



"Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible"

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

## **Trabajo de Graduación**

**Efecto de tres láminas de riego y tres dosis de aplicación de  
biofertilizante en el cultivo orgánico de fresa (*Fragaria* spp.)  
cv Festival en El Castillito, Las Sabanas, Madriz**

### **AUTORES**

Br. Henry Alberto Duarte Canales  
Br. Marcos Antonio Ruiz

### **ASESORES**

MSc. Álvaro Benavides González  
MSc. José Cisne Contreras  
MSc. Víctor Calderón Picado

**Managua, Nicaragua  
Noviembre, 2010**



"Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible"

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

## **Trabajo de Graduación**

**Efecto de tres láminas de riego y tres dosis de aplicación de  
biofertilizante en el cultivo orgánico de fresa (*Fragaria spp.*)  
cv Festival en El Castillito, Las Sabanas, Madriz**

### **AUTORES**

Br. Henry Alberto Duarte Canales  
Br. Marcos Antonio Ruiz

### **ASESORES**

MSc. Álvaro Benavides González  
MSc. José Cisne Contreras  
MSc. Víctor Calderón Picado

Trabajo presentado a la consideración  
del honorable tribunal examinador,  
Para optar al título de  
Ingeniero Agrícola para el Desarrollo Sostenible

**Managua, Nicaragua  
Noviembre, 2010**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	<i>i</i>
AGRADECIMIENTOS	<i>ii</i>
ÍNDICE DE CUADROS	<i>iii</i>
ÍNDICE DE FIGURAS	<i>iv</i>
ÍNDICE DE ANEXOS	<i>v</i>
RESUMEN	<i>vi</i>
ABSTRACT	<i>vii</i>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>4</b>
<b>3.1</b> Localización del área experimental	4
<b>3.2</b> Análisis de suelo	5
<b>3.3</b> Características edafoclimáticas del municipio, Las Sabanas, Madriz	5
<b>3.3.1</b> Aforación de fuentes de agua	5
<b>3.3.2</b> Prueba de infiltración en parcelas experimentales	6
<b>3.4</b> Determinación de láminas de riego	7
<b>3.5</b> Material genético y descripción de los tratamientos	8
<b>3.6</b> Manejo agronómico del experimento	9
<b>3.6.1</b> Establecimiento del semillero	9
<b>3.6.2</b> Preparación del cantero y nivelado del suelo para siembra	9
<b>3.6.3</b> Tendido, trenzado y agujerado del plástico	9
<b>3.6.4</b> Siembra	9
<b>3.6.5</b> Poda sanitaria y control de maleza	9
<b>3.6.6</b> Fertilización	10
<b>3.6.7</b> Riego	10
<b>3.6.8</b> Incidencia de enfermedades	10
<b>3.7</b> Análisis de la información	11
<b>3.8</b> Variables evaluadas	12
<b>3.8.1</b> Variables climatológicas	12
<b>3.8.2</b> Variables de riego	12
<b>3.8.3</b> Variables de crecimiento	15
<b>3.8.4</b> Variables del fruto y producción	15

<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	17
4.1	Determinación de elementos meteorológicos	17
4.1.1	Variables climatológicas	17
4.2	Variables de riego	18
4.2.1	Curva de infiltración del agua a través del suelo	18
4.2.2	Capacidad de campo (Cc)	19
4.2.3	Densidad aparente (Da) y Densidad real (Dr)	20
4.2.4	Porosidad (Poros)	21
4.2.5	Área humedecida	21
4.2.6	Coefficiente de rendimiento (Ky)	23
4.3	Factores y niveles estudiados	23
4.4	Variables de crecimiento	24
4.4.1	Longitud y ancho del foliolo central	24
4.4.2	Número de hojas	24
4.4.3	Número de coronas	24
4.5	Variables de fruto	25
4.5.1	Longitud del fruto	25
4.5.2	Diámetro de fruto	26
4.5.3	Peso de fruto	26
4.5.4	Volumen de fruto	26
4.5.5	Grados brix (°)	27
4.6	Rendimientos mensuales y totales	27
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	30
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	31
<b>VII.</b>	<b>LITERATURA CITADA</b>	32
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS</b>	34

## **DEDICATORIA**

Este logro de nuestras vidas se lo dedicamos con mucho amor a:

*Dios*, el Omnipotente y creador del Universo por darnos la sabiduría y dirección, lo que ha sido indispensable en nuestra vida.

Muy especial a nuestros padres, por todos sus esfuerzos que hicieron posible cumplir el anhelo que fuéramos profesionales; pues les debemos lo que somos, por sembrar en nosotros la semilla de la sensibilidad y comprensión, por su cariño y amor, y por enseñarnos que debemos tener fortaleza de continuar hacia adelante no importando las circunstancias que la vida nos presente.

A nuestros hermanos, por su buena disposición y voluntad, por todos los favores durante los cuatro años y medio, y los muchos que vendrán en nuestras vidas.

A nuestros abuelos por llenar nuestras vidas de alegría y darnos consejos y velar por el bienestar todo el tiempo, que aunque no estén con nosotros siempre estarán en nuestra memoria.

A nuestros tíos por sus consejos y estar siempre pendiente de nuestras vida, a quienes estimamos y respetamos mucho.

A todas nuestras amistades que de una u otra forma nos apoyaron siempre durante los años de estudio.

***Br. Henry Alberto Duarte Canales***  
***Br. Marcos Antonio Ruiz***

## AGRADECIMIENTO

No es la recompensa lo que eleva el alma, sino el esfuerzo que ha costado esta recompensa. A *Dios*, por acompañarnos en ésta etapa de nuestras vidas, dándonos fuerzas para salir adelante.

Al Ing. MSc. Alvaro Benavides González por su amistad y disposición en los momentos que necesitábamos de su ayuda, y por asesorar nuestro trabajo de Diploma.

Al Ing. MSc. José Dolores Cisne Contreras, por su amistad, tiempo y por su asesoramiento en nuestro trabajo de Diploma.

Al Ing. MSc. Victor Manuel Calderón Picado por brindarnos su amistad y apoyarnos en el area de Riego y asesoramiento en nuestro trabajo de Diploma.

A los productores de Las Sabanas: Humberto López, Cristian Hernández, Celso Alvarado y José Méndez por facilitar las parcelas para establecer y manejar el ensayo, así como el aporte de sus conocimientos, y el apoyo con el levantamiento de datos.

Al Grupo de Investigación Desarrollo Participativo Integral Rural (DEPARTIR) de la Universidad Nacional Agraria (UNA) por facilitarnos el equipo y materiales para realizar el presente trabajo de Diploma.

A la Lic. Alba Luz Rodríguez, por su amistad e incondicional apoyo, y por sus valiosos consejos.

A la directora de extensión cultural de la Universidad Nacional Agraria, Lic. Ana Victoria Borge, por brindarnos su amistad y apoyo incondicional.

Al gestor de cultura de la Universidad Nacional Agraria, Lic. Francisco José Téllez, por su invaluable apoyo y su incondicional amistad.

Al director de teatro Quigüina de la Universidad Nacional Agraria, Lic. René Antonio Medina Chávez, por su amistad, y valiosos consejos, ánimos y por su gran apoyo en nuestra formación de cómo ser mejores seres humanos mediante el teatro.

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

Al personal que labora en el CENIDA, por su paciencia y atención durante la realización del presente trabajo.

***Br. Henry Alberto Duarte Canales***  
***Br. Marcos Antonio Ruiz***

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Características químico-físico básicas del suelo de las parcelas experimentales de los productores. Laboratorio de suelo y agua. UNA, 2010.	5
2	Datos de aforación de fuentes de agua de las parcelas experimentales.	6
3	Calculo de infiltración básica con respecto a las láminas de riego.	7
4	Niveles y factores evaluados. Comunidad El Castillito Municipio de Las Sabanas, Madriz. 2009-2010.	8
5	Promedios de diámetro y profundidades humedecidos por los goteros.	21
6	Promedios de diámetros mojados obtenidos por la ecuación del curbit.	23
7	Coefficiente de rendimiento (Ky) obtenidos en las parcelas experimentales de los productores.	23
8	Caracterización estadística en variables de hojas en los efectos principales en el cv Festival, El Castillito, municipio de Las Sabanas, Madriz. 2009-2010.	25
9	Comparación de los valores medios para las variables de fruto en los niveles de los efectos principales en el cv Festival. El Castillito, municipio de Las Sabanas, Madriz 2009-2010.	27
10	Categorización estadística del rendimiento mensual en $\text{kg ha}^{-1}$ en los niveles de los efectos principales en el cv Festival durante el 2010. El Castillito, municipio de las Sabanas, departamento de Madriz.	28

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>		<b>PÁGINA</b>
1	Ubicación del municipio Las Sabanas, Madriz. Alcaldía Las Sabanas. INETER, 2008.	4
2	Morfología de la planta de fresa. DEPARTIR, 2010.	16
3	Condiciones climáticas de El Castillito, Las Sabanas, Madriz. DEPARTIR, 2010.	17
4	Curva de infiltración del agua a través del suelo en las tres parcelas con respecto al tiempo. ●=Cristian, ■=Humberto, ▲=Celso.	19
5	Niveles de humedades con riego y sin el riego.	20
6	Determinación de diámetro y profundidades en las parcelas experimentales (a=15 min, b=25 min, c=30 min).	22

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1	Comparación de datos reales de diámetros mojados con el método de cálculo (Curbifit) y gráfico de la FAO.	35
2	Determinación de la velocidad de infiltración del productor Humberto en la comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madriz.	36
3	Datos de infiltración tomados en la parcela experimental del productor Humberto en la comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madriz.	36
4	Determinación de la velocidad de infiltración del productor Cristian en la comunidad El Castillito Las Sabanas, Madriz.	36
5	Datos de infiltración tomados en la parcela experimental del productor Cristian en la comunidad El Castillito Las Sabanas, Madriz.	36
6	Determinación de la velocidad de infiltración del productor Celso en la comunidad El Castillito Las Sabanas, Madriz.	37
7	Datos de infiltración tomados en la parcela experimental del productor Cristian en la comunidad El Castillito Las Sabanas, Madriz.	37
8	Foto de aforación de fuentes de agua El Castillito, Las Sabanas, Madriz.	38
9	Prueba de infiltración con el doble cilindro en las aéreas experimentales El Castillito, Las Sabanas, Madriz.	38
10	Tendido y trenzado de plástico de polietileno calibre 1000.	38
11	Instalación del sistema de riego por goteo en parcelas experimentales.	39
12	Aforación de goteros y medición del gasto del emisor, utilizando una probeta de 100 ml.	39
13	Plantas de fresas con cintas de riego por goteo.	39
14	Determinación de propiedades hidrofísicas del suelo en triángulo textural en las parcelas experimentales El Castillito, Las Sabanas, Madriz.	40
15	Preparación y establecimiento de canteros.	41
16	Método de siembra en canteros 3 bolillos.	42
17	Distancia de siembra de fresa en canteros.	43
18	Hoyado y siembra en canteros.	43
19	Cosecha y empaque de fresa orgánica.	44
20	Interacciones triples en las variables evaluadas.	45

## RESUMEN

El presente estudio se realizó con productores de fresa de la comunidad de El Castillito, municipio de Las Sabanas, Madriz, durante el período de abril 2009–abril 2010, con el propósito de conocer los efectos de normas de riego y dosis de biofertilizante en el cultivo de fresa (*Fragaria* spp.). Se utilizó un diseño de Bloques Completo al Azar (BCA), con un arreglo en franjas con tres réplicas. Se trabajó en parcelas de tres productores, Humberto, Cristian, Celso, las láminas de establecidas en tiempo de 15, 25 y 30 min por día, y las dosis de biofertilizante de 200, 400 y 600 l ha<sup>-1</sup>. Las variables fueron sujetas a un análisis de varianza (ANDEVA) y agrupaciones de medias mediante LSD ( $\alpha=0.05$ ). Las variables de hojas y coronas no fueron afectadas significativamente por los factores. El volumen y peso de fruto fueron afectadas por las normas de riego; no así en la longitud, diámetro y grados Brix. Las dosis de biofertilizante de 600 l ha<sup>-1</sup> mostraron efecto significativo en el peso del fruto. De igual manera, los factores evaluados afectaron de manera significativa los rendimientos obtenidos, con valores promedios de 1509.24 kg ha<sup>-1</sup> y 1188.24 kg ha<sup>-1</sup>, para los niveles de 30 minutos y 600 l ha<sup>-1</sup>, respectivamente. El mayor rendimiento total fue de 3132 kg ha<sup>-1</sup> en el tratamiento 30 minutos y 400 l ha<sup>-1</sup> en el productor Humberto. Basados en la información mensual de las propiedades psicométricas del aire, se tomaron variables como temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y precipitaciones. Se constató que El Castillito cuenta con un ambiente propicio para el desarrollo del cultivo de fresa.

