

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ESCUELA DE PRODUCCIÓN VEGETAL**



## **TRABAJO DE DIPLOMA**

**EFFECTO DE TRES DISTANCIAS DE SIEMBRA Y TRES ALTERNATIVAS DE  
MANEJO DE ENFERMEDADES EN EL CULTIVO ORGÁNICO DE FRESA  
(*Fragaria* spp.) VARIEDAD FESTIVAL, EN LAS SABANAS, MADRIZ**



**AUTOR:**

*Br.* TERESA DEL CARMEN CRUZ GONZALEZ

**ASESORES:**

*Ing. M.Sc.* JOSÉ CISNE CONTRERA

*Ing. M. Sc.* REINALDO LAGUNA MIRANDA

*Ing. M.Sc.* ÁLVARO BENAVIDES GONZÁLEZ

MANAGUA, NICARAGUA  
ABRIL, 2007.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ESCUELA DE PRODUCCIÓN VEGETAL**



## **TRABAJO DE DIPLOMA**

**EFECTO DE TRES DISTANCIAS DE SIEMBRA Y TRES ALTERNATIVAS DE  
MANEJO DE ENFERMEDADES EN EL CULTIVO ORGÁNICO DE FRESA  
(*Fragaria* spp.) VARIEDAD FESTIVAL, EN LAS SABANAS, MADRIZ**



**AUTOR:**

*Br.* TERESA DEL CARMEN CRUZ GONZALEZ

Presentado a la consideración del  
Honorable Tribunal Examinador como requisito para optar al grado de  
INGENIERO AGRÓNOMO GENERALISTA

MANAGUA, NICARAGUA  
ABRIL, 2007.

## **DEDICATORIA**

**A DIOS** todo poderoso creador de la vida y a nuestra Madre María Santísima, por darme la oportunidad de estudiar y poder cumplir una de mis metas.

**A mi Madre** querida Etanislada González por su gran sacrificio durante mis años de estudio en la Universidad y su afán de ver a su hija realizada como toda una profesional.

**A mi Padre** Juan Ramón Cruz por estar siempre a mi lado cuando lo necesité, dándome ánimo y su apoyo incondicional para concluir exitosamente mi carrera Universitaria.

**A mis Hermanos** Juan Ramón, Thania del Carmen y Amaury Antonio, por que siempre estuvieron conmigo desde el inicio de mi carrera hasta el final dándome ánimo y su apoyo en todo momento.

**A mi Sobrino** Harinton Ramón quien con su presencia y alegría, me ha estimulado a superarme por un mañana mejor.

**A mi compañero** de clase Edwin Hernández (q.e.p.d.).

**A todas mis amistades** que de una u otra forma me apoyaron siempre durante mis años de estudio.

*Br. TERESA DEL CARMEN CRUZ GONZÁLEZ.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Al *Ing. M.Sc.* José Dolores Cisne Contreras en especial, por su tiempo y por su asesoramiento en mi trabajo de Diploma.

Al *Ing. M.Sc.* Álvaro Benavides y al *Ing. M.Sc.* Reinaldo Laguna por brindarme su amistad y apoyarme en el área estadística y de sanidad vegetal; respectivamente.

Al *Ing. M.Sc.* Roxana Salgado por su invaluable apoyo e incondicional amistad.

A la *Lic.* Maria Lourdes Herrera Zeledón por su gran amistad.

Al Programa de Recursos Genéticos Nicaragüense (REGEN) y a todos su personal.

Al proyecto PACI de la UNA por su financiamiento del presente estudio, ya que sin su ayuda no hubiera sido posible.

Al instituto de promoción humana (INPRHU-SOMOTO), por su colaboración en el presente estudio

A la Universidad Nacional Agraria en especial a los docentes que con su sabiduría y paciencia contribuyeron a formar la profesional que hoy culmina su carrera.

A los productores de Las Sabanas: Humberto López y Rufino Méndez.

Al Centro Nacional de Información y Documentación Agropecuaria (CENIDA), en especial al *Ing.* José Gabriel López, a Hemeroteca al *Ing.* Guillermo Hernández, *Lic.* Olga Latino y *Lic.* Blanca Blanco.

A la dirección de servicios estudiantiles en especial a las licenciadas: Lucia Silva, Erika Úbeda, Eudomilia Quezada, Claudia Lanuza e Idalia Casco, así como a la extensión de cultura y deportes.

A mis compañeros de clase y del internado de la UNA que de una u otra manera contribuyeron con mi trabajo de tesis.

*Br. TERESA DEL CARMEN CRUZ GONZÁLEZ.*

## C O N T E N I D O

	<b>Página</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	<i>i</i>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	<i>iii</i>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<i>iv</i>
<b>ANEXO DE FIGURAS</b>	<i>v</i>
<b>RESUMEN</b>	<i>vi</i>
<b>I.</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>II. REVISION BIBLIOGRAFICA</b>	<b>3</b>
<b>III MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>8</b>
<b>3.1</b> Localización del área experimental	<b>8</b>
<b>3.2</b> <b>Material vegetal y descripción del experimento</b>	<b>10</b>
<b>3.3</b> Aplicación de los tratamientos	<b>11</b>
<b>3.4</b> Variables evaluadas	<b>11</b>
<b>3.4.1</b> Variables de crecimiento	<b>11</b>
<b>3.4.2</b> Variables de reproducción	<b>12</b>
<b>3.4.3</b> Variables de fruto	<b>12</b>
<b>3.4.4</b> Rendimientos en kg ha <sup>-1</sup>	<b>13</b>
<b>3.4.5</b> Incidencia de enfermedades	<b>13</b>
<b>3.5</b> Análisis de los datos	<b>15</b>
<b>3.6</b> Manejo agronómico del experimento	<b>15</b>
<b>3.6.1</b> Preparación de suelo	<b>15</b>
<b>3.6.2</b> Siembra	<b>15</b>
<b>3.6.3</b> Fertilización	<b>16</b>
<b>3.6.4</b> Desfloración y destolonado de plantas	<b>16</b>
<b>3.6.5</b> Control de malezas	<b>16</b>
<b>3.6.6</b> Control de enfermedades	<b>16</b>

<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	17
<b>4.1</b> Variables de crecimiento	17
<b>4.1.1</b> Hojas	17
<b>4.1.1.1</b> Longitud del foliolo	17
<b>4.1.1.2</b> Ancho del foliolo	17
<b>4.1.1.3</b> Longitud de pecíolo	17
<b>4.1.1.4</b> Número de hojas	18
<b>4.2</b> Variable de reproducción	18
<b>4.2.1</b> Numero de coronas	18
<b>4.3</b> Variables de fruto	19
<b>4.3.1</b> Longitud de fruto	19
<b>4.3.2</b> Diámetro de fruto	20
<b>4.3.3</b> Espesor de fruto	20
<b>4.3.4</b> Volumen de fruto	21
<b>4.3.5</b> Grados brix	21
<b>4.4</b> Incidencia de enfermedades	22
<b>4.4.1</b> Mancha café ( <i>Marssonia fragariae</i> (Lib) Klebahn)	22
<b>4.4.2</b> Mancha foliar o viruela ( <i>Mycosphaerella fragaria</i> (Tul.) Linau)	23
<b>4.4.3</b> Mancha angular ( <i>Xanthomonas campestris</i> Kennedy & King)	24
<b>4.4.4</b> Tizón foliar ( <i>Phomosis obscurans</i> (Ell & E.) Sultton)	24
<b>4.5</b> Rendimientos mensual y total	25
<b>V. CONCLUSIONES</b>	28
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	29
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	30
<b>VIII ANEXOS</b>	33

