD Fisher, con una significancia del 0.05% (Anexo 5). De igual forma se realizó Análisis de Correlación de Pearson para conocer la relación entre la humedad del suelo y el crecimiento en diámetro y altura de las especies frutales en evaluación.

### ***3.4.4 Precipitación***

Para conocer el efecto de la precipitación sobre la humedad del suelo en las fincas en evaluación se realizó un Análisis de Regresión Lineal, utilizando el programa estadístico InfoStat, versión 2010.

## IV RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 Supervivencia de las plántulas en evaluación, durante el periodo de Junio 2007 a Enero 2008

Se encontró una mayor supervivencia de las plántulas frutales en la finca Miguel (Los Portillos), en comparación con la finca Montoya (Las Carpas). En la especie *Coco nucifera* se obtuvo 100 % de supervivencia en ambas fincas, lo cual coincide con los resultados encontrados por Hernández (2005). Para la especie *Mangifera indica* la supervivencia encontrada fue del 100 % en la Finca Miguel (Los Portillos) y 91.7 % en la Finca Montoya (Las Carpas), estos resultados difieren de los encontrados por Hernández (2005); donde encontró un 0 % de supervivencia en Las Carpas y 75 % de supervivencia en Los Portillos.

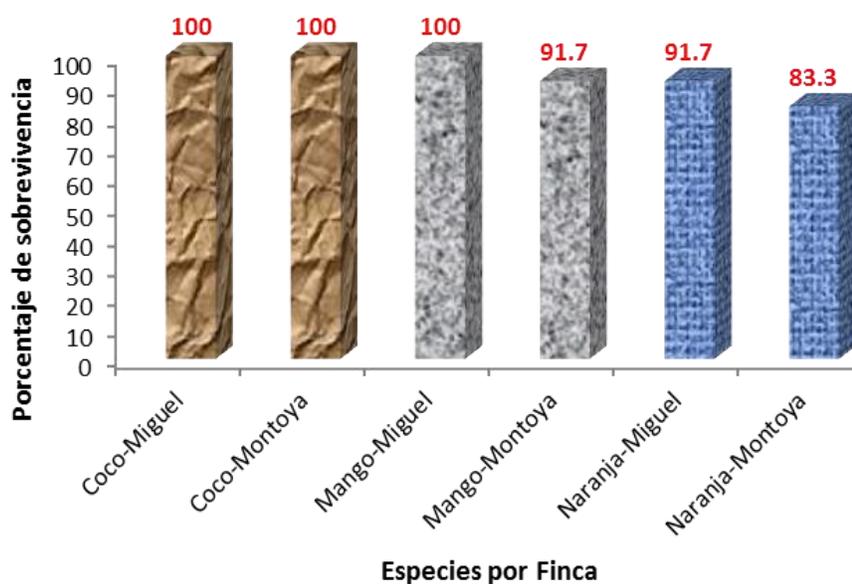


Figura 4. Supervivencia por especies frutales en las fincas Montoya y Miguel.

En la *Citrus sinensis* se encontró un porcentaje de supervivencia del 91.7 % en la Finca Miguel (Los Portillos) y 83.3 % en la Finca Montoya (Las Carpas), los cuales difieren un poco de los resultados encontrados en el estudio realizado por Hernández (2005); en donde encontró un 100 % en Los Portillos y 87.5 % en Las Carpas (Figura 4). Estos resultados podrían estar relacionados a la calidad física<sup>6</sup> y química<sup>7</sup> del suelo de las fincas en evaluación.

<sup>6</sup> Calidad física del suelo: textura, profundidad, infiltración y capacidad de retención de agua.

<sup>7</sup> Calidad química del suelo: contenido de materia prima, pH, NPK extraíbles, intercambio cationicos entre otros.

De igual forma se encontró que los tratamientos bordes y testigo obtuvieron una mayor sobrevivencia, en comparación con cáseo. Lo cual podría estar relacionado a las condiciones de humedad de suelo, manejo cultural y plagas (zompopo y comején) (Figura 5). En la finca Miguel fue donde se encontró mayor sobrevivencia, lo cual podría estar asociado a su posición en la parte media de la micro cuenca, lo cual permite reducir las condiciones de anegamiento, que podrían propiciar enfermedades fungosas.

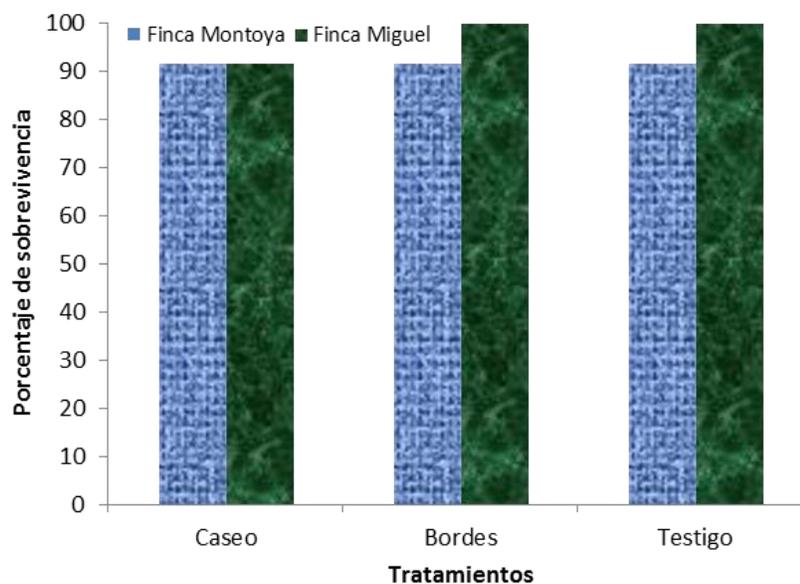


Figura 5. Sobrevivencia de las especies frutales por tratamientos en las fincas Montoya y Miguel.

#### 4.2 Incremento corriente mensual (ICM) del diámetro de las plántulas por fincas y tratamientos, durante el periodo de Junio 2007 a Enero 2008

Durante el periodo de evaluación se encontró que el ICM del diámetro de las plántulas fue mayor en la finca Miguel en comparación con los resultados de la finca Montoya. Lo anterior podría tener relación con los contenidos de macro y micro nutrientes del suelo. Según resultados de los análisis físicos y químicos, la finca Miguel posee un mayor contenido de nitrógeno (14%), fosforo (38%), hierro (34%) y zinc (64%) en comparación con la finca Montoya (Anexo 3). En la finca Montoya el tratamiento cáseo fue el que se mantuvo por encima de dos restantes tratamientos (bordes y testigo), éste comportamiento podría estar relacionado a una mayor captura y retención de humedad de las plántulas ubicados en el tratamiento cáseos. En la finca Miguel el tratamiento con más ICM en diámetro fue el

tratamiento bordes, ésta situación podría estar relacionado con la calidad física y química del suelo (Figura 6 y 7).