**Palabras claves:** *Fragaria* spp., diseño en franjas, normas de riego y biofertilizantes, características hidrofísicas.

## ABSTRACT

This study was conducted with farmers of the community of El Castillito, municipality of Las Sabanas, Madriz, during the period April 2009-April 2010. In order to understand the effects of irrigation standards and rates of bio-fertilizer in the cultivation of strawberry (*Fragaria* spp.). The design used was a complete randomized block design (CRB) with three replicates. We worked on lots of three farmers, irrigation standards were 15, 25 and 30 min per day, and doses of biofertilizer 200, 400 and 600 l ha<sup>-1</sup>. The variables were subjected to analysis of variance (ANOVA) and groups of means using LSD ( $\alpha = 0.05$ ). The leaves and crown variables were not significantly affected by the factors. The volume and weight of fruit were affected by irrigation standards; not in the length, diameter, and Brix. Biofertilizer doses of 600 l ha<sup>-1</sup> showed a significant effect on the weight of the fruit. Similarly, the factors assessed significantly affected yields, with average values of 1509.24 kg ha<sup>-1</sup> and 1188.24 kg ha<sup>-1</sup>, for levels 30 minutes and 600 l ha<sup>-1</sup>, respectively. The highest total yield was 3132 kg ha<sup>-1</sup> in the treatment 30 minutes and 400 l ha<sup>-1</sup> in the producer Humberto. Based on data collections and moths of the psychometric properties of the it was found that El Castillito has an environment conducive to the development of the strawberry crop.

**Keywords:** *Fragaria* spp. Split-Block, bio-fertilizers and irrigation standards, hydro features.

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de la fresa (*Fragaria* spp.) es una planta que puede vivir varios años; sin embargo, dura dos años en producción económica. Pertenece a la familia de las rosáceas es herbácea, perenne y rastrera. Su tallo es un eje corto, cónico llamado corona, posee yemas axiales donde se forman los estolones o ramas que tienen entrenudos muy distanciados sobre los que aparecen rosetas de hojas y raicillas adventicias, estas se ramifican produciendo nuevos estolones. Las hojas poseen pecíolos largos con limbos divididos entre folíolos de bordes aserrados y el envés recubierto por vellosidades. Las flores parten de las axilas en racimos con pétalos blancos, la polinización es alógama y entomófila (Alvarado, 2001).

La fresa es una especie vegetal cuyo pseudo fruto es consumido como fruto fresco por la humanidad desde épocas antes Cristo, por su agradable aroma y sabor (Sánchez, 2006). Antes del descubrimiento de América la especie más utilizada fue *Fragaria vesca*; en la actualidad se utilizan híbridos ínter específicos principalmente cruces artificiales entre las especies *Fragaria chiloensis* y *Fragaria virginiana*. Las cultivares Oso grande, Chandler, Britget, Sugar Baby, Festival fueron introducidas de Honduras y mejoradas en Estados Unidos a las zonas altas del departamento de Madriz, Nicaragua.

Según Marcelo (1999), la producción de fresa a nivel mundial en las últimas décadas ha sido variable, disminuyendo en algunos países y aumentando en otros. Los principales países productores de fresa a nivel mundial son Estados Unidos, alcanzando 29.17% del total producido, con 22 mil hectáreas cultivadas y a la vez posee el rendimiento más alto, 50,682 kg ha<sup>-1</sup>. En segundo lugar, la Federación Rusa (8.48%), España (6.90%), Turquía (6.25%), República de Corea (5.23%), Japón (5.05%), Polonia (4.40%) y México (4.19%). En Sudamérica, sobresalen, Chile (0.68%), Colombia (0.60%), Perú (0.46%) y Venezuela (0.31%).

El cultivo de la fresa constituye un nuevo rubro para la economía nacional, transformándose en una alternativa viable para mejorar la situación económica de los pequeños productores.

Con el transcurso del tiempo se ha ampliado la demanda del consumo en los distintos lugares del país, creando con ello una mayor oportunidad para los agricultores ubicados en agro ecosistemas que satisfacen los requerimientos edafoclimáticos del cultivo. En 1981 se estableció en Jinotega la primera parcela de fresa de 0.3513 hectárea, y se incremento a 2 hectáreas. En 1983 se inició su cultivo en Matagalpa y Madriz (APENN, 1996). En la actualidad una de las áreas donde más se cultiva fresa es Las Sabanas localizada en la zona montañosa del departamento de Madriz donde los productores tradicionalmente han sembrado café (USAID/NIC, 2004).

El riego por goteo, es un método de irrigación utilizado en el cultivo de la fresa, pues permite la utilización óptima de agua y abonos. El agua aplicada por este método de riego se infiltra hacia las raíces de las plantas irrigando directamente la zona de influencia de las raíces a través de un sistema de tuberías y emisores (Martínez, 1991).

La fresa es una planta exigente en materia orgánica, ésta es aplicada como lombrihumus y biofertilizantes foliares. La fertilización equilibrada en fresa es decisiva. Para obtener alta calidad y rendimiento de frutos. Al establecer un programa de fertilización balanceada se realizar en primer lugar un análisis foliar que permita el seguimiento o ajustes y correcciones. El peligro de suministrar dosis demasiado bajas, incapaces de satisfacer la demanda del cultivo, es no llegar a los rendimientos esperados. Por otro lado hay que evitar el exceso en la dosis ya que se corre el riesgo de contaminar el suelo y el agua (Espinoza *et al.*, 2008).

En El Castillito los productores riegan la fresa por micro aspersion y gravedad, y no tienen control de la cantidad agua que utilizan, es aquí donde nace la propuesta de establecer láminas de riego y observar el efecto sobre los rendimientos teniendo en cuenta las necesidades hídricas, frecuencia de aplicación y propiedades edáficas del suelo como infiltración y niveles de humedades.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

- Evaluar el efecto de tres láminas de riego y tres dosis de biofertilizantes foliares en la producción orgánica de fresa, en sistemas de pequeños agricultores de El Castillito, Las Sabanas, Matriz.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Describir las características edafoclimáticas básicas en las parcelas experimentales de la comunidad El Castillito.
- Evaluar el efecto de tres láminas de riego por goteo en las variables de desarrollo y rendimiento en el cultivo en el cv Festival.
- Evaluar el efecto de tres dosis de aplicación de biofertilizantes sobre las características de crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cv Festival.
- Identificar los tratamientos que presenten los mejores resultados de rendimientos en el cv Festival.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización del experimento

El experimento se realizó en la comunidad El Castillo, municipio de Las Sabanas departamento de Madriz. Este departamento se encuentra ubicado en la región norte del país entre 13° 26' 00" Latitud Norte y 86° 37' longitud Oeste. El municipio de Las Sabanas limita al norte con el municipio de San Lucas, al sur con San José de Cusmapa, al Este con Estelí y al Oeste con Honduras. Presenta una temperatura anual promedio entre 18° y 25 °C y una elevación media de 1260 y 1400 msnm La comunidad El Castillito presenta una temperatura anual entre 18 y 22 °C, según INETER (2008) el clima es subtropical seco con precipitaciones anuales de 1200 y 1400 mm por año.



**Figura 1.** Ubicación del municipio Las Sabanas, Madriz. Alcaldía Las Sabanas. INETER, 2008.

### 3.2 Análisis de suelo

Según los resultados del análisis de suelo presentados por el laboratorio de la UNA, pH ligeramente ácido (6.29), materia orgánica media (2.4%), nitrógeno medio (0.12%), fósforo medio (13.5ppm), potasio medio (0.59 Meq/ 100 g) y suelo franco arcilloso (31% arcilla, 26% limo, 43% arena).

**Cuadro 1.** Características químico-físico básicas del suelo de las parcelas experimentales de los productores. Laboratorio de suelo y agua. UNA, 2010.

pH	MO	N	P	(Meq/100 g)	Partículas (%)		
(H <sub>2</sub> O)	%	%	Ppm	K	Arcilla	Limo	Arena
6.29	2.4	0.12	13.5	0.59	31	26	43

### 3.3 Características edafoclimáticas básicas del sitio experimental

#### 3.3.1 Aforación de fuentes de agua

Se aforó las fuentes de agua en las parcelas experimentales para conocer la cantidad de agua necesaria para llevar este ensayo, esta actividad se realizó dos veces para observar el comportamiento de recuperación de las fuentes de agua (Anexo 2-7).

Los agricultores Humberto López y José Méndez regaron con la misma fuente, un micro embalse de 1.5 m de ancho y 1.30 m de largo con una profundidad de 0.30 m que transportaba el agua por una manguera con un diámetro de 2.54 cm.

El productor Cristian contaba con un pequeño embalse de 1.5 m de ancho y 1 m de largo y una profundidad de 0.30 m protegido en la superficie con concreto, conectada una manguera de 2.54 cm que transportaba el agua a la parcela del ensayo, con un volumen de 450 litros de agua, con un tiempo de llenado del recipiente el cual tuvo una duración de 31 minutos.

Para el productor Celso la fuente fue una pequeña vertiente que desembocaba en el embalse con dimensión de 1.20 m de largo, 1 m de ancho y profundidad de 30 cm, con una capacidad 360 litros y con un tiempo de recuperación de 27 minutos. La conexión fue por medio de una manguera de 2.54 cm de diámetro la que transportaba el agua a la parcela de ensayo. El cálculo del gasto (Q) se realizó con la siguiente ecuación.

$$Q = \frac{Vol}{t}$$

**Cuadro 2.** Datos de aforación de fuentes de agua de las parcelas experimentales.

Productor	Volumen (l)	Tiempo (minutos)	Q (l/s)	Área máxima irrigada (ha <sup>-1</sup> )
Humberto Lopez	452	1800	0.25	0.36
Cristian Hernandez	450	1852	0.24	0.34
Celso Alvarado	360	1625	0.22	0.31

Se observó que el gasto generado por las fuentes de agua de cada uno de los productores es suficiente para abastecer, y regar con el tiempo requerido o establecido para cada una de las láminas de riego.

### 3.3.2 Prueba de infiltración

Esta actividad se realizó el 14 de mayo del 2009 en las tres parcelas experimentales antes de establecer los ensayos. Consistió en la selección de un lugar limpio y característico del área en estudio para ubicar el doble cilindro de forma vertical. El cilindro presentaba un diámetro exterior de 30 cm y el interior 15 cm con una altura de 10 cm quedando en la superficie 7 cm, estas pruebas se realizaron en las tres parcelas experimentales. Se utilizó una regla para así poder medir el nivel del agua.