## ÍNDICE DE CUADROS

		<b>Página</b>
<b>Cuadro 1.</b>	Análisis químico-físico del suelo de la finca del productor Humberto López. Laboratorio de Suelo y Agua. UNA, 2005.	9
<b>Cuadro 2.</b>	Descripción de los factores evaluados. Comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madriz.	10
<b>Cuadro 3.</b>	Descripción de la azarización de los factores evaluados. Comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madriz.	11
<b>Cuadro 4.</b>	Comparación de valores medios para las variables de crecimiento y reproducción. Comunidad el Castillito, Las Sabanas, Madriz.	19
<b>Cuadro 5.</b>	Comparación de los valores medios para las variables de fruto. Comunidad el Castillito, las Sabanas, Madriz.	21
<b>Cuadro 6.</b>	Comparación de medias de los rendimientos 2005-2006 para ambos factores en el cultivo de fresa. Comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madriz.	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica de sitio experimental. Fuente: <a href="http://WWW.Ineter.gob.ni/direcciones/geodesia/seccionmapas/mapaNicaragua/relieve1.htm">http://WWW.Ineter.gob.ni/direcciones/geodesia/seccionmapas/mapaNicaragua/relieve1.htm</a> .	8
<b>Figura 2.</b> Promedios de precipitación (Prec.), Temperatura (Temp.) y humedad relativa (H. R.) Estación Meteorológica de Somoto. INETER, 2006.	9
<b>Figura 3.</b> Curva de desarrollo para la enfermedad mancha café ( <i>Marssonia fragaria</i> ) en el cultivo de fresa var. Festival. El Castillito, Las Sabanas, Madriz 2005-2006	22
<b>Figura 4.</b> Curva de desarrollo para la enfermedad viruela ( <i>Mycosphaerella fragaria</i> ) en el cultivo de fresa var. Festival. El Castillito, Las Sabanas, Madriz 2005-2006	23
<b>Figura 5.</b> Curva de desarrollo para la enfermedad Tizón foliar ( <i>Phomosis obscurans</i> ) en el cultivo de fresa var. Festival. El Castillito, Las Sabanas, Madriz 2005-2006.	24
<b>Figura 6.</b> Comparación de los rendimientos totales (kg ha <sup>-1</sup> ) obtenidos en 15 cosechas. El castillito, municipio de las Sabanas, Madriz.	27



## ANEXO DE FIGURAS

### ***Página***

<b>Figura 1A.</b>	Identificación de las enfermedades de fresa encontradas en el campo y que fueron estudiadas en el laboratorio de Microbiología (UNA).	34
<b>Figura 2A.</b>	Muestra de Mancha Café ( <i>Marssonina fragariae</i> ) estado asexual <i>Diplocarpon earlianum</i> . En estado inicial y avanzado de la enfermedad.	34
<b>Figura 3A.</b>	Muestra de Mancha Café ( <i>Marssonina fragariae</i> ) estado asexual <i>Diplocarpon earlianum</i> . En el laboratorio como muestra, como cultivo en los platos petris y a través del microscopio	34
<b>Figura 4A.</b>	Muestra de Mancha Foliar o Viruela. ( <i>Mycosphaerella fragaria</i> ). En estado inicial y avanzado de la enfermedad.	35
<b>Figura 5A.</b>	Muestra de Tizón foliar ( <i>Phomosis obscurans</i> ) En el laboratorio como muestra y a través del microscopio.	35
<b>Figura 6A</b>	Morfología de la planta de fresa (tomada de Toledo, 2003).	35

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el municipio “Las Sabanas”, ubicada en departamento de Somoto-Madríz, durante el periodo de julio del 2005- abril 2006, con el propósito de conocer el efecto de distancias de siembra y tratamiento orgánicos de enfermedades en el cultivo de fresa (*fragaria* spp). Se utilizó un diseño en Bloque Completo al Azar (BCA) con arreglos en parcelas divididas con tres réplicas, siendo el factor “A”: distancias de siembra (0.25, 0.30 y 0.35 m entre plantas) y el factor “B”: Tratamientos de enfermedades (*trichoderma harzianum*, Caldo sulfocálcico y un testigo absoluto). A los efectos obtenidos se les realizó un análisis de varianza (ANDEVA), y separación de medias a través de la prueba de rangos múltiples de tukey ( $\alpha=0.05$ ). Los resultados del estudio determinaron que el factor densidad de siembra presentó efecto significativo sobre las variables de crecimiento tales como: longitud de foliolo, ancho del foliolo, longitud del pecíolo, número de hojas y número de coronas, destacándose un mayor efecto en la distancia de 0.25 m para todas estas variables. Mientras que en los tratamientos para enfermedades hubo efecto significativo en todas las variables antes mencionadas a excepción de la longitud del pecíolo. El mayor efecto lo realizaron el caldo sulfocálcico y el *trichoderma harzianum*. En el caso de las variables de fruto el mayor efecto significativo lo realizaron las distancias de 0.25 y 0.30m. Con respecto a los grados brix y el espesor de fruto no presentaron significancia estadística. Aunque para los tratamientos el mejor efecto influenciado sobre los fruto fue el caldo sulfocálcico. En cuanto a el mejor rendimiento total obtenido durante los cinco meses de cosecha fue 7,444.44 kg ha<sup>-1</sup> con el tratamiento del Caldo sulfocálcico y la distancia de 0.25 m, seguido de 6550.00 kg ha<sup>-1</sup> con el tratamiento de *Trichoderma harzianum* y la distancia de 0.30 m.

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de fresa (*Fragaria* spp.) apareció por primera vez en Europa, donde se cultivaban las principales especies: *Fragaria vesca* y *Fragaria alpina*, de tamaño pequeño y de excelente calidad organoléptica. Con el descubrimiento de América se encontraron dos nuevas especies de mayor tamaño, una en Chile, *Fragaria chiloensis* y otra en Estados Unidos, *Fragaria virginiana*, que por su tamaño, se les llamó fresones; fueron llevadas a Europa e hibridizadas y actualmente dominan el mercado y son productos de una serie de cruces (Espinoza, 2002).

Esta planta pertenece a la familia de las rosáceas, es herbácea, perenne y rastrera. Su tallo es un eje corto, cónico, llamado corona, posee yemas axilares 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 en tres folíolos de bordes aserrados y el envés recubierto por vellosidades. Las flores parten de las axilas, en racimos, con pétalos blancos y la polinización es alógama y entomófila (Alvarado, 2001).

La fresa es una fruta de amplia distribución mundial, siendo los principales países productores: Estados Unidos, Italia, Japón, Polonia, México, Rusia, Francia y Reino Unido. En Centroamérica su introducción es relativamente reciente, habiéndose desarrollado en regiones sobre los 1,000 m de altitud (Barahona y Sancho, 1998).

El cultivo de fresa se ha transformado en una alternativa viable para mejorar la situación económica de los pequeños productores agrícolas del norte de Nicaragua. Asimismo, se ha ampliado la demanda de consumo en el mercado nacional, creando con ello una oportunidad para agricultores del país ubicados en agroecosistemas que satisfacen los requerimientos edafoclimáticos del cultivo. En 1981 y 1982 se estableció en Jinotega la primera parcela de fresa con un área de 0.3513 hectáreas, incrementándose a 2.1078 hectáreas en 1983 con una producción semanal de 455 kilogramos de fruta fresca. En 1993 se inició su cultivo nuevamente en el mismo departamento y actualmente se siembra en otros departamentos del norte del país, incluyendo Matagalpa y Madriz (APENN, 1996).