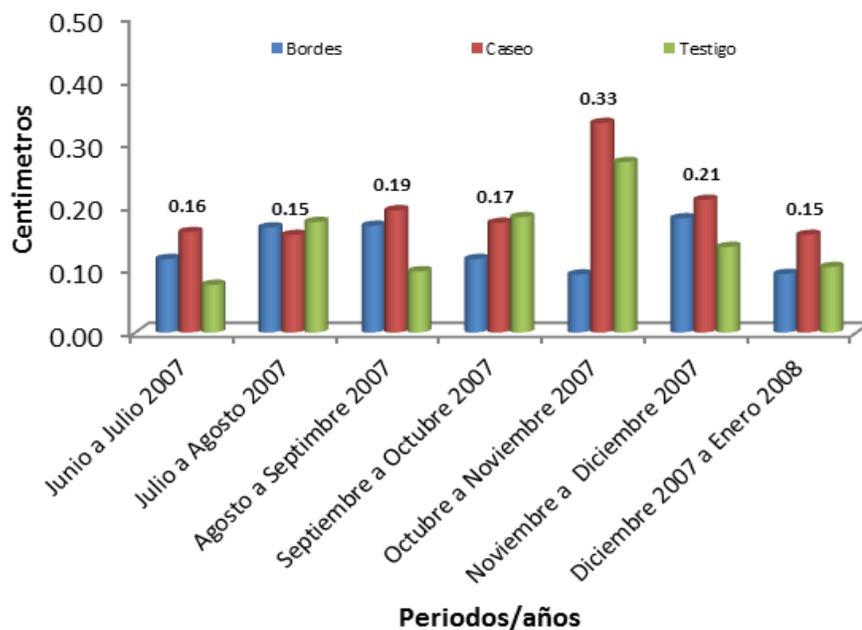


Figura 6. Comportamiento del ICM del diámetro de las plántulas en la finca Montoya por tratamientos, durante el periodo de Junio 2007 a Enero 2008.

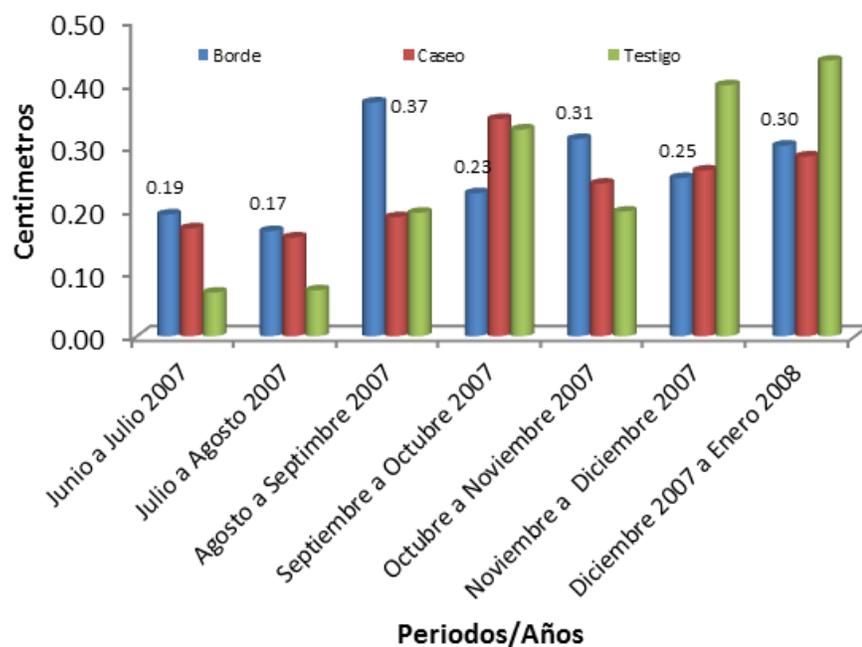


Figura 7. Comportamiento del ICM del diámetro de las plántulas en la finca Miguel por tratamientos, durante el periodo de Junio 2007 a Enero 2008.

### 4.3 ICM de la altura de las plántulas por fincas y tratamientos, durante el periodo de Junio 2007 a Enero 2008

Durante el periodo de evaluación se encontró que el ICM de la altura de las plántulas fue similar en ambas fincas (Montoya y Miguel), con una ligera diferencia entre fincas en las últimas mediciones de la evaluación. En la finca Montoya el tratamiento cáseo fue el que se mantuvo por encima de dos restantes tratamientos (bordes y testigo) (Figura 8).

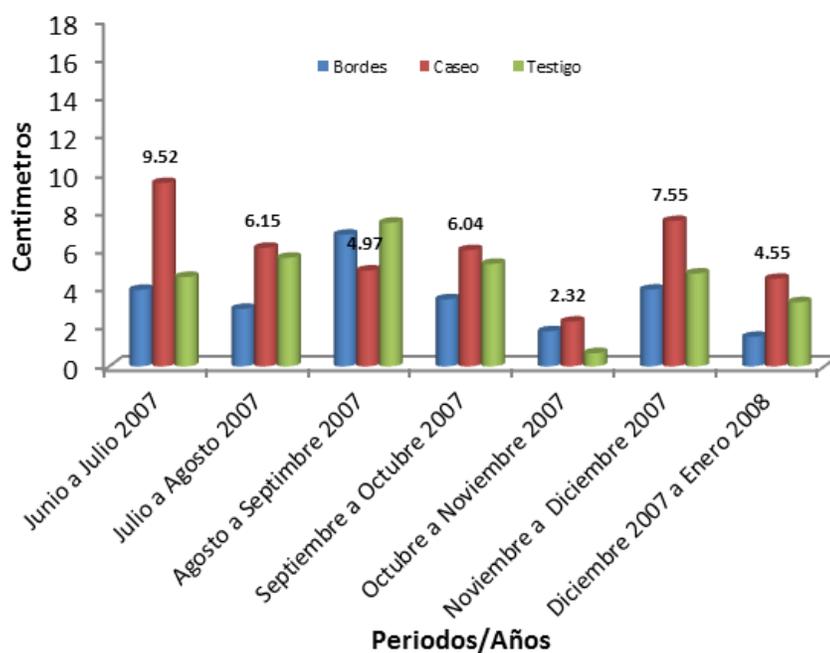


Figura 8. Comportamiento del ICM de la altura de las plántulas en la finca Montoya por tratamientos, durante el periodo de Junio 2007 a Enero 2008.

En la finca Miguel el tratamiento con más ICM en altura fue el tratamiento bordes (Figura 9). Esta ligera variación podría estar relacionada a las capacidades de retención de humedad y calidad física y química del suelo de la finca Miguel.

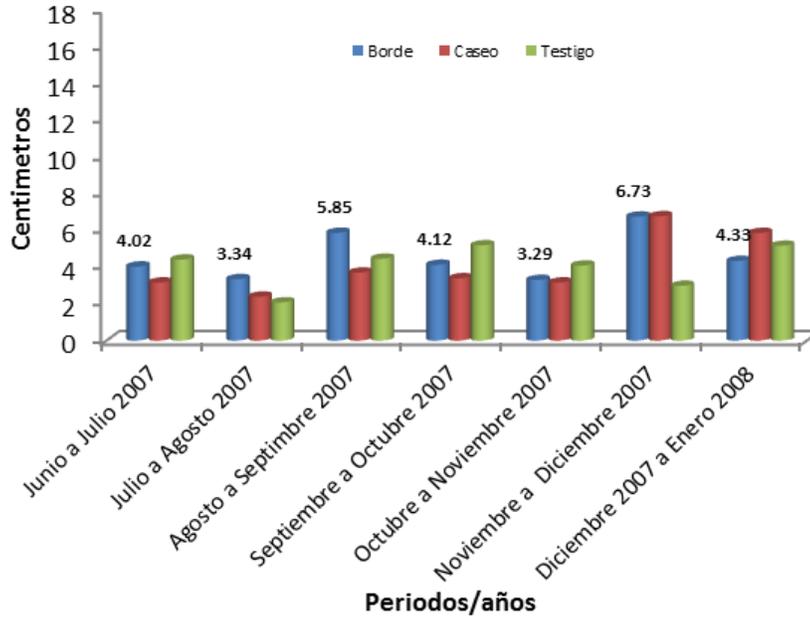


Figura 9. Comportamiento del ICM de la altura de las plántulas en la finca Miguel y tratamientos, durante el periodo de Junio 2007 a Enero 2008.

#### 4.4 ICM total en diámetro y altura de las plántulas por tratamientos, durante el periodo de Junio 2007 a Enero 2008

Podemos resumir que durante el periodo de Junio 2007 a Enero 2008 el ICM en diámetro y altura de los tratamientos cáseos, bordes y testigo fue mayor en la finca Miguel que en la finca Montoya, siendo el tratamiento cáseos el de mayor ICM en diámetro y altura (Figura 10). Con anterior se puede aducir a la calidad física y química del suelo, mayor captura y retención de humedad y biología de las especies en evaluación.