Luego se llenó de agua suavemente y se registró el tiempo y el nivel del agua dependiendo de la tasa de descenso. Para que los datos fueran más precisos se tomó como diferencia entre niveles sucesivos 2 mm, y se describió mediante la ecuación de lámina infiltrada establecida por (USDA, 1976).

Por ejemplo: de acuerdo con las pruebas de infiltración se eligió el modelo  $Li = 3.9 t^{0.70}$  propuesto por el USDA (1976). Dicho modelo se utilizó para las 3 parcelas experimentales debido a que la lámina infiltrada en las parcelas fueron similares (Anexos 2-7).

Derivando para el cálculo de la infiltración básica quedaría:

$$I_b = 3.9 * 0.70 t^{0.70-1}$$

$$I_b = 2.73 * t^{-0.30}$$

$$I_b = 2.73 (-0.30 * -10)^{-0.30} = 1.96 \text{ mm/min}$$

Con el cálculo de la infiltración básica se determinó la capacidad y clasificación de infiltración de agua a través del suelo en las parcelas experimentales. Clasificando el suelo con una infiltración moderadamente rápida.

### 3.4 Determinación de láminas de riego

Para determinar las láminas de riego se tomó en cuenta las condiciones del suelo, infiltración y cantidad de agua disponible por los productores. En el cual regaban su cultivo en un tiempo de 30 a 40 min al día esto se debe a la capacidad de las fuentes de agua, de esta manera se estableció las tres láminas de riego, tomando un rango inferior, medio y iguales para observar el comportamiento entre ellas, luego se procedió al aforo de los goteros para la determinación de los gatos del emisor, y posteriormente la medición del área mojada.

Tomando en cuenta el cálculo de la infiltración básica del suelo se determinaron los siguientes cálculos:

**Cuadro 3.** Cálculo de infiltración básica con respecto a láminas de riego.

Ib*normas de riego	Li (mm)	Gasto de emisores l/s	Gasto de emisores mm/hr	Hidromódulo ( m <sup>3</sup> /s ha <sup>-1</sup> )
1.96*15min	29.40	0.0020	146	0.40
1.96*25min	49.0	0.0022	162	0.42
1.96*30min	58.80	0.0025	184	0.48

\* Ib: Infiltración básica (1.96 mm/min)

### 3.5 Material genético y descripción de los tratamientos

Se utilizó el cultivar (cv) de fresa Festival mejorado en los Estados Unidos. El experimento se estableció sobre un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglo en franjas con tres replicaciones. En el estudio se evaluó el efecto de tres láminas de riego en un período comprendido entre noviembre del 2009 y abril del 2010, y tres dosis de aplicación de biofertilizante foliar (200, 400 y 600 l ha<sup>-1</sup>) durante su período vegetativo.

**Cuadro 4.** Niveles y factores evaluados. Comunidad el Castillito, Municipio de Las Sabanas, Matriz. 2009-2010.

	<b>Factores</b>	
	<b>Frecuencias de riego</b>	<b>Aplicación de biofertilizante</b>
<b>Niveles</b>	<b>a1.</b> 15 min (0.42 m <sup>3</sup> /s ha <sup>-1</sup> )	<b>b1.</b> 1 l (200 l ha <sup>-1</sup> )
	<b>a2.</b> 25 min (0.42 m <sup>3</sup> /s ha <sup>-1</sup> )*	<b>b2.</b> 2 l (400 l ha <sup>-1</sup> )*
	<b>a3.</b> 30 min (0.48 m <sup>3</sup> /s ha <sup>-1</sup> )	<b>b3.</b> 3 l (600 l ha <sup>-1</sup> )

**Nota:** \* Testigo local

El cultivo se estableció a una distancia de siembra de 0.30 m y 0.40 m entre planta y surcos, respectivamente. El método de siembra utilizado fue tres bolillos con dos surcos por canteros cubierto con plástico (polietileno negro calibre 1000), la distancia entre cantero utilizada fue de 0.80 m, y las parcelas experimentales fueron de 5 m<sup>2</sup> para un total de 189 m<sup>2</sup> incluyendo franjas externas e internas. En Anexo 17, se muestran las dimensiones utilizadas en los canteros.

Los niveles propuestos por los productores de fresa de La Sabanas fueron tiempos de riego de 25 min, y la dosis de biofertilizante 400 l ha<sup>-1</sup>. Las láminas de riegos propuestas con rango inferior de 15 y superior de 30 minutos, y dosis de 200 l ha<sup>-1</sup> y 600 l ha<sup>-1</sup> de biofertilizante. Las aplicaciones del biofertilizante se realizaron cada 15 días asperjados con una bomba de mochila de 20 l, aplicando por tratamientos (Espinoza *et al.*, 2008).

### **3.6 Manejo agronómico del experimento**

#### **3.6.1 Establecimiento del semillero**

El semillero fue establecido por los productores en el período de julio a agosto del 2009, contiguo a las parcelas experimentales. Se aplicó cal para la desinfección del suelo a razón de 2 kg por parcela. Se aplicó una libra de lombrihumus por metro cuadrado posteriormente.

#### **3.6.2 Preparación del cantero y nivelado del suelo para la siembra**

La preparación del terreno de siembra se efectuó en el mes de agosto del 2009. Iniciando con la elaboración de los canteros, se mulló y se niveló el suelo.

#### **3.6.3 Tendido, trenzado y agujereado del plástico**

El plástico utilizado fue de polietileno calibre 1000, el cual es resistente a los rayos ultravioleta. El agujerado del plástico se realizó con una botella de plástico cortada transversalmente. En Anexos 15 y 16 se muestran las actividades realizadas.

#### **3.6.4 Siembra**

La siembra se realizó en septiembre del 2009. Se extrajeron del semillero las coronas con mayor vigor y uniformidad. Las plántulas fueron retiradas del semillero y desinfectadas con cloro a razón de 50 cc de cloro por galón de agua, y 30 días después se plantaron en las parcelas experimentales. El sistema de siembra que se utilizó fue el de tres bolillos, con un triángulo de madera que puesto sobre el plástico marca los tres puntos donde está hecho el agujero (Anexo 16).

#### **3.6.5 Poda sanitaria y control de maleza**

Se realizó cada 15 días, el plástico negro de polietileno tiene la función de controlar el crecimiento de la maleza, la encontrada en los espacio entre canteros se utilizó el azadón. Esta actividad se realizó 6 veces en los meses de noviembre y diciembre del 2009. Las hojas secas y enfermas fueron retiradas de las parcelas experimentales.

### **3.6.6 Fertilización**

La fertilización orgánica empleada fue consensuada con el productor y tomando en cuenta las características de los suelos. Se aplicó lombrihumus a razón de 1 lb m<sup>2</sup> (4545 kg ha<sup>-1</sup>) al inicio de la siembra y antes del tendido y trezado del plástico.

El biofertilizante utilizado fue preparado con 24.5 kg de estiércol de bovino, 2 litros de melaza, 2 litros de leche, y 90 litros de agua. Para prepararlos se mezcló el estiércol con agua, por aparte se mezcló la melaza con la leche. Ambas mezclas fueron combinadas y fermentadas durante 21 días y se colocó una válvula para eliminar los gases producto de la fermentación, impidiendo la entrada del aire.

### **3.6.7 Riego**

El riego es una de las partes fundamentales en el cultivo de fresa, se estima que es necesario aplicar de 500-600 mm en un período de 6 meses (INFOAGRO, 2005), esto quiere decir que al cultivo se le aplicó 3 mm por día. El sistema de riego que se implementó en las parcelas experimentales fue por goteo. Los productores regaban todos los días en el tiempo establecido y el diseño facilitó un buen monitoreo al momento del riego.

### **3.6.8 Incidencia de enfermedades**

Para determinar las incidencias de las enfermedades se utilizó una escala propuesta por (Laguna *et al.*, 2001) que va desde 1 a 5. Se tomaron 10 plantas por parcelas útil identificando en las hojas el porcentaje de afectación mediante la escala:

En donde

Bajas en un rango de 1 a 2.

1= Plantas sin síntomas visibles.

2= Menor del 10% Mancha café, Viruela, Tizón foliar.

3, 4 y 5= 0% de plantas con síntomas de enfermedades.

Cabe señalar que la presencia de enfermedades no fue significativa, con un rango entre 1 y 5 % de afectación.

### 3.7 Análisis de la información

Los datos obtenidos de las variables estudiadas, se manejó en hojas electrónicas (Excel) para su posterior análisis con SAS (v 9.1). Se realizó análisis de varianza (ANDEVA) sobre variables agronómicas y de rendimiento, estableciéndose en el siguiente modelo aditivo lineal.

$$Y_{ijklm} = \mu + \beta_k + \tau_i + \alpha_j + (\tau\alpha)_{ij} + \varepsilon_{(a)} + \delta_l + (\tau\delta)_{il} + \varepsilon_{(b)} + (\alpha\delta)_{jl} + (\tau\alpha\delta)_{ijl} + \varepsilon_{(c)}$$

Donde:

k= 1, 2,3 Canteros (réplicas)

i = 1, 2 y 3 productores

j = 1, 2 y 3 láminas de riego

l = 1, 2 y 3 dosis de biofertilizante

m = N Observaciones (datos)

De donde:

$Y_{ijkl}$	Es el valor medio de las observaciones medidas en los distintos tratamientos de cada bloque conformado
$\mu$	Es el efecto de la media muestral sobre el modelo
$\beta_k$	Es el efecto del $k$ -ésimo cantero (réplicas)
$\tau_i$	Es el efecto de la $i$ -ésima productores
$\alpha_j$	Es el efecto de la $j$ -ésima lámina de riego
$(\tau\alpha)_{ij}$	Es el efecto de la $i$ -ésima productor y la $j$ -ésima lámina de riego
$\varepsilon_{(a)}$	Es el error de A $(\alpha\beta)_{jk}$
$\delta_l$	Es el efecto de la $l$ -ésima dosis de biofertilizante
$(\tau\delta)_{il}$	Es el efecto de la $i$ -ésima productores y la $l$ -ésima dosis de biofertilizante
$\varepsilon_{(b)}$	Es el error de B $(\delta\beta)_{kl}$ .
$(\alpha\delta)_{jl}$	Es el efecto de la $j$ -ésima lámina de riego y la $l$ -ésima dosis de biofertilizante
$(\tau\alpha\delta)_{ijl}$	Es el efecto del $j$ -ésimo productor, de la $j$ -ésima lámina de riego y la $l$ -ésima dosis de biofertilizante
$\varepsilon_{(c)}$	Es el error de C $(\beta\tau\alpha\delta)_{ijklm}$

### **3.8 Variables evaluadas**

Desde la etapa inicial del cultivo se evaluaron las variables de crecimiento (longitud del foliolo, ancho del foliolo, número de hojas), variables de reproducción (número de coronas, número de estolones), variables del fruto (diámetro, longitud, peso, volumen y grados brix), y variables de riego (bulbo húmedo, curvas de retención de agua por el suelo, curva de infiltración de agua a través del suelo, capacidad de campo (CC), punto de marchites permanente (Pmp), densidad aparente (Da), densidad real (Dr), porosidad (Poros), variables climatológicas (temperatura, humedad relativa y precipitaciones).