Una de las áreas donde se cultiva fresa es en Las Sabanas, localizada en la zona montañosa del departamento de Madriz, donde tradicionalmente los productores han sembrado café (USAID/Nicaragua, 2004).

El cultivo de fresa constituye un nuevo rubro para la economía nacional; convirtiéndose en un reto para las instituciones y personas interesadas en su producción orgánica, de la que actualmente existe poca información en Nicaragua. Los productores enfrentan serias dificultades en aspectos de nutrición, enfermedades, plagas, manejo de post-cosecha y comercialización.

El manejo orgánico de las enfermedades en este cultivo, es un tema de investigación escaso para los productores, más aún cuando representan algún tipo de beneficio económico y de rentabilidad de su producción. Actualmente la fruta fresca está siendo importada desde Costa Rica y Estados Unidos, debido a que los volúmenes de producción obtenidos por los productores no son suficientes para cubrir las demandas del mercado nacional (Martín Agenor, comunicación personal MAGFOR). Por lo antes mencionado, este estudio pretende aportar información al plantearse los siguientes objetivos:

**Objetivo general:**

- Contribuir al mejoramiento en los rendimientos y calidad en la producción de fresa en sistemas de pequeños agricultores de Las Sabanas, Madriz.

**Objetivos específicos:**

- Evaluar el efecto de tres distancias de siembra sobre características de crecimiento y desarrollo en la variedad Festival.
- Evaluar el efecto de compuestos orgánicos y biológicos sobre las principales enfermedades foliares en la variedad Festival.
- Identificar los tratamientos que presenten los mejores resultados de rendimiento en el cultivo de fresa en la variedad Festival

## II. REVISION BIBLIOGRAFICA

El género *Fragaria* aparece en estado silvestre en América Asia y Europa. En este último continente existen referencias sobre su consumo desde los tiempos de la antigua Roma. El cultivo de las fresas de frutos pequeños se extendió en Europa hasta el final del siglo XIX, momento en el que comenzaron a surgir híbridos entre las especies europeas y las americanas, con frutos de mayor tamaño que se conocían como fresones. En Chile antes de la llegada de los colonizadores se cultivaba la especie *Fragaria virginiana*, de fruto grande. La literatura menciona algunas especies silvestres como *Fragaria vesca* en el Polo Norte, Norte de África y América del Sur, *Fragaria viridis* en Europa Central, *Fragaria daltoniana* en Asia, *Fragaria chiloensis* en Chile, Argentina y Estados Unidos (Toledo, 2003).

Es una planta pequeña que llega a medir 40 cm de altura, herbácea, perenne, rastrera perteneciente a la familia de las Rosáceas, subfamilia Rosidaeas, tribu Potentillea y género *Fragaria* dentro del cual existen más 45 especies. Se conoce comúnmente como fresa y fresones y científicamente se conoce como: *Fragaria* spp.

Las raíces, que pueden llegar a profundizar hasta 1 metro aunque la mayor parte están en los primeros 40 centímetros de suelo. El tallo, es corto y se le llama corona. Esta corona es utilizada para la siembra de la fresa. Al final del periodo de producción (10 meses) una planta produce entre 6 y 10 coronas (Toledo, 1999).

Las hojas, son compuestas en forma de rosetas sobre la corona, son de pecíolos largos, con limbo dividido en tres folíolos de bordes aserrados y en el envés se encuentran cubiertas de vellosidades. Las flores parten de las axilas de las hojas, se dan en racimos, son de pétalos blancos, la polinización se efectúa en forma alógama y entomófila, tardando entre 20 y 30 días en formar fruto (Alvarado, 2001).

Los frutos son pequeños y se encuentran pegados a un receptáculo, en el que están insertos los aquenios (pepitas). Después de la fecundación, los óvulos al convertirse en aquenios, estimulan el engrosamiento del receptáculo, que una vez transformado en carnoso, constituye el fruto (Alvarado, 2001). Además los frutos de la fresa son ricos en vitamina A y C (70 mg). El contenido de vitamina C es tres veces mayor que en el tomate y la lechuga, y el doble de la manzana; éstos contenidos pueden variar según el genotipo y condiciones edafoclimáticas. De igual manera, los frutos pueden ser utilizados para tratar cólicos hepáticos, gota, reumatismo articular, como laxante, analgésico y tónico digestivo (Baraona y Sancho, 1998).

Las plantas hijas, son las que salen del tallo de la planta de fresa en forma de guías (Figuras 6A). A estas plantas hijas se les llama estolones y también son utilizados para la reproducción (Toledo, 1999).

La fresa es una planta cuyo desarrollo se ve influido por diferentes factores como son: temperatura, luminosidad y la duración del día (fotoperíodo y termoperíodo). En Centro América se cultivan sobre los 1000 msnm hasta los 2000. En Costa Rica las zonas de producción se encuentran entre los 1200 y 1300 msnm. Los técnicos del Programa Nacional de Fresa han observado que conforme la altura aumenta en la producción. (Barahona y Sancho, 1998).

Esta fruta es muy sensible a las condiciones climáticas las que pueden alterar fácilmente el patrón de comportamiento de la planta los factores climáticos que inciden en la producción, crecimiento y formación de estolones son: temperatura oscila entre de 14 y 24 °C y necesita 12 horas luz para producir. Las temperaturas excesivamente altas inducen un crecimiento vegetativo exuberante en detrimento de la floración. Si los días son cortos, se estimula la formación de flores y se reducen los estolones.

La densidad lumínica es determinante para el contenido de azúcares, la excesiva precipitación acompañada de nubosidad y humedad. Así como noches con altas temperaturas, desmejoran el sabor de los frutos (Barahona y Sancho, 1998).

Los suelos aptos son muy variados considerando como características deseables suelos con adecuado drenaje interno (que no se produzca encharcamiento), con alto contenido de materia orgánica, buena retención de humedad, disponibilidad de agua, pH entre 5.5 y 7 como máximo (Alvarado, 2001).

Los rendimientos y la calidad de la fruta de fresa están grandemente influenciados por el fotoperíodo, temperatura, enfermedades, plagas, condiciones del suelo, y las fluctuaciones de humedad relativa y del suelo. Como resultado los cultivares de fresa difieren grandemente en su adaptación a condiciones ambientales regionales. Un cultivar puede desarrollarse satisfactoriamente en un área pero no en otra (APS, 1998).

En Nicaragua de acuerdo a información suministrada por algunos técnicos y productores de las Sabanas, algunos de los problemas que limitan la producción de fresa son: la identificación de variedades que se adapten a las condiciones edafo-climáticas de las zonas productoras, reproducción de material de siembra de calidad, mal manejo de enfermedades y plagas, así como problemas de comercialización del producto.

Algunas de las principales plagas que afectan este cultivo son la Araña (*Tetranychus* spp.), los pulgones (*Aphis* spp.), gusanos cortadores (*Spodóptera* spp.), Chinchas (*Lygus* spp.) y la principal es la Gallina ciega (*Phyllophaga* spp.). Por otro lado el zorro cola pelada o Guazalo (*Didelphis marsupialis*) perjudica un gran daño en la fresa.

Las enfermedades reportadas que afectan el cultivo de fresa son más de 100, de las cuales 17 son causadas por factores abióticos y 88 causadas por microorganismos; de estas últimas, 59 son producidas por hongos, 2 por bacterias y el resto de ellas tienen su origen en organismos tales como virus, fitoplasmas, rickettsias y nemátodos (APS, 1998).