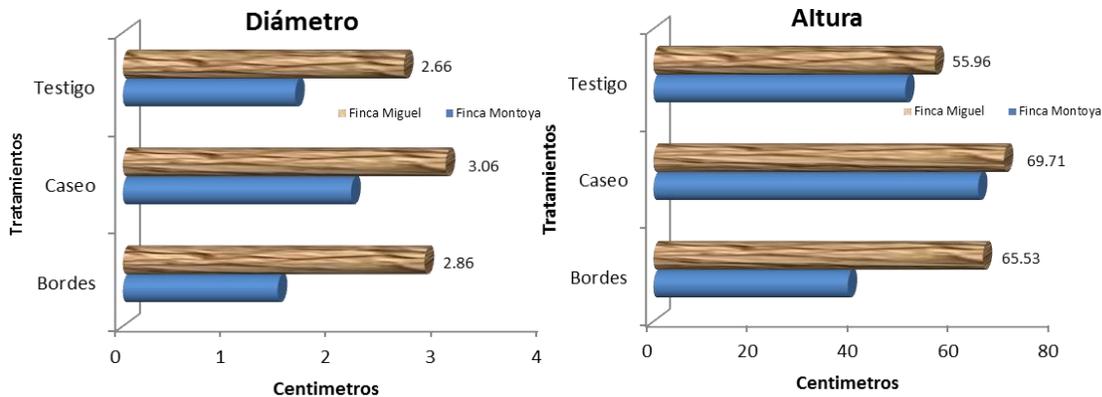


Figura 10. Crecimiento en diámetro y altura total de las plántulas por tratamientos, durante el periodo de Junio 2007 a Enero 2008.

#### 4.5 Comparación del diámetro y la altura de las plántulas por bloques, durante el periodo de Junio 2007 a Enero 2008

Entre bloques (fincas), se encontraron diferencias significativas a  $p < 0.05$  en el ICM del diámetro de las plántulas, siendo mayor en la finca Miguel (0.24 cm) en comparación con la finca Montoya (0.15 cm). Este comportamiento se aduce a la calidad física y química del suelo y su posición en la parte media de la micro cuenca Las Marías, lo cual permite una menor posibilidad de anegamiento que podrían favorecer a la aparición y proliferación de enfermedades fungosas. El ICM en altura no se encontró diferencias significativas a  $p < 0.05$  entre fincas (Cuadro 2).

Cuadro 2. ICM del diámetro y la altura de las plántulas por bloques, durante el periodo de Junio 2007 a Enero 2008.

Descriptor	Bloques	Diámetro		Altura	
		Media	Significancia	Media	Significancia
Incremento Corriente Mensual	Finca Montoya	0.15	a	4.48	ns
	Finca Miguel	0.24	b	5.37	ns

Prueba LSD Fisher  $\leq 0.05$ . Letras distintas indican diferencias significativas entre bloques.

#### 4.6 Comparación del diámetro y la altura de las plántulas por tratamientos, durante el periodo de Junio 2007 a Enero 2008

Entre tratamientos (cáseo, bordes y testigo), no se encontraron diferencias significativas a  $p < 0.05$  en el ICM del diámetro y la altura de las plántulas. El ICM en diámetro anduvo entre los rangos de 0.19 a 0.21 cm, en altura anduvo entre los rangos de 4.48 a 5.70 cm (Cuadro 3).

Cuadro 3. ICM del diámetro y la altura de las plántulas por tratamientos, durante el periodo de Junio 2007 a Enero 2008.

Descriptor	Tratamientos	Diámetro		Altura	
		Media	Significancia	Media	Significancia
Incremento Corriente Mensual	Cáseo	0.19	ns	4.48	ns
	Bordes	0.19	ns	4.59	ns
	Testigo	0.21	ns	5.70	ns

Prueba LSD Fisher  $\leq 0.05$ . Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos.

Estos resultados tienen relación con el crecimiento de las especies en evaluación y con la duración del periodo de evaluación que se considera muy corto. En este tipo de investigación se debe de considerar intervalos entre medición de dos a tres meses y periodos de evaluación entre dos a tres años, para poder conocer la expresión de las especies y el efecto de los tratamientos.

#### **4.7 Efecto de la precipitación sobre la humedad del suelo en las fincas Miguel y Montoya, durante el periodo de Junio a Diciembre del 2007**

Para conocer el nivel de influencia de la precipitación sobre la humedad de suelo, en las fincas en evaluación se realizó un análisis de regresión lineal, los resultados indican que la precipitación solamente tuvo un efecto significativo (\*) sobre la humedad del suelo en la finca Montoya (Cuadro 4). Éste comportamiento podría estar asociado a su posición en la parte baja de la microcuenca, lo cual le permite tener una menor posibilidad de intercepción de las lluvias de los cerros que colindan la microcuenca. Otro factor podría ser la estructura física (textura, profundidad y capacidad de retención de agua) de los suelos.

Cuadro 4. Influencia de la precipitación sobre la humedad del suelo en las fincas Miguel y Montoya, durante el periodo de Junio a Diciembre del 2007.

Variable regresora	Fincas (variables dependientes)	Humedad del suelo	
		p-valor	Significancia
Precipitación	Finca Miguel	0.068	ns
	Finca Montoya	0.032	*

Regresión lineal  $\leq 0.05$ . \* existe un efecto significativo de la precipitación, sobre la humedad del suelo, ns: no existe efecto de precipitación sobre la humedad del suelo.

#### **4.8 Humedad del suelo por finca, durante el periodo de Junio a Diciembre del 2007**

Se encontró que el porcentaje de humedad (%H) en el suelo fue mayor en la finca Montoya (línea anaranjada), en comparación con el (%H) del suelo de la finca Miguel (línea verde claro) (Figura 11). Lo anterior está relacionado a la precipitación (línea discontinua azul), lo cual quedó demostrado en los resultados del análisis de regresión del punto 4.7.

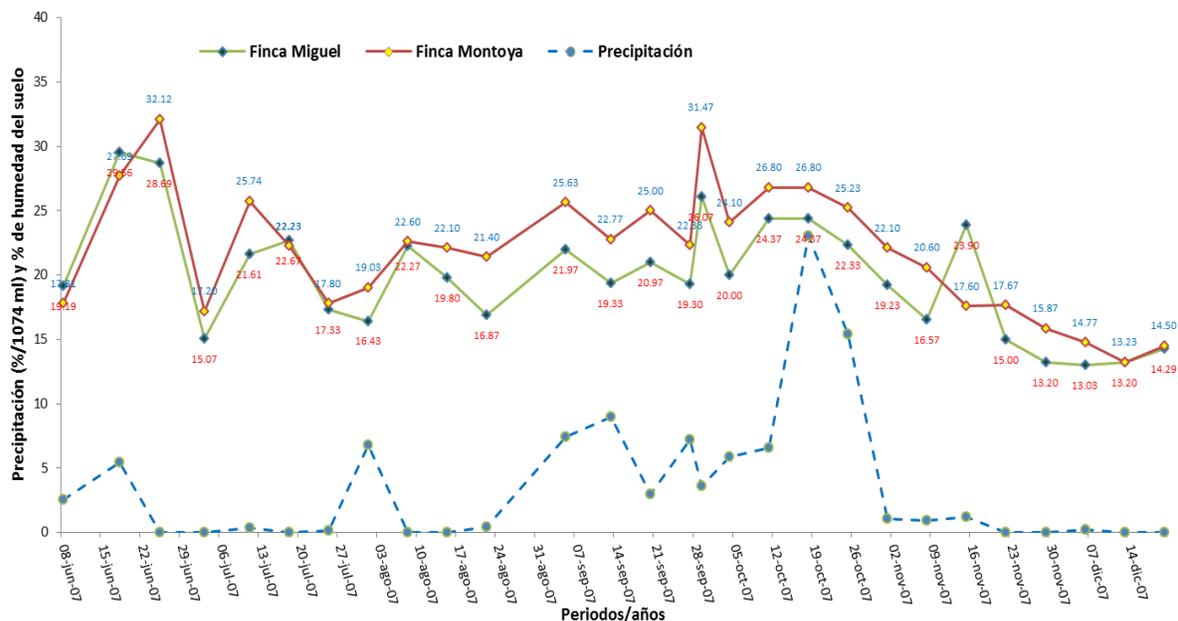


Figura 11. Comportamiento de la humedad del suelo por finca, durante el periodo de Junio a Diciembre del 2007.