#### **3.8.1 Variables climatológicas**

Para la medición de estas variables se utilizó una estación meteorológica (KESTREL 4000). Recopilando datos por hora, de temperatura, humedad relativa y velocidad del viento, punto de rocío, presión barométrica, altitud. También se obtuvieron registros de precipitaciones con el pluviómetro en el período de abril del 2009 a abril del 2010, determinando así la evotranspiración media diaria haciendo uso del programa computarizado Cropwat v. 5.7.

#### **3.8.2 Variables de riego**

##### **Curva de infiltración de agua a través del suelo**

Para realizar la curva se tomo la diferencia de la lectura inicial y lectura final con respecto al tiempo. Indicando que en los primeros hubo una infiltración mayor debido a que el suelo se encontraba a capacidad de campo y en la cuarta y quinta lecturas los datos fueron semejantes, es el punto en donde el suelo muestra la capacidad de absorción comúnmente llamado saturado, las lecturas se dejaron de tomar hasta el momento que dos lecturas son semejantes.

Para conformar la curva de retención se utilizó los datos reales de prueba de infiltración con el doble cilindro, y se determinó con la siguiente fórmula:

$$I = \frac{Dh \times 600}{t}$$

Donde:

I= Velocidad de infiltración en mm/hr

Dh= Diferencial de altura de agua (cm)

t= tiempo en hora

### **Capacidad de campo (Cc)**

Es aquel nivel de humedad en que ocurre un equilibrio entre el potencial mátrico y el potencial gravitacional para realizarlos mediante muestreos gravimétricos. Este dato puede ser muy variable incluso en el mismo suelo a lo largo del tiempo.

Esta variable se determinó mediante los muestreos de suelo antes y después del riego, cuando estaba instalado el sistema de riego para observar si mostraban diferencias y se calculo mediante la fórmula:

$$H_P = \frac{P_{sh} - P_{ss}}{P_{ss}} \times 100$$

### **Densidad aparente (Da), densidad real (Dr)**

Estas variables se determinaron mediante los muestreos y textura del suelo. En el laboratorio de suelo y agua de la Universidad Nacional Agraria, las ecuaciones para la determinación son las siguientes:

$$Da = \frac{\text{Peso de suelo seco}}{\text{volumen total}} \qquad Dr = \frac{\text{Peso de solido}}{\text{volumen de solido}}$$

### **Porosidad total (Poros)**

Los terrenos arenosos son ricos en macro poros, permitiendo un rápido pasaje del agua, pero tienen una muy baja capacidad de retener el agua, mientras que los suelos arcillosos son ricos en micro poros, y pueden manifestar una escasa aeración, pero tienen una elevada capacidad de retención del agua.

Esta variable se determinó mediante la siguiente fórmula, una vez obtenida la densidad aparente y la real:

$$P = \left(1 - \frac{D_a}{D_r}\right) 100$$

### **Área humedecida**

El diámetro mojado dependerá de la jornada del riego, textura del suelo. Esta variable se determinó midiendo con una regla milimetrada el área mojada generada por los goteros en las tres láminas de riego posteriormente comparados con los diámetros mojados establecidos por la FAO con respecto a la textura de los suelos.

### **Coefficiente de rendimiento (Ky)**

El coeficiente de rendimiento de un cultivo está determinado principalmente por sus características genéticas, factores climáticos como la temperatura, radiación solar, etapa vegetativa total del cultivo de fresa.

Esta variable se determinó con datos climáticos de la zona, mediante el cálculo de la evotranspiración, producción potencial y producción esperada del cultivo de fresa y láminas de aguas aplicadas con el riego más la suma de las precipitaciones durante el período vegetativo del cultivo haciendo uso del sistema computarizado Cropwap:

$$Ky = \frac{pe}{p_p \left(1 - \frac{R + Pp \text{ anual}}{Evp \text{ max}}\right)}$$

K= Coeficiente del cultivo

Pp= Producción potencial

Pe= Producción esperada

R= Riego

Evpmax= Evo transpiración máxima

Pp anual= precipitación anual

### **3.8.3 Variables de crecimiento**

#### **Variables del tallo y hojas**

Para llevar a cabo la medición de las variables de crecimiento del cultivo de fresa se utilizó una regla milimetrada.

#### **Longitud y ancho del foliolo**

La medición se realizó con una regla milimetrada la parte longitudinal del foliolo central en las hojas más desarrollada tomando como muestra de 5 plantas de la unidad experimental. De la misma manera se midió el ancho. Tomando como referencia la parte central de la hoja trifoliada.

#### **Número de hojas**

Se realizó un conteo de todas las hojas compuestas en cada una de las 10 plantas de la parcela útil.

#### **Número de coronas**

El conteo se realizó visualmente por plantas durante su período vegetativo.

#### **Número de estolones**

La fresa presenta otros tipos de tallos rastreros llamados estolones, esta es otra forma de propagación de la fresa, es una nueva técnica empleada por los productores. El conteo de los estolones se realizó visualmente por planta tomando 10 plantas por parcela experimental.

### **3.8.4 Variables de fruto y producción**

Estos datos se tomaron cada 15 días estando el cultivo en plena fructificación. Tomando como muestra 10 frutos de la unidad experimental. Para la medición de estas variables de frutos y rendimiento se utilizó vernier, probetas de 100 ml, balanzas, baldes y cajas plásticas para las cosechas.

#### **Diámetro y longitud del fruto**

Estas variables se midieron en centímetro, las partes medias y longitudinales del fruto haciendo uso del vernier.

### Volumen del fruto

El volumen de fruto se determinó en centímetros cúbicos ( $\text{cm}^3$ ) por medio de una probeta de 100 ml donde se sumergieron los frutos seleccionados al azar de la parcela útil y se midió el agua desplazada.

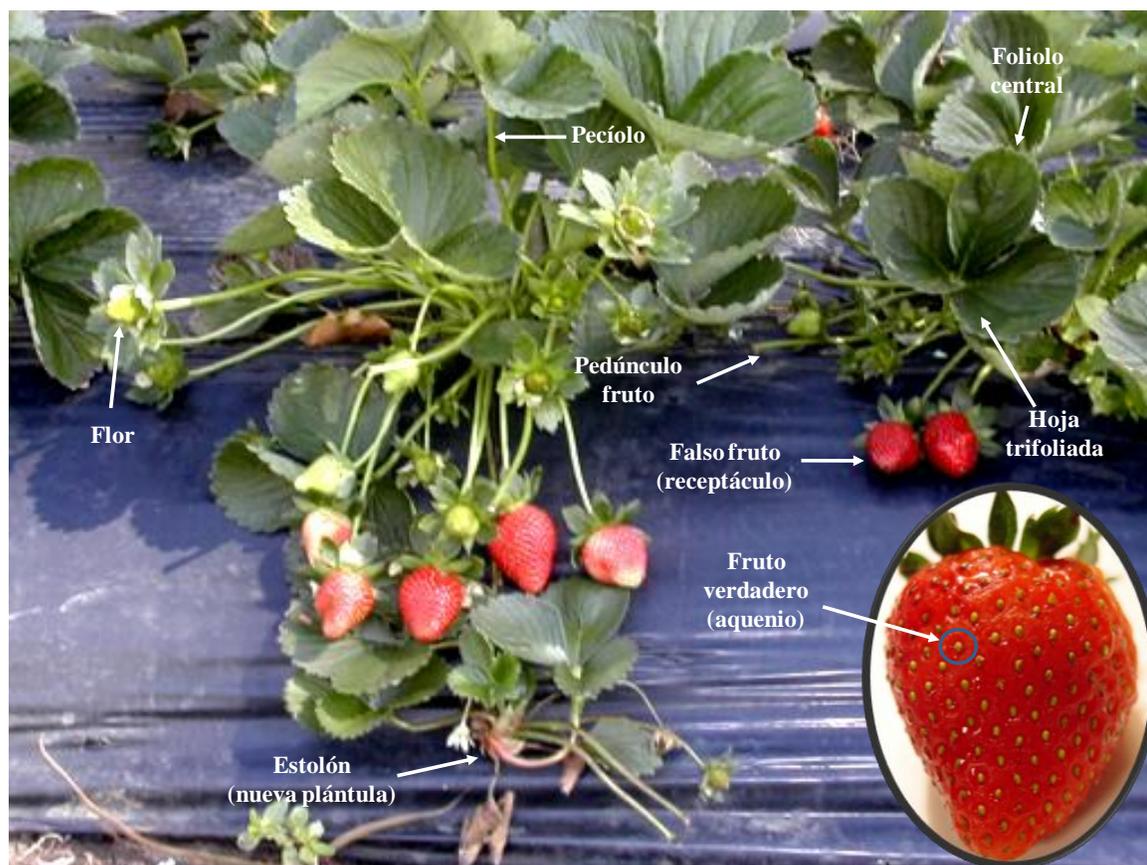


Figura 2. Morfología de la planta de fresa. DEPARTIR, 2010.

### Grados brix

Los grados brix representan la concentración de los sólidos solubles. Se seleccionaron cinco frutos de fresa madura por parcela experimental. Se exprimó el fruto y se extrajo el jugo, se ubicó sobre el refractómetro y se observó el porcentaje de grados brix.

### Producción

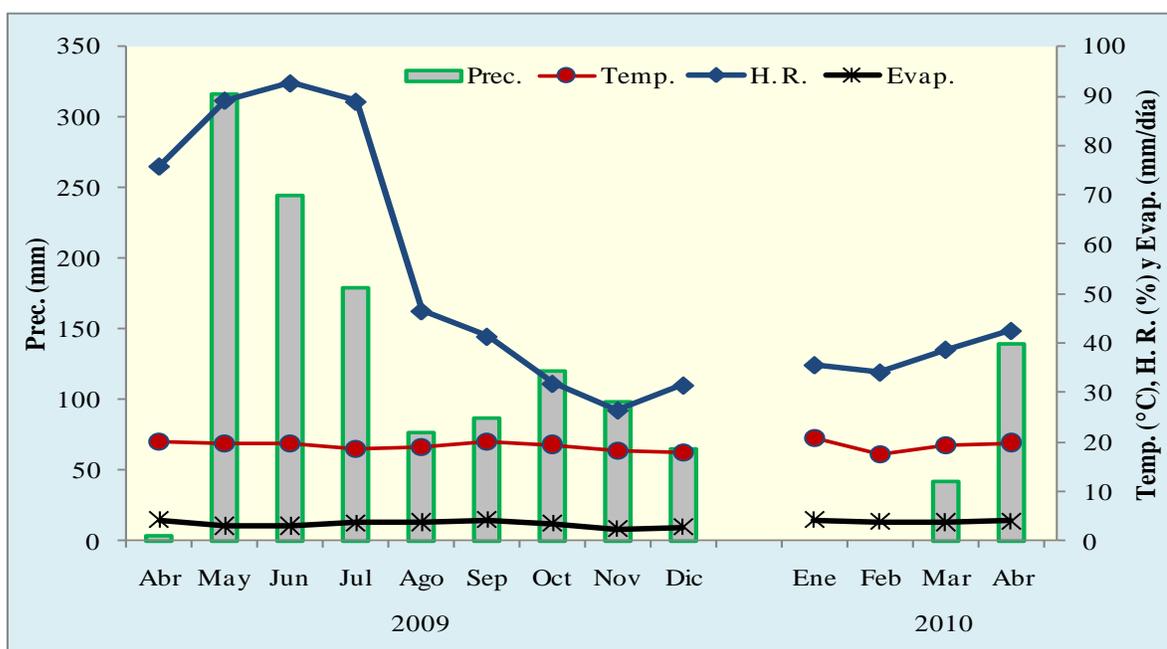
Para determinar los rendimientos de las cosechas, se contabilizó y se pesaron las fresas por parcela útil y posteriormente se uniformaron en  $\text{kg ha}^{-1}$ . Las cosechas se realizaron dos veces por semana 5 y 10 días. El período de cosecha fue de enero a abril del 2010.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Determinación de elementos meteorológico

#### 4.1.1 Variables climatológicas

En clima es uno de los factores fundamentales en la producción de fresa, este cultivo requiere de necesidades edafoclimáticos en la que se pueden mencionar, temperatura que oscilan entre los 17 a 21 °C, horas luz, humedad relativa y precipitaciones, estas variables fueron tomadas en el período de abril del 2009 al 2010. Los rendimientos de este cultivo son de carácter continuo. Davis (1985) afirma que los factores edáficos, ambientales, la ecología y el manejo agronómico de la plantación tienen influencia en el rendimiento.