En las Sabanas las enfermedades foliares, causaron mayores daños en el cultivo de fresa, donde se destacan, mancha café (*Marssonina fragaria*), viruela (*Mycosphaerella fragaria*) y tizón foliar (*Phomosis obscurans*).

### **Mancha café (*Marssonia fragariae* (Lib) Klebahn)**

Esta enfermedad es causada por el hongo *Diplocarpon earliana* (Ell & Ev.) Wolf, cuya forma imperfecta (asexual) es *Marssonia fragariae* (Lib) Klebahn, que es la forma más predominante, se mantiene todo el año en las hojas infectadas, siendo los principales síntomas manchas irregulares de color café o púrpura. Sobre las lesiones en hojas muertas se forman los acérvulos, los cuales liberan numerosos conidias que se dispersan principalmente por el salpique de lluvia. Una vez sobre el tejido susceptible, el conidio germina y penetra la cutícula donde las condiciones óptimas son humedad superficial y temperaturas entre 25 y 30 °C. Cuando el daño se presenta en los pecíolos y frutos, suele presentarse lesiones alargadas, hundidas y de color rojizo. Las manchas aparecen en pecíolos y pedúnculos frecuentemente rodean la circunferencia de la estructura causándole la muerte a las hojas (Baraona y Sancho, 1998).

### **Mancha foliar o viruela (*Mycosphaerella fragaria* (Tul.) Linau)**

El agente causal de la viruela es *Mycosphaerella fragaria* (Tul.) Linau; hongo Ascomycete cuya forma imperfecta es *Ramularia sulasnei* Sacc.

Las conidias se producen en grandes cantidades sobre las lesiones y se diseminan por el salpique de la lluvia. Una vez sobre las hojas germinan y penetran a través de los estomas cuando la humedad relativa esta entre los 80 y 100 % y la temperatura oscila entre 15 y 20 °C. El hongo también produce microesclerocios que juegan un papel muy importante en su sobrevivencia y puede mantenerse latente por varios meses en las hojas muertas. Con el tiempo la parte central de la hoja se torna blanca o gris y se forma un halo rojizo (Baraona y Sancho, 1998).

### **Tizón foliar (*Phomosis obscurans* (Ell & E.) Sultton)**

Esta enfermedad ha sido observada en todo el mundo, afectando el follaje y frutos maduros. Se mencionan en la literatura dos nombres diferentes para el agente causal. Ellos son *Phomosis obscurans* (Ell & E.) Sultton y *Dendrophoma obscurans* (Ell & E.) H. W. Anderson. No obstante, el primero es el más aceptado. Al parecer este hongo sobrevive como micelio o picnidios en hojas viejas y, desde ahí, por medio del salpique de las gotas de lluvia, llega al tejido susceptible.



Las manifestaciones iniciales aparecen en los foliolos, donde se forman manchas redondas de color rojo o morado. Luego crecen, cubriendo una considerable porción de la lámina foliar y muestran tres zonas claramente definidas: una externa rojiza o amarillenta; otra más intensa de color marrón claro y la parte central marrón oscuro. Esta última porción, aparte de su color característico, muestra una serie de puntos negros, corresponden a los picnidios del agente causal. Otra característica frecuente se presenta cuando las manchas se ubican a lo largo de las nervaduras principales, posición que le permite tomar la forma de “V” (Baraona y Sancho, 1998).

El cobre y el azufre se han utilizado por mucho tiempo por los agricultores convencionales y orgánicos como pesticidas en el control de enfermedades causadas por bacteriales y hongos, respectivamente. (Guerena, 2003).

El Caldo sulfocálcico es un preparado a base de azufre y cal, que es un producto elaborado por los productores de manera artesanal, el cual se puede aplicar en parcelas orgánicas, ya que está permitido por las certificadoras de cultivos orgánicos y otras organizaciones que rigen la producción orgánica a nivel mundial.

El *Trichoderma harzianum* es un hongo Deutoromicete, que posee una actividad biológica y que se puede encontrar de forma natural en el suelo, crece rápidamente, no perjudica a la planta por que no penetra las raíces, ya que actúa como barrera para prevenir la entrada de patógenos, más bien emite enzimas de crecimiento y mejora la estructura del suelo (Zamorano, 2002).

Diversos autores han propuesto el uso de especie de *Trichoderma* frente a patógenos muy diversos, pero la especie y cepa empleada deben ser cuidadosamente elegida. En este caso el producto comercial probado mostró una actividad nula en el control de las podredumbres post-recolección, las cuales estaban influenciadas por el hábitat en el campo antes de la cosecha (Bascón *et al.*, 2003).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización del área experimental

La presente investigación se realizó en la comunidad El Castillito, municipio Las Sabanas, departamento de Madriz. Este departamento se encuentra ubicado en la región norte del país entre los 13° 26' 00" latitud norte y 86° 37' 01" 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 26 y 27 °C con una elevación 1,260 msnm.

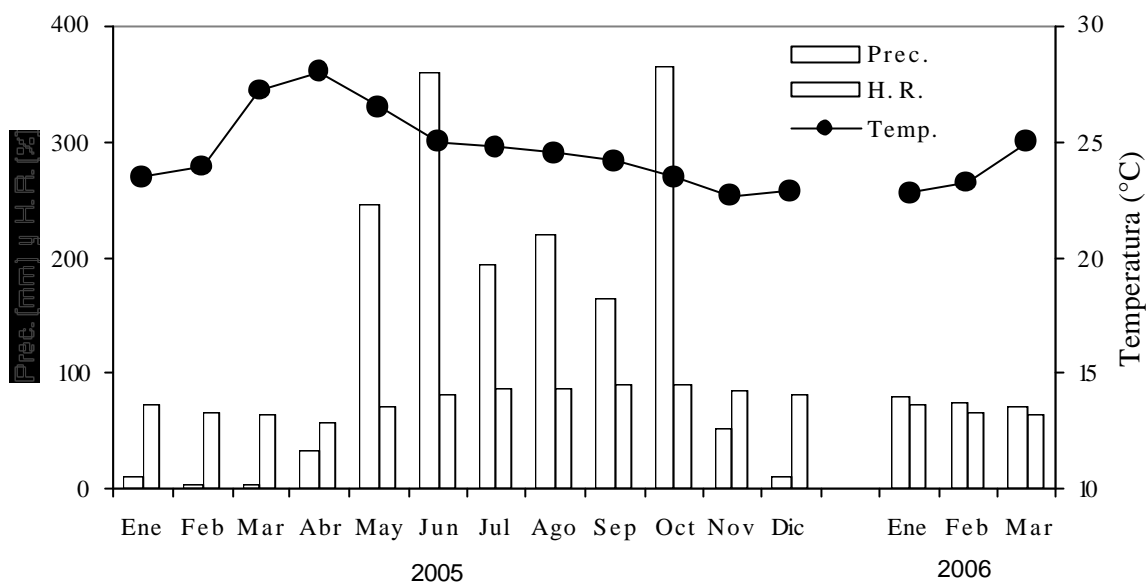
La comunidad el Castillito presenta una temperatura media anual entre 18 y 22. 6 °C; con una altitud de 1,400 msnm. El clima es subtropical seco con precipitaciones anuales entre 1,200 a 1,400 mm.



**Figura1.** Ubicación geográfica de sitio experimental.

Fuente: [http://WWW.Ineter.gob.ni/direcciones/geodesia/seccionmapas/mapaNicaragua\\_relieve1.htm](http://WWW.Ineter.gob.ni/direcciones/geodesia/seccionmapas/mapaNicaragua_relieve1.htm).