Se descarta el factor de infiltración ya que según resultados de las pruebas de infiltración se encontró una mayor velocidad de infiltración del agua en el suelo en la finca Montoya (10.44 milímetro/hora) en comparación a la finca Miguel (7.48 milímetro/hora). Sin embargo la velocidad de infiltración de ambas fincas se podría considerar baja en relación a lo que se espera en esos tipos de suelos franco arenosos que es de 20 a 30 milímetros/hora.

#### 4.9 Comparación de la humedad del suelo por bloques y tratamientos, durante el periodo de Junio a Diciembre del 2007

Entre bloques, se encontraron diferencias significativas a  $p < 0.05$  en el (%H). En la finca Montoya (21.86%) se encontró mayor (%H), en comparación a la finca Miguel (19.88%). Los resultados anteriores tienen relación con la precipitación, lo cual quedo demostrado en el análisis de regresión del punto 4.7, otros factores que podrían haber incidido es la calidad física del suelo y la posición geográfica (parte baja de la cuenca). Entre tratamientos también se encontraron diferencias significativas a  $p < 0.05$  en el %H. El tratamiento cáseos (22.25%) fue el mejor seguido del testigo (21.28%) y bordes (19.08%) (Cuadro 5). Este resultado podría estar relacionado a que la técnica de cáseos permite una mayor posibilidad de capturar y retener el agua entre los bordes que se forman en el perímetro basal de la planta.

Cuadro 5. Porcentaje de humedad en el suelo por bloques y tratamientos, durante el periodo de Junio a Diciembre 2007.

Descriptor	Bloques y tratamientos	Humedad del suelo	
		Media	Significancia
Porcentaje de Humedad en el Suelo	Finca Montoya	21.86	b
	Finca Miguel	19.88	a
	Caseo	22.25	b
	Testigo	21.28	b
	Bordes	19.08	a

Prueba LSD Fisher  $\leq 0.05$ . Letras distintas indican diferencias significativas entre bloques y tratamientos.

#### 4.10 Relación de la humedad del suelo con el crecimiento (diámetro y altura) por finca, durante el periodo de Junio a Diciembre del 2007

Según análisis de correlación de Pearson se encontró una correlación positiva y significativa, entre el porcentaje de humedad y el ICM en diámetro (0.70) y altura (0.65) en la finca Miguel (Cuadro 6). En la finca Montoya no se encontró correlación significativa. Las razones de este comportamiento podría estar asociado a los mejores niveles de macro y micronutrientes (Nitrógeno, Fosforo, Potasio y Zinc) encontrados en la finca Miguel, según resultados de los análisis de suelo (Anexo 3), se descarta la humedad del suelo ya que se encontró una mayor humedad en el suelo de la finca Montoya, lo cual se aprecia en el Cuadro 5 y Figura 11.

Cuadro 6. Relación de la humedad del suelo con el crecimiento (diámetro y altura) de las especies frutales por finca, durante el periodo de Junio a Diciembre 2007.

Finca Miguel	Porcentaje de humedad del suelo	ICM en Diámetro	ICM en Altura
Porcentaje de humedad del suelo	1.00	<b>0.70</b>	<b>0.65</b>
Finca Montoya	Porcentaje de humedad del suelo	ICM en Diámetro	ICM en Altura
Porcentaje de humedad del suelo	1.00	0.31	0.38

Correlación de Pearson, entre mas se acerque a "1", mayor será la correlación entre variables.

## V CONCLUSIONES

Dando respuesta a las hipótesis planteadas en la investigación, se puede decir que no se acepta la hipótesis que relaciona las técnicas de captación de agua con el ICM en diámetro y altura de las especies frutales. Sin embargo se acepta la hipótesis que relaciona técnicas de captación de agua con la humedad del suelo, donde se encontró un efecto significativo, demostrado a través de los siguientes aspectos.

- ♣ La sobrevivencia de las plántulas en evaluación fue alta como producto del mantenimiento cultural, siendo *Coco nucifera* la especie de mayor sobrevivencia, debido a su capacidad de adaptación a suelos arenosos.
- ♣ Se encontró un efecto significativo sobre el crecimiento en diámetro entre fincas, pero entre altura no se encontró diferencias significativas, posiblemente provocado por la ubicación en la microcuenca Las Marías, lo cual hace que la calidad física y química del suelo difiera.
- ♣ Entre tratamientos, el crecimiento en diámetro y altura no se encontró diferencias significativas, debido al poco tiempo entre medición y de la duración del periodo de evaluación. De igual forma podría estar relacionado a la condición que las plántulas requieren de un periodo de adaptación y posterior manifiestan crecimiento en diámetro, altura y hojas nuevas.
- ♣ Se encontró un efecto de las técnicas de captación de agua sobre la humedad del suelo en las parcelas en evaluación, debido a la precipitación y a las estructuras físicas establecidas en las parcelas. Fue mayor en el cáseo.
- ♣ En la finca Montoya fue donde se encontró mayor humedad, pudiera estar relacionado con la ubicación de la finca en la micro cuenca Las Marías.
- ♣ Adicionalmente se encontró que la especie el *Coco nucifera* mostró mayor crecimiento dado su biología y fisiología.

## VI RECOMENDACIONES

- ✘ Promover entre los productores de la microcuenca Las Marías el cultivo de la especie *Coco nucifera*; dado su buena adaptación a las condiciones de suelo y clima de la microcuenca.
- ✘ Promover la aplicación de la técnica de cáseo en los cultivos frutales de los productores de Telica, ya que permite capturar y retener una mayor humedad en el suelo.
- ✘ Considerar en futuros estudios, periodos de evaluación más largos (al menos dos años), aumentar el número de repeticiones (fincas) y considerar variables más específicas (crecimiento nuevo, área foliar, biomasa, temperatura del aire y la hoja), con el propósito de encontrar una mejor explicación de los resultados de la investigación.

## VII LITERATURA CITADA

- Acuña Espinal, E; Hernández, DL. 2004.** Estado actual del recurso suelo y análisis de escenario de uso de la tierra en la microcuenca Las Marías, Municipio de Telica, León, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria, Managua. Revista La Calera. 13p.
- Boer, TH. M.; Ben-Asher, J. 1982.** A review of rainwater harvesting. Agric. Water Manage.
- Critchley, W; Siegert, K. 1991.** Water harvesting. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Di Rienzo, JA; Balzarini, MG; Casanoves, F; González, LA; Tablada, EM; Díaz, MdP; Robledo, CW. 2001.** Estadísticas para las ciencias agropecuarias. Córdoba, Argentina. Cuarta edición 330 p.
- FARENA (Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente). 1999.** Diagnóstico participativo de la microcuenca Las Marías, Telica. FARENA-UNA. Managua, Nicaragua.
- FARENA (Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente). 2003.** Diagnóstico microcuenca Las Marías, Telica. FARENA-UNA. Managua, Nicaragua.
- Hernández Quintero, RD. 2005.** Establecimiento y manejo inicial de frutales en diez fincas de la microcuenca Las Marías, Municipios de Telica y Posoltega, León y Chinandega. Tesis Pregrado. Facultad de Recursos Natural y del Ambiente/Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 101p.
- FRASIER, G.W. 1994.** Water harvesting/runoff farming systems for agricultural production. Water harvesting for improved agricultural production. Water Reports FAO.

- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). 2007.** Informe de datos climáticos del municipio de Telica. León, Nicaragua. 6 p.
- INIDE (Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censo). 2006.** Censo 2005: VIII Censo de la población y IV de Vivienda. Volumen IV. Managua, Nicaragua. 546 p.
- Leakey, R.R.B; Tchoundjeu, Z. 2001.** Diversification of tree crops: domestication of companion crops for poverty reduction and environmental services. *Experimental Agriculture* 37 (3): 279–296 p.
- Linares, E. 2005.** Instructivo para determinar la supervivencia en plantaciones forestales. Ed. MINAG. 94 p. (Instrucción Técnica 6).
- López Torres, MG; Cardoza Blandón, LI. 2008.** Establecimiento y manejo inicial de plantaciones de frutales en ocho comunidades de la Micro cuenca Las Marías, municipio de Telica, departamento de León. Tesis de Ingeniería Forestal, Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente (FARENA), Universidad Nacional Agraria (UNA), Managua, Nicaragua. 70 p.
- Morera, J. 1993.** Sostenibilidad en el cacao basada en la diversidad genética de los frutales. En: Sombras y Cultivos Asociados con Cacao. W. Phillips ed. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica, Informe Técnico No 206: 91-98 p.
- Pedrosa H., 1993.** Fundamentos de Experimentación Agrícola. CECOTROPIC. Managua, Nicaragua. 264p.
- Roose E., 1994.** Introducción a la Gestión conservacionista del agua y de la fertilidad de los suelos. Bull. Pédol. FAO, Roma n°70.

**Sanchez, P.A; Leakey, R.R.B. 1997.** Land use transformation in Africa: three determinants for balancing food security with natural resource utilization. *European Journal of Agronomy* 7: 1523.

**Somarriba Chang, M. 2007.** Plan de manejo de la microcuenca Las Marías, Municipios de Telica, Quezalaguaque, Posoltega y Chinandega. FARENA-UNA. Managua, Nicaragua. 35 p.

## **VIII ANEXOS**

- 1. Características taxonómicas y fenológicas de las tres especies frutales.**
- 2. Descripción de las técnicas de captación de agua.**
- 3. Resultados de los análisis de suelo en las fincas Montoya y Miguel 2012.**
- 4. Informe de la precipitación en la estación metrológica de Posotelga.**
- 5. Salidas de los análisis estadísticos (ANOVA).**

## **Anexo 1. Características taxonómicas y fenológicas de las tres especies frutales**

a) Nombre científico: *Mangifera indica* L.

Nombre común: Mango

Familia: Anacardiaceae

Variedad: Rosa

-Descripción botánica: es un árbol que puede alcanzar los 20 m de altura, con un diámetro de 20 cm, tiene la corteza de color gris o castaño.

-Hojas: son alternas y tiene forma elíptica y presenta el borde entero, con ápices y base redondeados.

-Flores: aparecen en panículas o racimos ramificados, los pétalos son de color rosado o rojo.

-Frutos: el fruto consiste en una drupa arriñonada, la semilla tiene forma de limón.

\*Agro ecología: este cultivo necesita precipitaciones mínimas entre 1000 – 1,200 mm anuales, requiere suelos bien oxigenado de texturas arenoso - limoso sin problemas de drenajes y con un pH comprendido entre 5.5 - 6.5.

b) Nombre científico: *Citrus sinensis*

Nombre común: Naranja

Familia: Rutaceae

Variedad: Concheña

-Descripción botánica: es un árbol de casi 12 m de altura y 25 cm de diámetro, la corteza presenta un color castaño.

-Hojas: de color verde oscuro, brillante por el haz y mate por el envés, simple y de forma más o menos elíptica, su borde es dentado.

-Flores: son hermafroditas y aparecen solitarias o en racimos en las axilas de las hojas.

-Frutos: tiene una forma más o menos globosa la corteza es un poco rugoso de color anaranjado con semillas escasas, el fruto se consume en fresco y en zumos y tiene gran valor dietético y nutritivo.

\*Agroecológica de los cítricos: en general las temperaturas óptimas para el cultivo de los cítricos está comprendido entre 13 – 30 °C anuales. En término de precipitaciones, 1200 mm anuales representa el límite por debajo del cual el cultivo del cítrico plantea necesidad de riego. El cultivo de esta especie requiere suelos profundos y preferentemente livianos, de tipo arcillo - arenoso el pH adecuado para su cultivo se sitúa entre 5.5 - 7.

c) Nombre científico: *Coco nucifera* L.

Nombre común: Coco

Familia: Arecaceae

Variedad: Coco Amarillo

-Descripción botánica: pueden alcanzar entre 25 – 30 m de altura, su tronco marcado por las cicatrices que dejan las hojas perdidas, tienen entre 30 – 40 cm de diámetro y una base gruesa formada por raíces.

-Hojas: pinas, cada año se forma de 10 - 20 hojas nuevas.

-Flores: están ramificadas, con un gran número de flores de ambos sexo, las flores femeninas nacen en la base de las ramificaciones, mientras que las masculinas nacen en la parte superior.

-Fruto: son drupas ovoides cuya envoltura fibrosa se deseca y se endurece al alcanzar la madurez.

\*Agroecológica: el cultivo del coco requiere al menos 130 mm de lluvia mensuales, con un periodo seco que no excede de 3 meses consecutivo. La temperatura media anual óptima se encuentra entre los 28 – 30 °C. No existe límite superior de iluminación.

## **Anexo 2. Descripción de las técnicas de captación de agua**

La Cosecha de aguas: consiste en el proceso de recolección y almacenamiento de agua para su posterior uso, desde un área tratada para incrementar la escorrentía. Por consiguiente, un sistema de cosecha de agua sería aquel que facilita la recolección y almacenaje de agua de escorrentía, que puede utilizarse para abastecimiento doméstico o para cultivos (Frasier, 1994). Todas las técnicas de cosechas de agua existentes tienen en común las siguientes características: 1) Son aplicadas en zonas áridas y semiáridas, donde la escorrentía tiene un carácter intermitente.

2) Dependen de un agua de origen local, como puede ser la escorrentía superficial, el caudal de un arroyo o de un manantial efímero.

3) Son operaciones a pequeña escala, en cuanto al área de captación, al volumen de almacenamiento y al capital invertido. La recolección de escorrentía puede realizarse de dos formas bien diferentes (Boers y Ben-Asher, 1982):

a) Cosechas de agua con microcuencas: Es un método para recoger la escorrentía superficial desde un área de contribución que conduce el flujo a una distancia inferior a 100 m y almacenarlo para uso consuntivo en la zona radical adyacente a una poceta de infiltración.

b) Cultivo por cosecha de agua: Es un método para recoger la escorrentía superficial desde un área de captación, utilizando canales, presas y sistemas de desviación, y almacenarla en un depósito de superficie o en la zona radical de un área de cultivo para un uso consuntivo directo.

-Técnica de cosecha de agua Microcuenca Negarim: Son estructuras de forma cuadrada o romboidal, rodeadas por pequeños caballones de tierra y con un hoyo de infiltración en el vértice inferior de cada una de ellas, en el que se sitúa la planta. Se utilizan principalmente para la implantación de árboles y arbustos (Roose, 1994).