**Figura 3.** Condiciones climáticas de El Castillito, Las Sabanas, Matriz. DEPARTIR, 2010.

En la Figura 3, se representan los valores promedios de temperaturas (Temp.), humedad relativa (H.R.), precipitaciones acumuladas (Prec.) y evotranspiración (Evap.) media diaria. MARENA/INAFOR (2002), el clima de El Castillito, clasificado como un bosque húmedo premontano de nebliselva cuenta con características climáticas, temperaturas promedios de 17 a 21.9 °C, humedad relativa que oscila entre 26% a 93%, presenta una altitud de 1200-1544 msnm, y precipitaciones que van desde 1250-1400 mm anuales, condiciones climáticas aptas para el cultivo de fresa (Anexo 15).

En cuanto a la evotranspiración se encuentra estrechamente relacionada con la temperatura, como se observa en la Figura 3, la temperatura es directamente proporcional a la evotranspiración, se encontraron datos que oscilaron 2 a 4.5 mm/día.

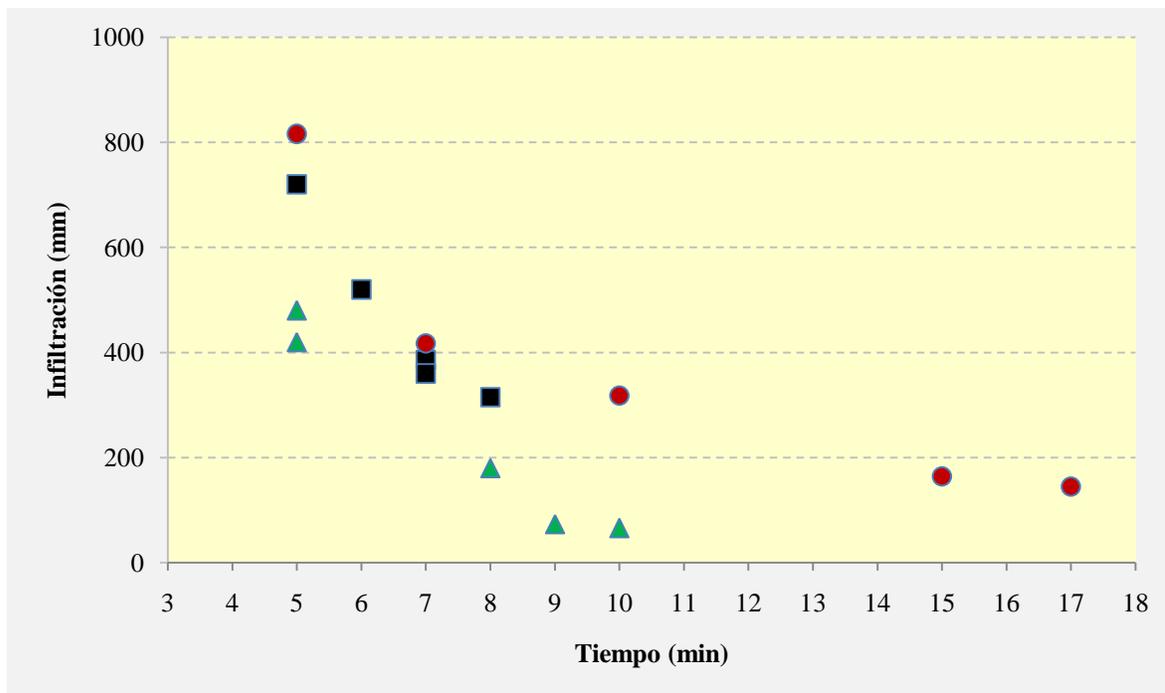
## **4.2 Variables de riego**

Las variables de riego, bulbo húmedo, curva de infiltración, retención de humedad y capacidad de campo; se realizaron principalmente observando el comportamiento de las condiciones edáficas del suelo en las tres parcelas experimentales.

### **4.2.1 Curva de infiltración de agua a través del suelo**

La infiltración es un proceso por el cual el agua penetra por la superficie del suelo y llega hasta sus capas inferiores. En el cual muchos factores del suelo afectan el control de la infiltración, así como también gobiernan el movimiento del agua dentro del mismo y su distribución durante y después de la infiltración (Vélez, 2002).

El comportamiento de las curvas de infiltración presentadas por los productores Humberto López y Cristian Hernández, fue similar entre ellos; no así la del productor Celso (Figura 4).

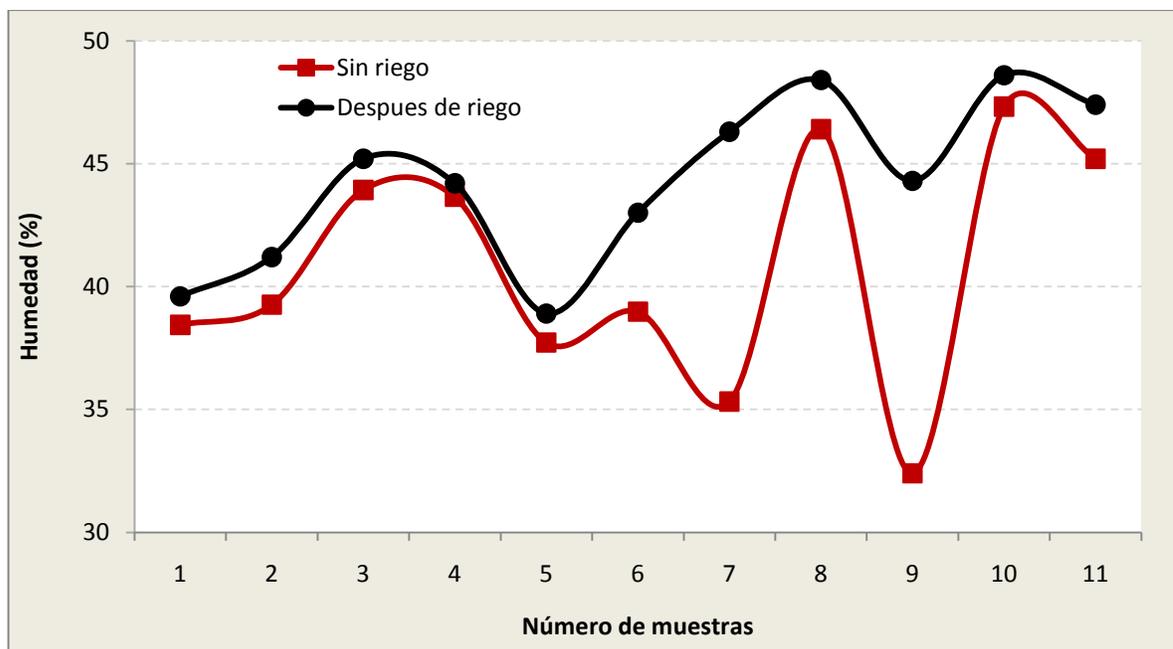


**Figura 4.** Curva de infiltración del agua a través del suelo en las tres parcelas con respecto al tiempo. ●=Cristian, ■=Humberto, ▲=Celso.

El comportamiento de la infiltración con respecto al tiempo se observó que al inicio la prueba es rápida, y a mayor tiempo disminuye la infiltración. Encontrando rangos con mayor frecuencia en 5 y 7 min. Cabe, señalar que los productores Cristian y Humberto, convergen en un tiempo promedio de 7 minutos con infiltración de 400 mm/h, con respecto al productor Celso se encontró en un punto inferior (Anexo 2).

#### 4.2.2 Capacidad de Campo (Cc)

Los resultados alcanzados mediante muestreos gravimétricos a una profundidad de 20 y 30 cm. Se observa diferencia en los resultados de las muestras tomadas antes del riego con valores menores con respecto a las tomadas después del riego presentando valores superiores.



**Figura 5.** Niveles de humedad con riego y sin el riego.

El comportamiento de la muestra 1, 5 y 6 representan los valores más bajos de humedad, en cambio los muestreos 3, 7, 8 y 11 fueron los más representativos. Existe diferencia en cuanto a los resultados, el suelo presentó una muy buena capacidad de retención de agua después del riego, esto facilitó que las raíces del cultivo de fresa aprovecharon mejor la humedad existente, en donde la capacidad de campo promedio después del riego osciló entre 38 a 47 % de humedad presente en el suelo.

#### 4.2.3 Densidad aparente ( $D_a$ ) y densidad real ( $D_r$ )

La densidad aparente del suelo (peso seco del suelo /volumen) depende de varios factores, que incluyen los siguientes: La densidad de las partículas de suelo mineral, la cantidad de materia orgánica, la compactación del suelo, las actividades de animales que excavan en la tierra, tales como las lombrices, y la abundancia de raíces de plantas (Carpo y Fundora, 1994). Reflejando los datos de densidad aparente de  $1.3 \text{ g cm}^{-3}$ , densidad real  $2.3 \text{ g cm}^{-3}$ .

La densidad aparente ( $D_a$ ) y la densidad real ( $D_r$ ) están vinculadas con el tamaño de las partículas del suelo, así mismo el movimiento del agua a través del suelo (Marrero, 2006).

#### 4.2.4 Porosidad (Poros)

En el suelo los poros se clasifican en macroscópicos y microscópicos. Los macroscópicos son de notables dimensiones y están generalmente llenos de aire, lo cual el agua los atraviesa rápidamente impulsada por la fuerza de la gravedad; en cambio los microscópicos están ocupados en gran parte por agua retenida por las fuerzas capilares (Carpo y Fundora, 1994).