Los valores medios mensuales de las principales características agroclimáticas de la zona, se presentan en la Figura 2.



**Figura 2.** Promedios de precipitación (Prec.), Temperatura (Temp.) y humedad relativa (H. R.) Estación Meteorológica de Somoto. INETER, 2006.

Las características físicas químicas del suelo en el área experimental se presentan en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Análisis químico-físico del suelo de la finca del productor Humberto López. Laboratorio de Suelo y Agua. UNA, 2005.

pH (H <sub>2</sub> O)	MO %	N %	P Ppm	K (Meq/100 g)	Partículas (%)		
					Arcilla	Limo	Arena
6.74	5.30	0.26	7.21	0.75	26	30	40

Según los rangos propuestos por Quintana *et al.* (1992), los resultados se pueden interpretar de la siguiente manera: pH neutro (6.74), materia orgánica alta (5.30 %), nitrógeno alto (0.26 %), fósforo pobre (7.21 ppm), potasio alto (0.75 me/100 g) y suelo franco (26 % arcilla, 30 % limo y 40 % arena).

### 3.2 Material vegetal y descripción del experimento

El estudio se realizó a través de parcelas experimentales, donde se utilizó como material vegetativo experimental la variedad de fresa Festival; el experimento se estableció sobre un diseño en Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglo en Parcelas Divididas con tres réplicas. En el estudio se evaluaron distancias de siembra y manejo de enfermedades. En el Cuadro 2 se presenta la descripción de los factores y los niveles estudiados en el ensayo. Las parcelas experimentales tuvieron un área de 3 m<sup>2</sup>, para un total de 625 m<sup>2</sup>, incluyendo franjas externas e internas.

**Cuadro 2.** Descripción de los factores evaluados. Comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madriz.

	Factor A Distancia de siembra (m)	Factor B Manejo de enfermedades (kg ha <sup>-1</sup> )
Nivel	a <sub>1</sub> . 0.25 (8 plantas)	b <sub>1</sub> . <i>Trichoderma harzianum</i>
	a <sub>2</sub> . 0.30 (7 plantas)	b <sub>2</sub> . Testigo local
	a <sub>3</sub> . 0.35 (6 plantas)	b <sub>3</sub> . Caldo sulfocálcico

Las distancias empleadas en este ensayo son algunas de las más utilizadas por los grandes productores de fresa en los Estados Unidos (Guerena, 2003). En la distancia de 0.25 m se establecieron 8 plantas por m, 7 plantas en la distancia de 0.30 m y 6 plantas por m en la distancia de 0.35 m. En las parcelas experimentales quedaron establecidas 24, 21 y 18 plantas para las distancias de 0.25, 0.30 y 0.35 m, respectivamente. La densidad poblacional estuvo en un rango de 50,000 y 70,000 plantas por hectáreas, aproximadamente.

Los productos del Caldo sulfocálcico son de muy baja toxicidad, y además se pueden aplicar en parcelas de agricultura convencional, teniendo buenos resultados en el control de enfermedades y plagas (UICN-Holanda, 2007). Así mismo el *Trichoderma harzianum* es un controlador biológico de enfermedades (Zamorano, 2002).

También se evaluó un Testigo local para establecer comparación y comprobar la eficacia de los tratamientos (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Descripción de la azarización de los factores evaluados. Comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madriz.

Tratamientos	Descripción
a1b1	0.25 m + <i>Trichoderma harzianum</i>
a1b2	0.25 m + Testigo local
a1b3	0.25 m + Caldo sulfocálcico
a2b1	0.30 m + <i>Trichoderma harzianum</i>
a2b2	0.30 m + Testigo local
a2b3	0.30 m + Caldo sulfocálcico
a3b1	0.35 m + <i>Trichoderma harzianum</i>
a3b2	0.35 m + Testigo local
a3b3	0.35 m + Caldo sulfocálcico

### 3.3 Aplicación de los tratamientos

Las distancia de siembra fueron azarizadas para los nueve canteros. El Caldo sulfocálcico se aplicó a los 30 días después del trasplante a razón de 7.78 kg ha<sup>-1</sup> en las siguientes fechas: 09 de agosto, 19 de septiembre y 17 de octubre del 2005, mientras que el *Trichoderma harzianum* se aplicó una sola dosis el 07 de julio del 2005, antes de la siembra con una relación de 0.1 kilogramos y 10 kilogramos de lombrihumus, aplicando 50 gramos por planta. Se utilizó el lombrihumus como transporte del hongo antagonista. El Testigo local es el manejo realizado por el productor que es la aplicación de cal y podas fitosanitarias.

### 3.4 Variables evaluadas

Desde la etapa inicial del cultivo se evaluaron las variables de crecimiento (longitud del foliolo, ancho del foliolo, longitud del pecíolo y número de hojas), variable de reproducción (número de coronas), variables de fruto (diámetro, longitud, espesor y volumen de frutos, y grados brix). De igual manera, se evaluó la incidencia y severidad de enfermedades, así como el rendimiento en cada momento de la cosecha y el total del mismo.

#### 3.4.1 Variables de crecimiento

Estas variables fueron tomadas solamente en los meses de noviembre y diciembre del año 2005, tomando cinco plantas por parcela útil.

**Longitud del folíolo**

La longitud del foliolo central en las hojas completamente desarrolladas se midió en centímetro con una regla milimetrada.

**Ancho del folíolo**

Esta medición se realizó en centímetro y se utilizó la parte central del folíolo de la hoja compuesta.

**Longitud del pecíolo**

Se midió en centímetros desde la base de la corona principal hasta el folíolo con una regla milimetrada, utilizando siempre la misma hoja compuesta.

**Número de hojas**

Se contabilizaron todas las hojas compuestas en cada una de las cinco plantas de la parcela útil.

**3.4.2 Variable de reproducción****Número de coronas**

Se contaron todas las coronas encontradas en la parcela útil.

**3.4.3 Variables de fruto**

Estas variables fueron tomadas únicamente en los meses de cosecha, utilizando solamente cinco frutos por parcela útil.

**Longitud del fruto**

Esta variable se midió en centímetro en la parte longitudinal del fruto haciendo uso de la regla milimetrada.

**Diámetro del fruto**

Esta medición se realizó en la parte frontal del fruto en milímetros.

### **Espesor del fruto**

El espesor del fruto se midió en milímetro con el vernier en la parte lateral del fruto.

### **Volumen del fruto**

El volumen del fruto se determinó en centímetros cúbicos (cm<sup>3</sup>) por medio de una probeta de 500 ml, donde se sumergieron tres frutos seleccionados al azar de la parcela útil.

### **Grados brix**

Para determinar la concentración de sólidos solubles se escogieron dos frutos de fresas de mayor madurez fisiológica de cada parcela experimental. Se exprimó el fruto y se obtuvieron gotas del jugo, estas se ubicaron sobre el refractómetro y se observó el porcentaje de grados brix.

#### **3.4.4 Rendimientos en kg ha<sup>-1</sup>**

Para determinar el rendimiento consistió en cosechar, contabilizar y pesar las fresas por parcela útil, y posteriormente se uniformaron en kg ha<sup>-1</sup>. Las cosechas por lo general se realizaron cada quince días, pero hubieron ocasiones que se realizaron dos veces por semana, por tal razón los productores llevaron a cabo esta actividad. La época de la cosecha fue en los meses de diciembre del 2005 hasta abril del 2006.