-Técnica de cosecha de agua Caballones según curvas de nivel: Esta técnica consiste en la construcción, generalmente mecanizada, de caballones de tierra siguiendo curvas de nivel. De esta manera se compartimenta la ladera en unidades más pequeñas. Tradicionalmente se realizan también unos caballones más pequeños, perpendiculares a los anteriores y separados varios metros, que delimitan las microcuencas. Se han utilizado tanto para cultivos como para la plantación de árboles (Roose, 1994).

### Anexo 3. Resultados de los análisis de suelo en las fincas Montoya y Miguel 2012



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, LEÓN  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA/LABORATORIO DE SUELOS



#### INFORME DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DE SUELO

NOMBRE: Gianantonio Ricci Mell

MUNICIPIO/ DEPARTAMENTO: Telica, León

FECHA DE INGRESO: 14 de Junio de 2012

FECHA DE INFORME: 06 de Julio de 2012

IDENTIFICACIÓN			Código Muestra	Finca "DIPA, Montoya -Las Marías"
INFORMACIÓN			ID Laboratorio	1375
MÉTODOS APLICADOS	TÉCNICA	VALORES DE REFERENCIA	Parámetros físico - químicos	Resultados de Laboratorio
Agua	Potenciometría	6.8 - 7.2 Neutro	pH	7.0
Agua	Conductimetría	100-800 µS/cm	CE (µS/cm)	28.8
Walkley-Black	Volumetría	> 2.5%	MO %	3.7
Bremner	Volumetría	1 - 5 mg/100 g de S	N-NH <sub>4</sub> , mg/100	ND
Cataldo Modificada	Espectrofotometría AM	5-15 mg/100 g de S	N-NO <sub>3</sub> , mg/100	3.7
Bray II	Espectrofotometría AM	20-30 mg/100 g de S	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , mg/100	44.4
Acetato Amónico	Espectrofotometría AA	20-35 mg/100 g de S	K <sub>2</sub> O mg/100	64.9
Acetato Amónico	Espectrofotometría AA	60 - 505 mg/100 g de S	CaO mg/100	505.4
Acetato Amónico	Espectrofotometría AA	15 - 25 mg/100 g de S	MgO mg/100	50.9
Carolina del Norte (Doble Ácido)	Espectrofotometría AA	8 - 10 ppm	Fe mg/100	1.67
Carolina del Norte (Doble Ácido)	Espectrofotometría AA	1 - 4 ppm	Cu mg/100	0.65
Carolina del Norte (Doble Ácido)	Espectrofotometría AA	3 - 8 ppm	Mn mg/100	5.4
Carolina del Norte (Doble Ácido)	Espectrofotometría AA	8 - 40 ppm	Zn mg/100	0.99
Aspirina - H	Espectrofotometría UV/Vis	0.5 - 2 mg/kg	B mg/100	
Método de plata	Volumetría		Cl mg/100	
Turbidimetría	Espectrofotometría UV/Vis	20 - 80 ppm	SO <sub>4</sub> mg/100	
Método de amonio/NH <sub>3</sub>	Volumetría	20 - 85 mg/100	OC meq/100 g	

El Laboratorio de Suelos, sólo se hace responsable de los resultados emitidos por las muestras recibidas.

*Lucy Martínez Vado*  
MSc. Lucy Martínez Vado  
Directora Ejecutiva  
LABSUELO/UNAN - León



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, LEÓN  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA/LABORATORIO DE SUELO



INFORME DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DE SUELO

NOMBRE: Gianantonio Ricci Meliá

MUNICIPIO/ DEPARTAMENTO: Toleca, León

FECHA DE INGRESO: 14 de Junio de 2012

FECHA DE INFORME: 06 de Julio de 2012

IDENTIFICACIÓN			Código Muestra	Finca "01PA, Miguel-Las Marias"
INFORMACIÓN			ID Laboratorio	1376
MÉTODOS APLICADOS	TÉCNICA	VALORES DE REFERENCIA	Parámetros físico-químicos	Resultados de Laboratorio
Agua	Potenciometría	6.8-7.2 Neutro	pH	6.8
Agua	Conductimetría	300-800 $\mu\text{S/cm}$	CE ( $\mu\text{S/cm}$ )	30.0
Walkley-Black	Volúmetría	> 2.5%	MO %	4.9
Bremner	Volúmetría	1 - 5 mg/100 g de S	N-NH <sub>4</sub> , mg/100	0.64
Catálisis Modificado	Espectrofotometría AM	5-15 mg/100 g de S	N-NO <sub>3</sub> , mg/100	4.3
Bray II	Espectrofotometría AM	20-30 mg/100 g de S	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , mg/100	71.1
Acetato Amónico	Espectrofotometría AA	20-25 mg/100 g de S	K <sub>2</sub> O mg/100	16.4
Acetato Amónico	Espectrofotometría AA	40 - 505 mg/100 g de S	CaO mg/100	355.7
Acetato Amónico	Espectrofotometría AA	15 - 25 mg/100 g de S	MgO mg/100	25.1
Caviera del Norte (Doble Ácido)	Espectrofotometría AA	8 - 30 ppm	Fe mg/100	2.54
Carolina del Norte (Doble Ácido)	Espectrofotometría AA	1 - 7 ppm	Cu mg/100	0.21
Carolina del Norte (Doble Ácido)	Espectrofotometría AA	1 - 4 ppm	Mn mg/100	1.46
Carolina del Norte (Doble Ácido)	Espectrofotometría AA	8 - 40 ppm	Zn mg/100	1.76
Acetato - II	Espectrofotometría UV/Vis	0.5 - 2 mg/kg	B mg/100	
Nitrito de plata	Volúmetría		C mg/100	
Turbidimetría	Espectrofotometría UV/Vis	21 - 80 ppm	SO <sub>4</sub> mg/100	
Nitrito de arsénico/CO	Volúmetría	40 - 50 mg/100	CIC (mg/100 g)	

El Laboratorio de Suelos, solo se hace responsable de los resultados emitidos por las muestras recibidas.

  
MSc. Amalia de la Cruz Meliá  
Directora Ejecutiva -  
LABSUELO/UNAN - León



## Anexo 4. Informe de la precipitación en la estación metrológica de Posotelga



**INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES**  
**DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA**  
**RESUMEN METEOROLÓGICO DIARIO**

Estación: POSOLTEGA / Código: 64063  
 Departamento: Municipio:  
 Latitud: 12°33'00" Longitud: 86°58'00"  
 Año: 2007 Elevación: 109 msnm  
 Parámetro: Precipitación (mm) Tipo: PV

Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Suma
1	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	11.2	1.6		21.6	0.0	0.2	36.6
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4		27.2	0.0	9.4	39
3	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	2.0	0.0		15.4	0.0	12.6	35
4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	4.4	0.0		18.0		0.0	22.5
5	0.0	0.0	4.0	7.0	0.0	1.6	0.0		0.0	7.6	0.0	20.2
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0		0.0	12.2	0.0	12.4
7	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	8.0	0.0		14.0	2.4	0.0	32.4
8	0.0	0.0	4.0	0.0	30.8	0.0	0.0		0.0	6.8	0.0	41.6
9	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.2	0.0		31.2	96.8	0.0	136.2
10	0.0	5.0	0.0	8.0		0.0	0.0		0.0		0.0	13
11	0.0	8.0	0.0	0.0		7.6	0.0		0.0		0.0	15.6
12	8.0	8.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.2	0.4	129.4	0.2	146.2
13	0.0	0.0	0.0	0.0		38.2		0.2	0.0	61.0		99.4
14	8.0	0.0	0.0	0.0	16.0	0.0		0.0	0.0	0.0		24
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.2		4.2	0.0	18.4	0.0	34.8
16	0.0	0.0	2.4	0.0	9.4		0.0	0.0	33.6	1.2	0.0	46.6
17	0.0	0.2	0.0	0.0	1.4		0.0	0.0	0.0	44.0	0.0	45.6
18	0.0	0.0	0.0	0.0	18.4	0.0	0.0	0.0	4.4	12.0	0.0	34.8
19	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	0.0	0.0	0.2	0.0	29.2	0.0	44.4
20	0.0	8.0	0.0	0.4	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	4.9	0.0	14.5
21	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	0.0	24.4	28.6	39.2	2.0	0.0	112.2
22	0.0	0.0	0.0	0.2	21.2	0.0	36.6	5.0	21.6	0.0	0.0	84.6
23	0.0	0.0	0.0	0.0	35.6		5.4	0.0	0.2	3.6	0.0	44.8
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	5.0	22.4	0.0	0.0	33.8
25	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	0.0	0.0		18.6	0.8	2.0	28
26	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	4.4
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	13.6	0.0	0.0		14
28		0.0	0.0	0.0		0.0			1.0	0.0	0.0	1
29	8.0		1.0	0.0	85.4	0.0		0.8	15.2	0.0		110.4
30	0.1		0.0	1.6	121.6	0.0	0.0	64.0	47.6	0.0		234.9
31	0.0		0.0		33.8			0.0		0.0		33.8
Suma	24.1	29.2	27.4	28.7	413.2	86.0	78.0	122.8	330.6	432.3	24.4	1596.7
S 1-10	0.0	5.0	24.0	22.1	30.8	27.6	4.0		127.4	125.8	22.2	
S 11-20	16	24.2	2.4	0.4	60.2	58	1.2	4.8	38.4	300.1	0.2	
S 21-31	8.1	0.0	1.0	6.2	322.2	0.4	72.8	118.0	164.8	6.4	2.0	
Media	0.8	1.0	0.9	1.0	15.9	3.2	3.1	6.5	11.4	15.4	1.0	51.5
Max	8.0	8.0	8.0	8.0	121.6	38.2	36.6	64.0	47.6	129.4	12.6	234.9
Min	8.0	5.0	1.0	1.6	1.4	1.6	1.2	0.8	4.4	0.8	2.0	1.0
Lluvia	3	4	6	6	13	8	7	8	14	16	3	
Sin Lluvia	27	24	25	24	13	19	18	11	15	12	21	
Sin Data	888.88	888.88	888.88	888.88	888.88	888.88	888.88	888.88	888.88	888.88	888.88	
Dst	2.4	2.6	2.1	2.1	25.8	7.3	7.6	11.9	13.7	29.4	2.7	

## Anexo 5. Salidas de los análisis estadísticos (ANOVA)

### ANAVA DEL INDICE DE CRECIMIENTO MEDIO EN DIAMETRO

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Prom.ICM-D	68	0.65	0.62	38.20

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.70	5	0.14	23.02	<0.0001
Bloques	0.14	1	0.14	22.41	<0.0001
Tratamiento	0.01	2	3.5E-03	0.58	0.5643
Especie	0.57	2	0.28	46.77	<0.0001
Error	0.38	62	0.01		
Total	1.07	67			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.03775**

Error: 0.0061 gl: 62

Bloques	Medias	n	E.E.	
Montoya	0.15	33	0.01	A
Miguel	0.24	35	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.04623**

Error: 0.0061 gl: 62

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Borde	0.19	23	0.02	A
Caseo	0.19	22	0.02	A
Testigo	0.21	23	0.02	A

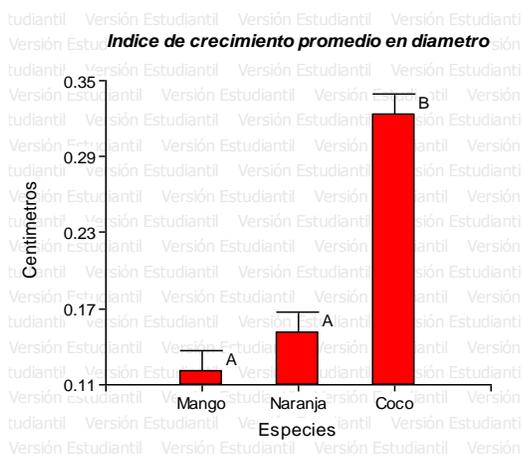
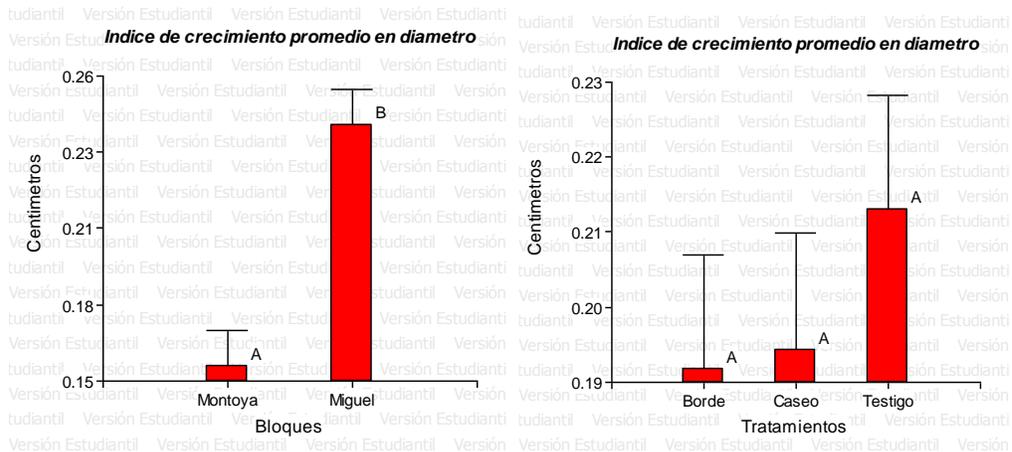
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.04627**

Error: 0.0061 gl: 62

Especie	Medias	n	E.E.	
Mango	0.12	23	0.02	A
Naranja	0.15	21	0.02	A
Coco	0.33	24	0.02	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)



### ANAVA DEL INDICE DE CRECIMIENTO MEDIO EN ALTURA

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Prom. ICM-A	68	0.47	0.43	52.03

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	380.81	5	76.16	10.96	<0.0001
Bloques	13.56	1	13.56	1.95	0.1673
Tratamiento	20.64	2	10.32	1.49	0.2344
Especie	348.83	2	174.42	25.11	<0.0001
Error	430.72	62	6.95		
Total	811.53	67			

**Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.27814**

Error: 6.9471 gl: 62

Bloques	Medias	n	E.E.
Montoya	4.48	33	0.46 A
Miguel	5.37	35	0.45 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0.05$ )

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.56523**

Error: 6.9471 gl: 62

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Caseo	4.48	22	0.56	A
Borde	4.59	23	0.55	A
Testigo	5.70	23	0.55	A