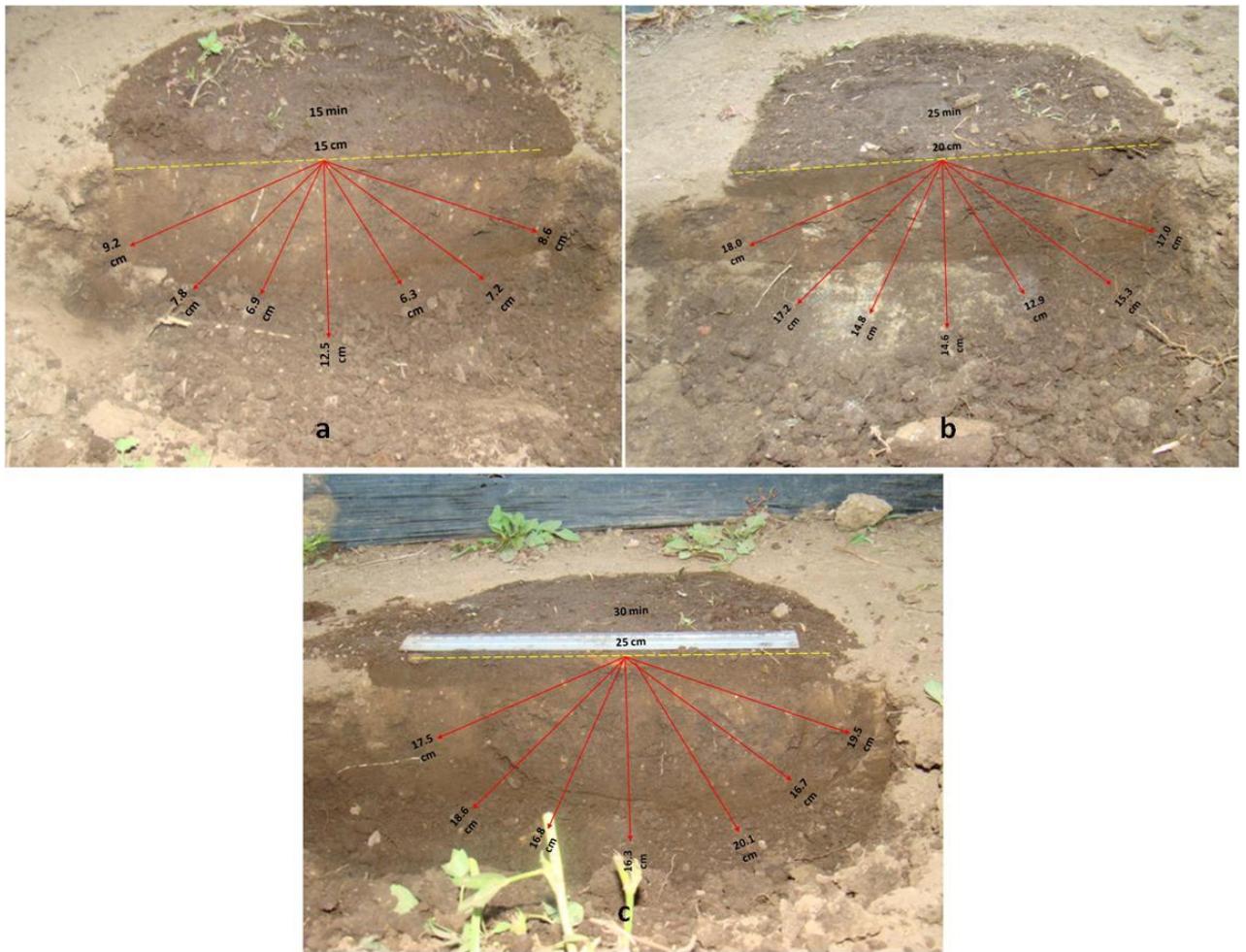
El cálculo de la porosidad total en las parcelas experimentales fue del 41%, considerado este suelo como moderadamente ligero (UNATSABAR, 2003).

#### 4.2.5 Área humedecida

Se puso en funcionamiento el sistema de riego cuando este cumplió con el tiempo establecido se corta la alimentación del agua y se midieron las áreas mojadas generadas por los goteros. Las mediciones se realizaron en las tres normas de riego establecidas, obteniendo datos promedios (Cuadro 4).

**Cuadro 5.** Promedios de diámetros y profundidades humedecidas por los goteros.

	Profundidad (cm)	Diámetro (cm)
15 min	10.0	16
25 min	14.6	20
30 min	20.2	25



**Figura 6.** Determinación del área húmeda en las parcelas experimentales (a=15 min, b=25 min, c=30 min).

El área mojada mayor obtenida fue la norma de 30 min (0.0025 l/s por planta) con diámetros de 20-25 cm y profundidades de 10-18 cm. Este comportamiento fue similar en las tres parcelas experimentales, las raíces del cultivo tenían una profundidad promedio que osciló 15-20 cm, compensando las necesidades hídricas del cultivo.

Estos datos se compararon con el método de determinación de diámetros mojados de la FAO y programa Curbifit mostrando ecuaciones que determinan las profundidades y diámetro mojado en el (Cuadro 6) se reflejan los datos promedios.

**Cuadro 6.** Promedios de diámetros mojados obtenidos por la ecuación del Curbifit.

	Ecuación	R <sup>2</sup>	Y (cm)
Humberto	$Y = 24.32 X^{(2.11/X)}$	0.903	16.50
Cristian	$Y = X / (0.021X + 0.03)$	0.920	16.50
Celso	$Y = 19.83 X^{(2.30/X)}$	0.989	11.70

En el Cuadro 6 se reflejan los promedios de profundidades humedecidas generadas por los emisores, en el cual al comparar los datos reales con los expuestos por la FAO se encuentra cierta semejanza entre ambos resultados, con coeficientes de determinación con un grado de error inferior al 10 % de confianza.

#### 4.2.6 Coeficiente de rendimiento (Ky)

**Cuadro 7.** Coeficiente de rendimiento (Ky) obtenidos en las parcelas experimentales de los productores.

	Ky		
Productor	15 min	25 min	30 min
Cristian	0.76	0.77	0.79
Humberto	0.81	0.83	0.87
Celso	0.60	0.61	0.66

En el Cuadro 7 se reflejan los porcentaje de aumento del rendimiento del cultivo de fresa, como se observa la norma de riego que obtuvo mayor rendimiento fue la de 30 min (0.0025 l/s por planta), el clima que presenta la zona es subtropical por lo tanto el coeficiente de rendimiento de este cultivo como promedio es del 0.85%. Según FAO (2001), con temperaturas que oscilan 15 a 30 °C.

#### 4.3 Factores y niveles estudiados

Las características de crecimiento y desarrollo del cultivo de la fresa pueden verse afectadas por las técnicas del manejo agronómico, el material genético y los tratamientos evaluados (Benavides *et al.*, 2007).

Según la separación de medias (LSD=0.05) se encontró que las normas de riego y dosis de biofertilizante asperjados a las hojas cada 15 días antes y durante las cosechas, no presentaron efectos significativos en las variables de crecimiento. En cuanto a las variables del fruto se encontraron diferencias estadísticas únicamente en la variable peso y volumen del fruto, de igual manera los rendimientos totales presentaron afectos significativos al momento de la comparación de las tres normas de riego y las dosis de biofertilizante.

#### **4.4 Variables de crecimiento**

##### **4.4.1 Longitud y ancho del foliolo central**

Las variables longitud, ancho del foliolo central y número de hojas no mostraron diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ) en los factores evaluados. Los mayores promedios obtenidos estadísticamente según LSD ( $\alpha = 0.05$ ) en la norma de riego de 30 min y la dosis de biofertilizante la longitud del foliolo central superan los 6 cm. Cruz *et al.*, (2007) y Espinoza *et al.*, (2008), reportan valores promedio de ancho de foliolo de 6.80 cm y de 7.20 cm; los mismos autores reportan valores similares en el ancho del foliolo central (Cuadro 8).

##### **4.4.2 Número de hojas**

La variable número de hojas no se encontró diferencias estadísticas en cuanto los factores estudiados. Se obtuvo promedios de 12 hojas por plantas (Cuadro 8), superando a los reportados por Cruz *et al.*, (2007) y Espinoza *et al.*, (2008).

##### **4.4.3 Número de coronas**

La fresa se propaga por coronas o estolones de esta manera su reproducción es más rápida. Se recomienda este tipo de reproducción asexual para la producción comercial de este cultivo, por tal razón es de suma importancia conocer el número de coronas por plantas (Alvarado, 2001).

El análisis estadístico realizado encontró diferencias estadísticas en la variable número de corona, en el (Cuadro 8) se reflejan los promedios de coronas obtenidos por plantas. Toledo (1999), reporta que la fresa produce en diez meses un promedio de 6 a 10 coronas.

**Cuadro 8.** Caracterización estadística en variables de hojas en los efectos principales en el cv Festival, El Castillito, municipio de Las Sabanas, Matriz. 2009-2010.

Factores	Niveles	Longitud del foliolo (cm)	Ancho del foliolo (cm)	Número de coronas (#)	Número de hojas (#)
Riego	15 min	6.63 a	5.80 a	3 b	11 a
	25 min	6.63 a	5.93 a	3 b	12 a
	30 min	6.78 a	5.97 a	4 a	12 a
Biofertilizante	200 l ha <sup>-1</sup>	6.25 a	5.64 a	3 b	11 a
	400 l ha <sup>-1</sup>	6.93 a	6.02 a	3 b	12 a
	600 l ha <sup>-1</sup>	6.93 a	6.10 a	4 a	13 a

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (LSD  $\infty$  0.05)

## 4.5 Variables de fruto

### 4.5.1 Longitud del fruto

En la variable longitud del fruto no se detectaron diferencias estadísticas ( $Pr > 0.05$ ) en cuanto a los factores estudiados. Alcanzando promedios de longitud de frutos que superan los 3 cm. Por el contrario hubo interacción significativa en el factor productor ( $Pr < 0.05$ ).

Según la separación de medias LSD ( $\infty = 0.05$ ), el productor que obtuvo mayor desarrollo en cuanto a la longitud del fruto fue el productor Humberto (3.64 cm), en segundo lugar Cristian (3.57 cm), y en último lugar Celso con 3.19 cm (Cuadro 3). Cruz *et al.*, (2007) y Espinoza *et al.*, (2008), obtuvieron valores promedios similares a los obtenidos en el presente estudio.

#### **4.5.2 Diámetro de fruto**

En la variable diámetro de fruto no se encontró diferencias estadísticas ( $Pr > 0.05$ ) en los factores evaluados, donde la norma de riego de 30 min supera a las otras normas. En cuanto a la dosis de biofertilizante hubo diferencias estadísticas ( $Pr > 0.05$ ), ubicándose en el mismo grupo con valores promedios entre 2.75 y 2.95 cm de diámetro.

Estos valores son superior a los reportados en la norma de calidad por APPEN (1996) que indica que el diámetro de fruto para exportación debe superar los 25 mm y para el mercado local el rango deberá ser de 15 mm de diámetro no permitiendo frutos con deformaciones y pudrición.

#### **4.5.3 Peso de fruto**

En la variable peso de fruto se logró diferencias estadísticas ( $Pr < 0.05$ ), en las normas de riego, dosis de biofertilizante y productores (Cuadro 9). Al igual que en las variables anteriores se destaca la norma de riego de 30 min con un peso de 16.66 g; en cuanto a la dosis de biofertilizante se destaca 400 l con un peso promedio de 16.35 g, por otro lado la interacción riego biofertilizante no se presentó diferencias estadísticas.

#### **4.5.4 Volumen de fruto**

El análisis de varianza indicó diferencias significativa en la variable volumen de fruto en las normas de riego 15, 25 y 30 min con 21.20 a 24.49 cm<sup>3</sup>, respectivamente. En cuanto a las dosis de biofertilizante no hubo diferencias estadísticas, con promedios de 22.39 a 23.35 cm<sup>3</sup>. Con respecto a los productores el que obtuvo mayor volumen de fruto fue el productor Humberto con 22.91 cm<sup>3</sup> y Cristian con 22.04 cm<sup>3</sup> (Cuadro 9), superando a los promedios obtenidos por Cruz *et al.*, (2007) y Espinoza *et al.*, (2008).

#### 4.5.5 Grados brix

En la variable grados brix el análisis de la varianza presentó diferencias estadísticas en los factores evaluados. Los valores promedios mostrados en el Cuadro 9, superaron a los reportados por Cruz *et al.*, (2007) y Espinoza *et al.*, (2008). Se observa que a medida que se incrementó la lámina de riego, los grados brix disminuyeron y en menor proporción aumentó. En cuanto a las dosis de biofertilizante, se obtuvo promedios de 9.98 a 12 grados brix. Barahona y Sancho (1998) aseveran que el contenido nutritivo y grados brix del fruto varían según la variedad, fertilidad de los suelos y condiciones climatológicas principalmente.