#### **3.4.5 Incidencia de enfermedades**

Para la identificación de las enfermedades que afectaban a las fresas en el experimento, se tomaron muestras de hojas infectadas por patógenos, luego fueron llevadas al laboratorio de Microbiología de la UNA (figura 1A), para su identificación, haciendo uso del compendio de enfermedades de fresa (APS, 1998).

El proceso de identificación de las enfermedades encontradas en el campo consistió en realizar cortes pequeños y sumergirlos en hipoclorito al 5 % por tres minutos, con el objetivo de eliminar todo tipo de organismos saprofitos que pueden afectar al agente causal (bacterias y hongos), pasado los tres minutos, las muestras fueron sumergidas en agua esterilizada y luego se colocaron por dos minutos en toallas absorbentes para su secado. Posteriormente estas

muestras se ubicaron en platos petri que contenían los diferentes medios para lograr su desarrollo. Los medios utilizados en el laboratorio fueron PDA para hongos y agar nutritivo para bacteria.

Los medios de cultivo que con mayor frecuencia se utilizan son papa-dextrosa-agar (PDA), el cual es bueno para mayoría de los hongos, el agar-agua o agar-glucosa (de 1 a 3 % de glucosa en agar-agua) que se utiliza para separar algunos hongos (*Pythium* y *fusarium*) de bacterias. Por último el agar nutritivo, el cual contiene peptona y extracto de carne, es útil para aislar bacterias fitopatógenas, Agrios (2001).

Las muestras fueron dejadas por un período de 8 a 15 días en incubadora. A los 8 días se sacaron los petri donde se observaron las formas de las colonias, luego se tomó una porción de micelio para ser observada en microscopio y ser comparada con la guía taxonómica.

Después de identificar las enfermedades se determinó el grado de severidad e incidencia en el campo, para lo cual se elaboró una escala arbitraria de 1-5 donde:

- 1 = plantas sin síntomas visibles
- 2 = menos del 10 % de manchas foliares
- 3 = entre 10 y 25 % de manchas foliares
- 4 = más de 25 hasta 50 % de manchas foliares
- 5 = más de 50 % de manchas foliares

Los valores de la escala fueron transformados a través de la fórmula de severidad

$$Severidad = \frac{\sum VO(100)}{VME(N)}$$

VO = Valores observados

VME = Valor máximo de la escala

N = Número de plantas muéstralas

Estos datos fueron tomados desde que la planta fue establecida hasta la cosecha, para cada enfermedad; cada quince días.



### **3.5 Análisis de los datos**

Los datos obtenidos de las variables estudiadas o evaluadas fueron analizadas con los programas estadísticos SAS; se conformaron los modelos estadísticos con su respectivo Análisis de Varianza y separación de medias apropiadas. En el caso de las enfermedades se diseñó curvas de desarrollo en el tiempo para determinar su dinámica en cada uno de los tratamientos.

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

#### **3.6.1 Preparación de suelo**

La mayor parte del ensayo se preparó en un área donde antes no se había cultivado fresa, y el resto del experimento en la misma área donde los productores han destinado para la siembra de este cultivo. Primeramente se realizó el desmalezado del terreno, posteriormente el mullimiento de la tierra, luego se emparejó el terreno para evitar las acumulaciones o encharcamiento de agua. Se utilizó cal para la desinfección del suelo, pero algunos autores plantean que la desinfección del suelo se puede realizar con la técnica de solarización, que consiste en la colocación de plástico transparente tres semanas antes de la siembra sobre las eras. Después este se cambia por el plástico negro al momento de la siembra. Las altas temperaturas provocadas por los rayos del sol sobre el plástico transparente ofrecen un mejor control sobre hongos de suelo y malezas.(Barahona y sancho, 1998).

Posteriormente se levantaron bancales con 0.30 m de alto y 0.70 m de ancho, el largo de cada bancal fue de 9 m. Se instaló el sistema de riego por goteo con tubería de plástico de 1.5 cm de diámetro sobre el cantero, y después el acolchonado utilizando plástico negro biodegradable calibre 1000.

#### **3.6.2 Siembra**

Las densidades de siembra varió debido a las tres distancias implementadas en el ensayo (0.25, 0.30 y 0.35 m entre planta). El material utilizado para la siembra fueron coronas que presentaron mejor desarrollo. Estas fueron transplantadas del vivero y establecida con el sistema tres bolillos en los canteros, a una profundidad apropiada (entre 3-5 cm).

### **3.6.3 Fertilización**

Se aplicó humus a razón de dos libras en las unidades experimentales ( $3,000 \text{ kg ha}^{-1}$ ), pero en algunas partes del ensayo este fue utilizado como transporte del *Trichoderma harzianum*. Esto se realizó antes de la siembra. Además, se realizó aplicaciones de biofertilizante en todo en ensayo cada 15 días a razón de dos litros por bomba de 20 litros ( $200 \text{ lt ha}^{-1}$ ) para un mejor desarrollo vegetativo de la planta. Los ingredientes del biofertilizante fueron los siguientes: 9.1 kilogramos de estiércol fresco, 40 litros de suero y 4 litros de melaza.

### **3.6.4 Desfloración y destolonado de plantas**

La floración prematura de la fresa es normal y si no es controlada tiene efectos negativos sobre el desarrollo de la planta y por ende los frutos (Alvarado, 2001), por ello la eliminación de las flores y estolones se realizó al mismo tiempo, de tal manera que se cortó la inflorescencia con mucho cuidado para no dañar la corona. El corte se realizó cada siete días en estado de botón o recién abiertas las flores y se culminó cuando la planta había formado de 4 a 5 coronas.

### **3.6.5 Control de malezas**

Se utilizó el plástico negro como cobertura sobre los bancales para controlar el crecimiento de las malezas, y la poca maleza que creció dentro los orificios se realizó de forma manual y las que crecieron entre los surcos se controló de forma mecánica con el azadón.

### **3.6.6 Control de enfermedades**

Para las diferentes enfermedades encontradas se realizaron podas fitosanitarias que consistían en eliminar las hojas y frutos enfermos sacándolos de la plantación. Además del efecto controlador que realizó algunos de los tratamientos para las enfermedades en el presente estudio.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 Variables de crecimiento**

#### **4.1.1 Hojas**

Las hojas de la fresa son compuestas y trifoliadas, con bordes aserradas y ligeramente pubescentes en su cara inferior. Posee de 300 a 400 estomas por mm<sup>2</sup>, y un sistema radical adventicio superficial, lo que la convierte en una planta de alta sensibilidad al suministro de agua, humedad ambiental, intensidad lumínica y duración del día (Barahona y Sancho 1998).

##### **4.1.1.1 Longitud de foliolo**

El foliolo es el segmento individual de una hoja compuesta, como es el caso de la fresa.

(Figura 6 A).

De acuerdo al análisis estadístico realizado, la variable longitud de foliolo presentó significación estadística ( $P < 0.0001$ ) en las distancia de siembra, y en el Cuadro 4 se observa la mayor longitud con la distancia de 0.25 m, seguida por 0.30 y 0.35 m.

Los niveles para manejo de enfermedades presentaron diferencias significativas según las categorías estadísticas de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), donde la mayor longitud de foliolo fue de 6.80 cm y se obtuvo con el Caldo sulfocálcico seguido del *Trichoderma harzianum* y el Testigo. Cabe señalar que estas longitudes de ambos factores evaluados están por encima por los señalados por Téllez y Salmerón (2007).

##### **4.1.1.2 Ancho de foliolo**

En la variable ancho del foliolo hubo diferencias significativas, destacándose la distancias de 0.30 m con los foliolos más anchos; sin embargo, para los tratamientos de enfermedades el mejor efecto lo realizó el Caldo sulfocálcico sobre esta variable (Cuadro 4).