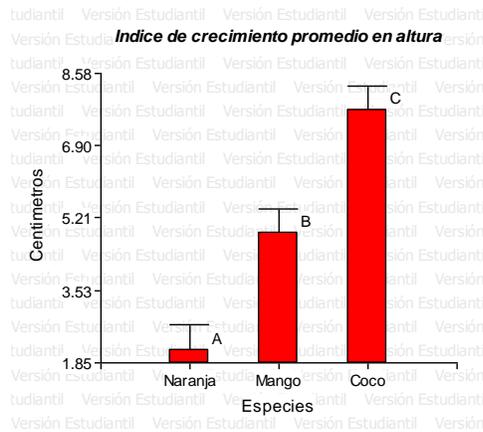
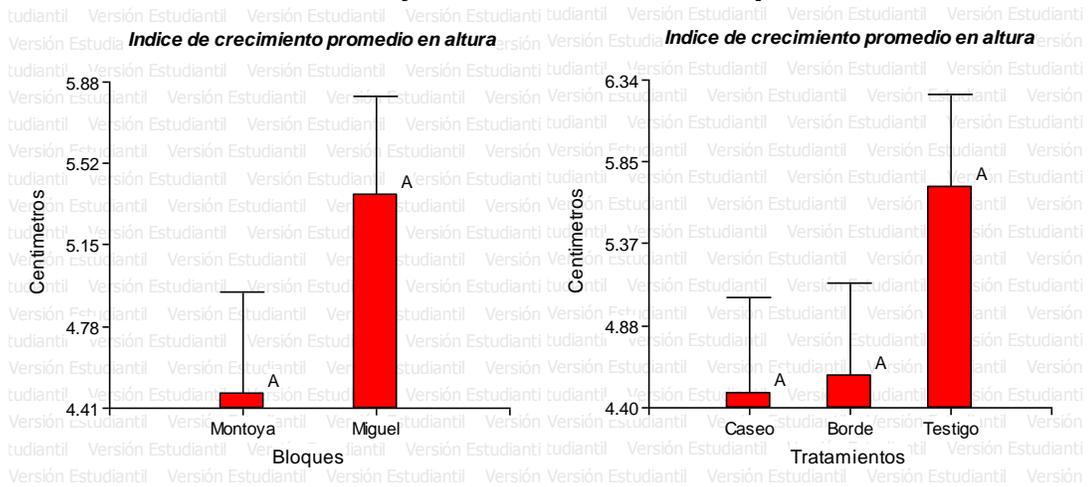
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.56626**

Error: 6.9471 gl: 62

Especie	Medias	n	E.E.	
Naranja	2.15	21	0.58	A
Mango	4.88	23	0.55	B
Coco	7.73	24	0.54	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )



## ANAVA DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD RELATIVA DEL SUELO

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Humedad	168	0.09	0.07	25.59

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	461.64	3	153.88	5.39	0.0014
Bloques	165.53	1	165.53	5.80	0.0171
Tratamientos	296.11	2	148.06	5.19	0.0065
Error	4678.71	164	28.53		
Total	5140.35	167			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.62735**

Error: 28.5287 gl: 164

Bloques	Medias	n	E.E.	
Montoya	21.86	84	0.58	A
Miguel	19.88	84	0.58	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

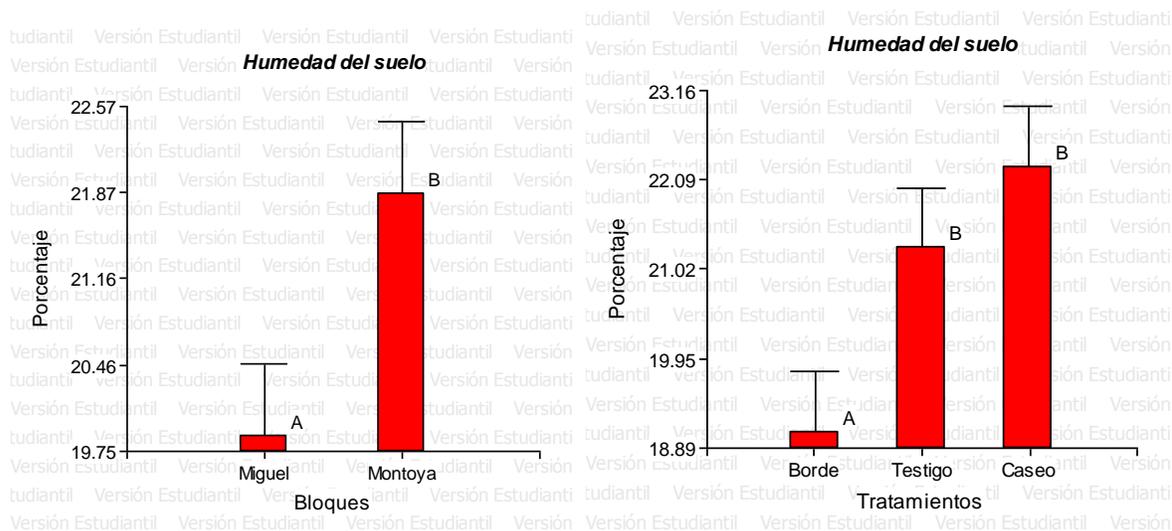
19.88

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.99309**

Error: 28.5287 gl: 164

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Borde	19.08	56	0.71	A
Testigo	21.28	56	0.71	B
Caseo	22.25	56	0.71	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )



Durante el desarrollo de la investigación se utilizaron métodos y técnicas metodológicas, las cuales se describen a continuación.

a) Bloques Completos Aleatorizados (BCA): consiste en agrupar aquellas unidades similares en bloques y asignar aleatoriamente los tratamientos dentro de esos bloques. De esta manera, cada bloque representa una repetición completa de todos los tratamientos. Se dice que son completos porque en cada bloque aparecen todos los tratamientos, y aleatorizados porque dentro de cada bloque los tratamientos son distribuidos aleatoriamente (Di Rienzo. *et.al.*2001).

b) Tamaño muestral: es el número de elementos de la población que conforman la muestra y se denota con **n** (Di Rienzo. *et.al.*2001).

c) Aleatorización: consiste en la asignación aleatoria de las unidades experimentales a los distintos tratamientos. Esta técnica tiene por objeto evitar que unidades experimentales que responden de manera particular a los tratamientos (poca respuesta, respuesta exagerada) no sean asignadas a un mismo tratamiento sino distribuidas lo mas equitativamente posible entre ellos (Di Rienzo. *et.al.*2001).

d) Tratamiento: Es el conjunto de acciones que se aplican a las unidades experimentales con la finalidad de observar cómo responden a éstas (Di Rienzo. *et.al.*2001).

e) Repetición: es una técnica que permite la recreación del tratamiento para cada unidad experimental, evitando la introducción de un error sistemático en todas las unidades experimentales de un mismo tratamiento. (Di Rienzo. *et.al.*2001).

f) Variable: es una característica, propiedad o atributo, con respecto a la cual los elementos de una población difieren de alguna forma (Di Rienzo. *et.al.*2001).

g) InfoStat: es un software para análisis estadístico de aplicación general. Cubre tanto las necesidades elementales para la obtención de estadísticas descriptivas y análisis exploratorio, así como métodos avanzados de modelación estadística y análisis multivariado. Una de sus fortalezas es la sencillez de su interfaz combinada con capacidades profesionales para el cálculo y el manejo de datos.

Análisis de la Varianza (ANAVA): Es un método estadístico cuya finalidad es probar hipótesis referidas a los parámetros de posición de dos o más poblaciones en estudio (Di Rienzo. *et.al.*2001). Con el ANAVA se persiguen los siguientes propósitos.

- ✓ Conocer las principales interacciones entre variables que estamos evaluando.
- ✓ Determinar la aceptación o rechazo de las hipótesis.
- ✓ Cumplir con el objetivo de la investigación.

i) Prueba LSD Fisher: La prueba de Fisher es similar en su procedimiento a la prueba de Tukey, pero el estadístico de la prueba es diferente. En vez de usar los cuantiles de la distribución de rangos estandarizados utiliza los cuantiles de una t con los grados de libertad del cuadrado medio dentro de tratamientos y es particular para cada comparación de medias ya que depende del número de repeticiones por tratamiento (Di Rienzo. *et.al.*2001). Luego, la diferencia mínima significativa entre el tratamiento i-ésimo y el tratamiento j-ésimo está dada por:

$$DMS_{\bar{y}_i - \bar{y}_j} = t_{\alpha/2; (1-\alpha)} \sqrt{CMD \frac{n_i + n_j}{n_i n_j}}$$

j) Significancia: es la probabilidad de que la variación aleatoria observada entre las medidas, pudieran ocurrir por casualidad a  $\geq 0.05\%$ , se dice que las medidas son significativamente diferentes y si esta pudiera ocurrir por casualidad a  $\geq 0.01\%$ , se dice que las diferencias son altamente significativas (Pedroza, 1993).