**Cuadro 9.** Comparación de los valores medios para las variables de fruto en los niveles de los efectos principales en el cv de fresa Festival. El Castillito, municipio de Las Sabanas, Matriz 2009-2010.

Factores	Niveles	Longitud de fruto (cm)	Diámetro de fruto (cm)	Peso de fruto ( g)	Volumen de fruto (cm <sup>3</sup> )	Grados brix (°)
Riego	15 min	3.41 a	2.72 a	14.14 a	21.20 b	12.65 a
	25 min	3.43 a	2.87 a	13.98 a	23.34 ab	10.85 ab
	30 min	3.55 a	2.93 a	16.66 a	24.49 a	10.02 b
Biofertilizante	200 l ha <sup>-1</sup>	3.43 a	2.75 a	13.02 a	22.39 a	10.86 ab
	400 l ha <sup>-1</sup>	3.47 a	2.95 a	16.35 a	23.27 a	9.98 b
	600 l ha <sup>-1</sup>	3.49 a	2.85 a	15.47 a	23.35 a	12.63 a
Productor	Humberto	3.64 a	2.99 a	15.42 a	22.91 a	11.21 a
	Cristian	3.57 a	3.13 a	15.91 a	22.04 b	12.73 a
	Celso	3.19 b	2.42 b	13.45 a	20.40 c	9.83 b

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (LSD  $\alpha=0.05$ )

#### 4.6 Rendimientos mensuales y totales

La fresa producida orgánicamente puede exigir mayores precios en comparación a la convencional, debido a que cuando se realiza este tipo de cultivo se excluye el uso de insumos químicos y se implementa el manejo cultural que incluye la buena nutrición de los suelos a través de abonos orgánicos, incluyendo control mecánico y biológico de plagas; se considera que los rendimientos de manera orgánica es inferior en un 30 % a la producción convencional; sin embargo, los precios pueden ser un 50 % más altos, haciendo el sistema orgánico más rentable (Guerena *et al.*, 2003).

No hubieron diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ) en las láminas de riego y dosis de biofertilizante. Los mejores rendimientos obtenidos en los 4 meses de cosecha de acuerdo a las láminas de riego (Cuadro 10), sitúan en primer lugar a la lámina de 30 min ( $1509.24 \text{ kg ha}^{-1}$ ). En cuanto a las dosis de biofertilizante, los mejores resultados fue la de  $600 \text{ l ha}^{-1}$ , ( $1188.24 \text{ kg ha}^{-1}$ ). El agricultor Humberto obtuvo los mejores rendimientos ( $1688.24 \text{ kg ha}^{-1}$ ).

Los rendimientos totales obtenidos en los 4 meses fueron de  $3595.05 \text{ kg ha}^{-1}$  en las cosechas realizadas en los cuatro meses en combinación con las láminas de riego y dosis de biofertilizantes. Estos rendimientos son bajos, debido principalmente a que el ensayo se estableció 3 meses más tarde del tiempo de siembra establecida que es en el mes de julio.

La mayor producción se obtuvo en el mes de febrero, disminuyendo paulatinamente en el mes de marzo y abril (Cuadro 10). La lámina que mostró el mayor rendimiento fue la 30 min con  $1509.24 \text{ kg ha}^{-1}$ , y las dosis de biofertilizantes de  $400 \text{ l ha}^{-1}$  ( $1313.45 \text{ kg ha}^{-1}$ ) lograron los mayores rendimientos. En cuanto a la interacción riego biofertilizante, la mejor fue la lámina de riego de 30 min y  $400 \text{ l ha}^{-1}$  con  $1313.77 \text{ kg ha}^{-1}$  (Anexo 20).

**Cuadro 10.** Categorización estadística del rendimiento mensual en  $\text{kg ha}^{-1}$  en los niveles de los efectos principales período 2010. El Castillito, municipio de Las Sabanas, departamento de Madriz.

Factores	Niveles	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total
Riego	15 min	162.65 a	304.08 b	192.56 b	344.44 ba	1003.73 b
	25 min	189.31 a	504.70 a	145.53 b	242.54 b	1082.08 a
	30 min	231.88 a	377.74 b	495.07 a	404.55 a	1509.24 a
Biofertilizante	$200 \text{ l ha}^{-1}$	161.24 b	313.20 b	151.73 a	307.30 a	933.47b
	$400 \text{ l ha}^{-1}$	223.50 a	418.35 a	290.76 a	380.84 a	1313.45 a
	$600 \text{ l ha}^{-1}$	196.01ba	415.15 a	255.25 a	321.83 a	1188.24 a
Productor	Humberto	175.41 a	553.36 a	385.97 a	573.42 a	1688.24 a
	Cristian	257.81 a	406.36 b	114.53 b	129.87 b	908.57 b
	Celso	62.57 b	44.59 c	58.39 b	41.43 b	206.98 c

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente ( $LSD \infty=0.05$ )

En el Cuadro 10 se observa la lámina de riego de 30 min superó en rendimiento en un 33 y 29 % a las láminas 15 y 25 min, respectivamente. De acuerdo con las dosis de biofertilizante  $400 \text{ l ha}^{-1}$  y  $600 \text{ l ha}^{-1}$ , son estadísticamente similares entre ellas. Los mejores tratamientos se obtuvieron en las parcelas experimentales del productor Humberto con ( $3132 \text{ kg ha}^{-1}$  y  $2489 \text{ kg ha}^{-1}$ ) irrigando 30 min por día.

Según los antecedentes de los estudios realizados en El Castillito la baja productividad en el presente estudio obedeció al establecimiento del cultivo dos meses más tarde de la fecha adecuada, y algunas actividades específicas no realizadas en el manejo agronómico por parte de el agricultor.

## V. CONCLUSIONES

Basado en los resultados obtenidos en el presente se deducen las siguientes consideraciones:

- La comunidad de El Castillito presenta características edafoclimáticas, tales como temperatura, humedad relativa y precipitación, densidad aparente y real, niveles de humedad que son aptas y permiten el buen desarrollo de la fresa, así como condiciones hídricas aceptables.
- La lámina de riego aplicada durante 30 minutos superó al testigo en un 29 % del rendimiento.
- Las mayores dosis de biofertilizante asperjados a la planta mostraron efectos significativos en la producción de fresa. Los mejores tratamientos se obtuvieron con láminas en riego de 30 minutos y dosis más altas de biofertilizante.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- La fecha de siembra del cultivo se debe realizar en el mes de julio para que la planta adquiera un buen desarrollo vegetativo, aprovechando las condiciones climáticas como la temperatura, humedad relativa y precipitaciones.
- Para un ahorro eficiente de agua y buen control del riego, la lámina aplicada durante 30 minutos satisface las necesidades hídricas del cultivo en los meses críticos de la producción.
- Realizar un buen manejo agronómico adecuado y aplicaciones frecuentes de biofertilizante durante el período de crecimiento y desarrollo del cultivo orgánico de fresa.

## VII. LITERATURA CITADA

- Alvarado Q, H.** 2001. Manual del cultivo de fresa. Centro de Recursos Las Sabanas. Somoto, Madriz, Nicaragua. 24 p.
- APENN** (Asociación Nicaragüense de Productores y Exportadores de Productos no Tradicionales). 1996. Nicaragua for Export. Revista del exportador. Managua, Nicaragua. pp. 22-23.
- Barahona, M; Sánchez Barrantes, C.** 1992. Manzana, melocotón, fresa y mora. Fruticultura especializada. Fruticultura II. Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. 19 p.
- Benavides González, AN; Cisne Contreras, J; Laguna Miranda JR.** 2007. Fertilización orgánica sobre tres genotipos de fresa (*Fragaria* spp.) en Las Sabanas, Madriz. UNA, Managua, Nicaragua. La Calera (12): 54-58.
- Carpo P; Fundora H, O.** (1994). Edafología. Habana, CU. 300p?.
- Cruz González, T. del C.** 2007. Efecto de tres distancias de siembra y tres alternativas de manejo de enfermedades en el cultivo orgánico de fresa (*Fragaria* spp.) en Las Sabanas, Madriz. Tesis Ing Agr, UNA, Managua. 42p.
- Davis C, H.** 1985. Conceptos básicos de genética de frijol. En frijol: Investigación y producción. CIAT. Calí, CO. p 81-87.
- Espinoza González, D.** 2008. Diagnóstico y comportamiento de enfermedades en tres genotipos de fresa (*Fragaria* spp.) en Las Sabanas, Madriz. Tesis Ing Agr Gen, UNA Managua, NI. 35 p.
- FAO** ((Food and Agriculture Organization). 2001. Efecto del agua sobre los rendimientos de los cultivos. Roma, IT. 33:5-20.
- García Marrero, E.** 2006. Régimen de riego: Introducción al Riego. Managua NI, UNA. 150 p.
- Guerena, M.** 2003. Fresas orgánicas y opciones para el manejo integrado de plagas: Guía de producción hortícola. Centro Nacional de Tecnología Apropiada (NCAT). Appropriate Tehnology Transfer for Rural Áreas (ATTR). 23 p.
- INFOAGRO** (Información Técnica Agrícola).2005. Cultivo de fresa (en línea) Consultado 02 Agosto. 2010. Disponible en **¡Error! Referencia de hipervínculo no válida..**
- INETER** (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2008. Dirección general de meteorología. (en línea). Consultado 10 de Octubre. 2010. Disponible en <http://www.ineter.gob.ni/>.

- Laguna Miranda, RJ; Dolores Contreras, JC, Benavides González, AN.** 2007. Diagnósis y comportamiento de enfermedades en tres genotipos de fresa (*Fragaria* spp.) en Las Sabanas, UNA, Managua, Nicaragua. *La Calera* (8): 27-32.
- Marcelo, M.** 1999. Cultivo de fresa. Direcci3n General de Investigaci3n Agraria. Programa Nacional de Investigaci3n de Hortalizas. Estaci3n experimental Donosos. Lima, PE. 49 p.
- Martínez, R.** 1991. Riego localizado, diseño y evaluaci3n. Universidad Aut3noma de Chapingo. MX. 260 p.
- MARENA** (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales); **INAFOR** (Instituto Nacional Forestal). (2002). Guía de especies forestales de Nicaragua. Managua, NI. 600 p.
- Sánchez, S.** 2006. Producci3n orgánica de fresa (*Fragaria x ananasa*) en tubos de PVC. Mozatlán, Sinaloa, MX. Universidad Aut3noma de Sinaloa, Subdirecci3n Servicios Sociales, Zona del Sur. 7p.
- Toledo, M.** 2003. Guía para la Producci3n de Fresa en Honduras. Fundaci3n Hondureña de Investigaci3n Agrícola (FHIA). La Esperanza, Intibucá, C. A. 36 p.
- UNATSABAR** (Unidad de Apoyo Técnico para el Saneamiento Básico del Área Rural). 2003. Especificaciones técnicas para el diseño de pruebas de infiltraci3n. (en línea). consultado 20 Agosto. 2010. Disponible en <http://www.cepis.org.pe/bvsacd/cosude/xii.pdf>.
- USAID** (United States Agency for International Development)/Nicaragua. 2004. Cultivos alternativos, restauraci3n y mejoramiento de la producci3n. Hem.
- USDA** (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.). 2006. Claves para la taxonomía de suelo. 10 ed. 15p.
- Vélez, P.** (2002). Riego por goteo. Miraflores-Lima, PE. 800 p.