#### **4.1.1.3 Longitud de pecíolo**

El pecíolo es el sostén de la lámina de una hoja o el eje principal en una hoja compuesta situado por debajo de los folíolos. (Figura 6A).

La mayor longitud de pecíolo se obtuvieron con la distancia de 0.25 m según el análisis de varianza, por que se observó diferencias significativas en este nivel.

En el Cuadro 4 se observa que en los tratamientos aplicados no presentó diferencias significativas de acuerdo a la categorías estadísticas según Tukey ( $\alpha=0.05$ ) esta variable. Pero se obtuvieron rangos de 8.26 cm y 7.97 cm para *Trichoderma harzianum* y Caldo sulfocálcico, respectivamente.

#### **4.1.1.4 Número de hojas**

En la variable número de hojas, el análisis de varianza indicó que la distancia 0.25 m fue la más destacada con 12 hojas como promedio. Pérez *et al.*, (2005), determinó que las altas densidades de plantación reducen el crecimiento de la variable vegetativa como: área foliar, número de hojas, materia seca de hojas y de corona durante el experimento.

En los tratamientos de manejo orgánico sobre la variable número de hoja, estuvo influenciado principalmente por el Caldo sulfocálcico seguido del *Trichoderma harzianum*.

Tal como se observa en el Cuadro 4, el ANDEVA indicó que según las categorías estadísticas (Tukey  $\alpha=0.05$ ), el mayor número de hojas se obtiene con la mezcla de azufre y cal viva (Caldo sulfocálcico).

### **4.2 Variable de reproducción**

#### **4.2.1 Número de Coronas**

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

De acuerdo al análisis estadístico realizado a la variable (Cuadro 4) presentó el mayor número de coronas en la distancia de 0.25 m entre planta (3 coronas) y el menor número se obtuvo con

la distancia de 0.35 m (1 corona). Estos valores están por debajo por los obtenidos por Toledo (1999), quien reporta que la fresa produce en diez meses un promedio de 6 a 10 coronas.

En cuanto al control de enfermedades el mayor efecto de significación estadística lo presentó el Caldo sulfocálcico sobre el número de coronas (Cuadro 4). Según Guereña *et al.*, (2003), el cobre y el azufre se han usado por mucho tiempo por agricultores convencionales y orgánicos como pesticidas para el control de enfermedades bacteriales y hongos, respectivamente. Siendo en este caso el cobre el principal ingrediente activo del Caldo sulfocálcico.

**Cuadro 4.** Comparación de valores medios para las variables de crecimiento y reproducción. Comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madriz.

Factores	Niveles	Longitud de Foliolo (cm)	Ancho de Foliolo (cm)	Longitud Pecíolo (cm)	Número de hojas (#)	Número de Coronas (#)
Distancias de Siembra	a1	6.78 a	5.91a	8.54 a	12.91 a	3.07 a
	a2	6.58 ab	6.00 a	7.68 b	8.49 b	2.20 b
	a3	5.83 b	5.07 b	7.51 b	11.27 ab	1.67 b
Manejo de Enfermedades	b1	6.48 a	5.78 ab	8.26 a	11.56 a	1.98 c
	b2	5.91 b	5.22 b	7.51 a	9.36 b	2.53 b
	b3	6.80 a	5.98 a	7.97 a	11.76 a	3.09 a

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

a1= 0.25 metros, a2= 0.30 metros, a3= 0.35 metros

b1= *Trichoderma harzianum*, b2= Testigo, b3= Caldo sulfocálcico

### 4.3 Variables de fruto

El fruto es una infrutescencia, cuya parte carnosa corresponde al receptáculo floral y los verdaderos frutos son semillitas que lo recubren y se llaman aquenios (Figura 6A).

#### 4.3.1 Longitud de fruto

En la variable longitud del fruto se encontró efecto significativo ( $Pr < 0.05$ ) para los factores distancias de siembra y el manejo de enfermedades; por el contrario, no hubo interacción significativa ( $Pr > 0.05$ ) en ambos factores como lo indicó el ANDEVA, dado que estos se comportaron de forma independiente.

La separación de medias Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) se detectaron dos categorías estadísticas (Cuadro 5) para la variable longitud de fruto, en las cuales el mayor promedio se obtuvo en la distancia de 0.30 m (3.72 cm) y la menor longitud de fruto en la distancia de 0.35 m (2.45 cm); de igual manera, los valores intermedios (3.68 cm) fueron medidos en la distancia de 0.25 m entre plantas. Téllez y Salmerón (2007), obtuvieron en el cultivar Festival promedios de 4 cm en longitud de fruto con la distancia entre planta de 0.30 m, en la misma comunidad y ciclo de producción; cabe señalar que en ese estudio se evaluó una dosis de fertilización superior.

En cuanto al manejo de enfermedades, la mayor longitud de fruto se obtuvo con el Testigo (3.55 cm), diferenciándose estadísticamente según Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) del grupo conformado por *Trichoderma* y el Caldo sulfocálcico (Cuadro 5). Esto no quiere decir que el testigo es el mejor, sino que no hicieron ningún efecto los otros tratamientos.

#### **4.3.2 Diámetro de fruto**

El diámetro de fruto se diferenció estadísticamente sólo en el factor distancia de siembra, con un rango entre 33.52 y 28.93 mm de diámetro, en donde el nivel de 0.25 m superó a las otras distancias de siembra (Cuadro 5). Por otro lado, el diámetro de fruto en el manejo de enfermedades no presentó variación significativa ( $P > 0.05$ ), según Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) se ubicaron en un mismo grupo con valores promedios entre 32.44 y 30.49 mm de diámetro. Estos valores son superiores a los reportados en la norma de calidad por APENN (1996), que indica que el diámetro de fruto para exportación debe superar los 25 mm, y para el mercado local el rango deberá ser mayor a los 15 mm de diámetro, no permitiendo ningún fruto con deformaciones y pudrición.

#### **4.3.3 Espesor de fruto**

En la variable espesor de fruto no hubo diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en las distancia de siembra (Cuadro 5), caso contrario a los tratamientos Testigo y Caldo sulfocálcico según Tukey ( $\alpha = 0.05$ ).

Al igual que en las variables anteriores se destaca la mezcla de azufre con cal viva (Caldo sulfocálcico) con el espesor de 36.59 mm. Téllez y Salmerón (2007), reportan valores promedios inferiores a los encontrados en el presente estudio.

#### 4.3.4 Volumen de fruto

El análisis de varianza indicó que la variable volumen de fruto, presentó diferencias significativas en las distancias de 0.25 y 0.30 m con 16 cm<sup>3</sup> y 10.66 cm<sup>3</sup>, respectivamente. En los tratamientos para el control de enfermedades, los mejores resultados en el volumen de fruto lo obtuvo el Caldo sulfocálcico con 16.57 cm<sup>3</sup> y el menor con el *Trichoderma harzianum* con 13.13 cm<sup>3</sup> (Cuadro 5).

En el estudio realizado por Téllez y Salmerón (2007), se registran valores promedios de 28.14 cm<sup>3</sup> en la variedad Festival, esto principalmente a que se utilizaron mayores dosis de fertilización orgánica.

#### 4.3.5 grados brix

En la variable de grados brix según el análisis de varianza no presentó diferencias estadísticas en ninguno de los dos factores. Los valores medios mostrados en el Cuadro 5, no superaron los 8 grados brix. Esto es debido a que se evaluó una sola variedad y de igual manera una sola dosis de fertilización. Asimismo, Baraona y Sancho (1998), aseveran que el contenido nutritivo y grados brix del fruto varía según la variedad, volumen del fruto, fertilidad del suelo y las condiciones climáticas, principalmente.