## VII. ANEXOS

**Anexo 1.** Comparación de datos reales de diámetros mojados con el método de cálculo (Curbifit) y grafico de la FAO.

<b>Productor</b>	<b>Datos reales Cm</b>	<b>Diámetro y profundidad FAO</b>	<b>Curbifit Datos</b>	<b>Observaciones</b>
Celso 1	X =15 Y=12.5	D =0.16 h =0.10	Y =13cm	La comparación de la grafica de la FAO tuvo una aproximación a los datos reales mientras que el método curbifit la fórmula más aproximada es $Y =24.32 X^{(2.11/X)}$ con un $R^2 =0.989$
	X =20 Y=11.7	D =0.22 h =0.12	Y =11.5cm	
	X =25 Y =17	D =0.24 h =0.16	Y =17cm	
Cristian 1)	X =16 Y =9.2	D =0.16, h =0.11	Y =9.2cm.	Se obtuvo datos aproximados a los reales con la grafica y por el método de cálculo curbifit tenemos datos muy próximo con la fórmula, $Y=X/(0.021X+0.03)$ . con un $R^2 =0.9203$
	X =20 Y=14.6	D =0.21, h =0.15	Y =14.6cm.	
	X =26 Y=16.5	D =0.27 h =0.15	Y =16.5cm.	
Humberto 1)	X =16 Y =13	D =0.16, h =0.12.5	Y =13cm.	Con respecto a los datos de campo y textura de suelo la grafica de la FAO para diámetro y altura del bulbo húmedo da valores aproximado, y la fórmula utilizada para la obtención de los datos es la $Y =19.83 X^{(2.30/X)}$ . Con un $R^2=0.9029$ .
	X.=21 Y=15.4	D =0.22 h =0.16	Y =15.5cm.	
	X=26.2 Y=16.5	D =0.28 h =0.16.4	Y =16cm.	

**Anexo 2.** Determinación de la velocidad de infiltración del productor Humberto en la comunidad El Castillito Las Sabanas, Madriz.

	Datos de campo				
	Hora inicial	Hora final	Lectura inicial (cm)	Lectura final (cm)	Diferencia (cm)
1	2.42	2.47	8	2	6
2	2.49	2.54	7.7	2.5	5.2
3	2.55	3.03	8.5	4	4.5
4	3.05	3.12	8.4	4.2	4.2
5	3.13	3.20	8	3.8	4.2

**Anexo 3.** Datos de infiltración tomados en la parcela experimental del productor Humberto en la comunidad El Castillito Las Sabanas, Madriz.

Tiempo (min)	Diferencia (cm)	Infiltración (mm/hr)
5	6	720
6	5.2	520
7	4.5	385.71
7	4.2	360
8	4.2	315
Promedio de infiltración		478.75

**Anexo 4.** Determinación de la velocidad de infiltración del productor Cristian en la comunidad El Castillito Las Sabanas, Madriz.

	Datos de campo				
	Hora inicial	Hora final	Lectura inicial (cm)	Lectura final (cm)	Diferencia (cm)
1	3.15	3.20	8	1.2	6.8
2	3.22	3.28	7.00	1.5	5.5
3	3.30	3.40	7.5	2.2	5.3
4	3.43	3.57	7.7	3.6	4.1
5	4.00	4.170	7.9	3.8	4.1

**Anexo 5.** Datos de infiltración tomados en la parcela experimental del productor Cristian en la comunidad El Castillito Las Sabanas, Madriz.

Tiempo (min)	Diferencia (cm)	Infiltración (mm/hr)
5	6.8	816.00
7	5.5	417.43
10	5.3	318.00
15	4.1	164.00
17	4.1	144.71
Promedio de infiltración		432.67

**Anexo 6.** Determinación de la velocidad de infiltración del productor Celso en la comunidad El Castillito Las Sabanas, Madriz.

Datos de campo					
	Hora inicial	Hora final	Lectura inicial (cm)	Lectura final (cm)	Diferencia (cm)
1	4.25	4.30	5	1.0	4.0
2	4.32	4.36	4.7	1.2	3.5
3	4.38	4.45	4.5	2.1	2.4
4	4.47	4.55	4.7	3.6	1.1
5	4.57	5.60	4.6	3.5	1.1

**Anexo 7.** Datos de infiltración tomados en la parcela experimental del productor Cristian en la comunidad El Castillito Las Sabanas, Madriz.

Tiempo (min)	Diferencia (cm)	Infiltración (mm/hr)
5	4.0	480.0
5	3.5	4.2
8	2.4	180.0
9	1.1	73.3
10	1.1	66.0
Promedio de infiltración		242.0



**Anexo 8.** Foto de aforación de fuentes de agua El Castillito, Las Sabana, Madriz.



**Anexo 9.** Prueba de infiltración con el doble cilindro en las áreas experimentales El Castillito, Las Sabana, Madriz.



**Anexo 10.** Tendida y trezada de plástico de polietileno calibre 1000.



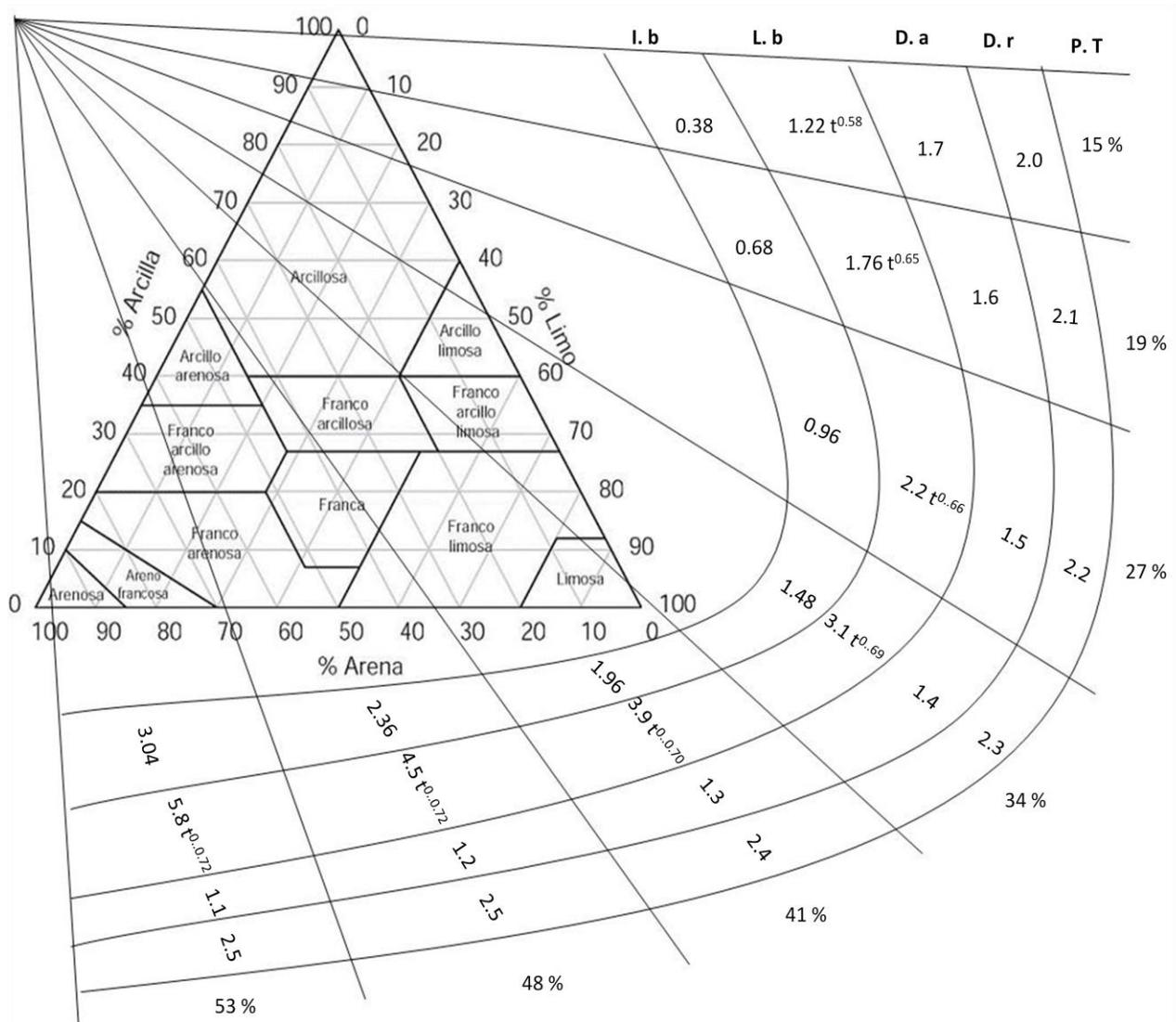
**Anexo 11** Instalación del sistema de riego por goteo en parcelas experimentales.



**Anexo 12** Aforación de goteros y medición del gasto del emisor, utilizando una probeta de 100 ml.



**Anexo 13.** Plantas de fresas con cintas de riego por goteo.



**Anexo 14.** Determinación de propiedades hidrofísicas del suelo en triangulo textural con una textura franco arcilloso en las parcelas experimentales El Castellito, Las Sabanas, Madriz.



**Anexo 15.** Preparación y establecimiento de canteros.



**Anexo 16.** Método de siembra en canteros 3 bolillos.



Anexo 17. Distancia de siembra de fresa en canteros.



Anexo 18. Hoyado y siembra en canteros.



Anexo 19. Cosecha y empaque de fresa organica.

**Anexo 20.** Interacciones triples en las variables evaluadas.

Valores medios de la interacción triple en la variable longitud del fruto.

	11			21			31		
	15 min	25 min	30 min	15 min	25 min	30 min	15 min	25 min	30 min
Humberto	3.25	3.32	3.77	3.31	3.71	3.93	3.55	4.02	3.88
Cristian	4.02	3.55	3.85	3.55	3.35	3.62	3.45	3.35	3.38
Celso	3.32	3.22	3.13	3.08	3.02	3.30	3.20	3.30	3.10

Valores medios de la interacción triple en la variable diámetro del fruto.

	11			21			31		
	15 min	25 min	30 min	15 min	25 min	30 min	15 min	25 min	30 min
Humberto	2.37	2.65	2.83	3.11	3.13	3.30	3.28	3.02	3.22
Cristian	3.15	3.48	3.17	2.93	3.30	3.21	2.68	2.98	3.22
Celso	2.40	2.43	2.28	2.41	2.38	2.71	2.35	2.45	2.43

Valores medios de la interacción triple en la variable peso del fruto.

	11			21			31		
	15 min	25 min	30 min	15 min	25 min	30 min	15 min	25 min	30 min
Humberto	11.00	10.60	12.17	17.49	14.17	18.33	17.00	15.83	22.33
Cristian	16.17	16.66	17.33	13.00	17.33	18.33	10.28	13.50	19.00
Celso	10.00	11.67	11.24	19.46	13.10	16.17	13.17	12.50	14.17

Valores medios de la interacción triple en la variable grados brix del fruto.

	11			21			31		
	15 min	25 min	30 min	15 min	25 min	30 min	15 min	25 min	30 min
Humberto	10.83	12.17	11.00	11.71	9.45	10.43	9.31	11.26	10.43
Cristian	9.90	10.04	10.62	8.11	9.63	7.23	9.49	9.65	8.67
Celso	9.17	12.16	11.00	8.83	10.00	10.16	9.00	9.67	9.50

Valores medios de la interacción triple de producción total kg ha<sup>-1</sup>.

	1 1			2 1			3 1		
	15 min	25 min	30 min	15 min	25 min	30 min	15 min	25 min	30 min
Humberto	552	604	2078	1585	1553	3132	1698	1373	2489
Cristian	870	708	718	938	750	708	935	806	597
Celso	209	95	91	102	73	101	54	91	62