Téllez y Salmerón (2007), alcanzaron promedios entre 8.3 y 9.93 para grados brix y en comparación con otras variables evaluadas en nuestro ensayo, se obtuvieron valores más bajos, debido a las diferentes niveles de fertilización orgánica aplicada por Téllez y Salmerón.

**Cuadro 5.** Comparación de los valores medios para las variables de fruto. Comunidad El Castillito, las Sabanas, Madriz.

Factores	Niveles	Longitud de fruto (cm)	Diámetro de fruto (mm)	Espesor de fruto (mm)	Volumen de fruto (cm <sup>3</sup> )	Grados brix (°)
Distancias de siembra	a1	3.68 a	33.52 a	36.22 a	16.00 a	7.87 a
	a2	3.72 a	32.5 a b	36.57 a	16.63 a	7.41 a
	a3	2.45 b	28.93 b	31.86 a	10.66 b	6.92 a
Manejo de enfermedades	b1	3.55 a	32.44 a	35.09 a b	13.96 ab	7.54 a
	b2	3.12 b	30.49 a	30.33 b	13.13 b	7.44 a
	b3	3.29 b	32.41 a	36.59 a	16.57 a	7.21 a

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (Tukey 8 =0.05)

a1= 0.25 metros, a2= 0.30 metros, a3= 0.35 metros

b1= Testigo, b2= *Trichoderma harzianum*, b3= Caldo sulfocálcico

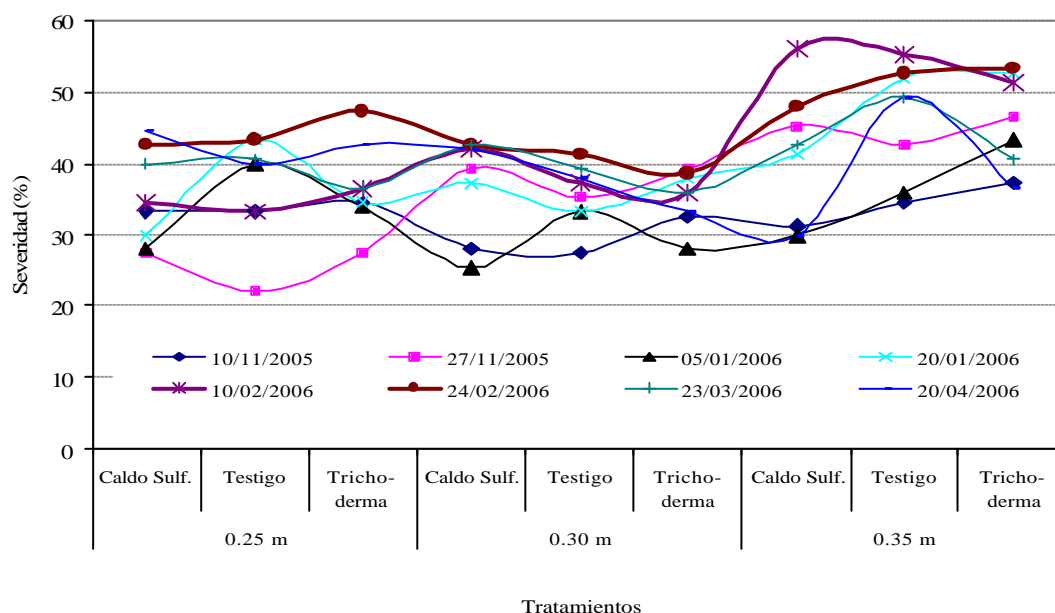
#### 4.4 Incidencia de enfermedades

##### 4.4.1 Mancha café (*Marssonia fragariae* (Lib) Klebahn)

En la Figura 3, se puede observar el comportamiento de la mancha café para los diferentes momentos de evaluación, donde se destaca una mayor incidencia en el mes de febrero (figura 2A Y 3A), y los rangos mayores oscilan entre 47 y 56 %.

Estudios realizados con tres genotipos de fresas y la dinámica de enfermedades en la misma comunidad e igual ciclo de producción demostró que la enfermedad mancha café obtuvo niveles de infección similares a los de este estudio, de 30-50 % incidencia (Espinoza, 2007).

Con respecto a los tratamientos se comportaron de manera similar, sin embargo, los tratamientos de Caldo sulfocálcico y *Trichoderma* con la distancia de 0.30 m lograron disminuir la enfermedad en los diferentes momentos de evaluaciones. Esto es debido a que el cobre y el azufre se han utilizado por mucho tiempo por los agricultores convencionales y orgánicos como pesticidas en el control de enfermedades causadas por bacteriales y hongos, respectivamente. (Guerena, 2003).



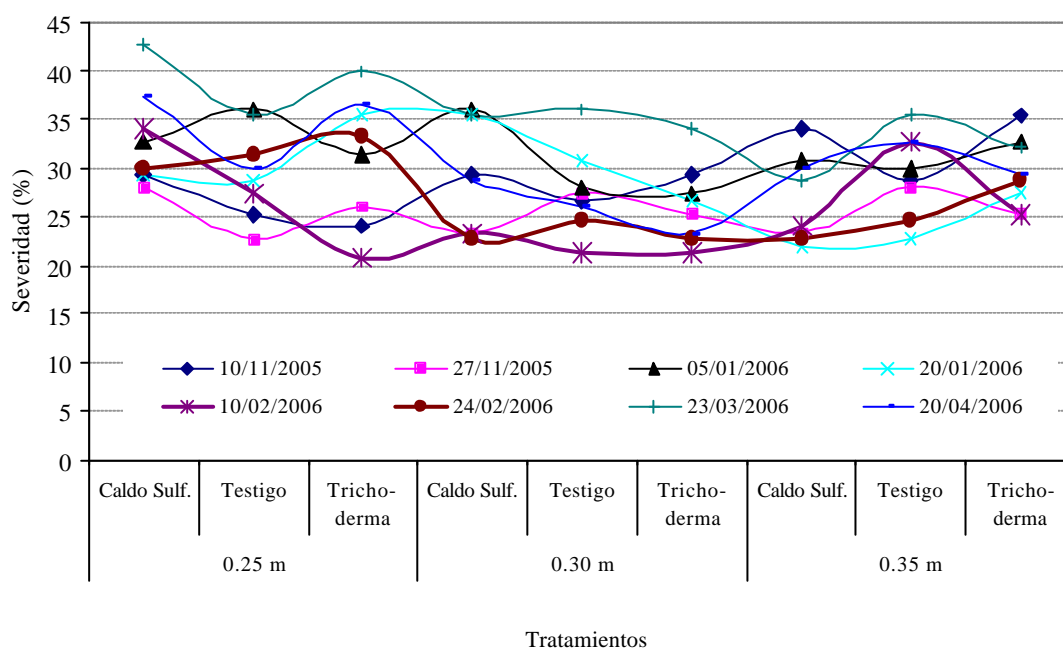
**Figura 3.** Curva de desarrollo para la enfermedad mancha café (*Marssonia fragariae*) en el cultivo de fresa var. Festival. El Castillito, Las Sabanas, Madriz 2005-2006



#### 4.4.2 Mancha foliar o viruela (*Mycosphaerella fragaria* (Tul.) Linau)

La enfermedad de mancha foliar presentó mayor severidad en el mes de marzo con una incidencia de 40 a 42 %, además se observó que en los otros meses la incidencia se mantuvo por debajo de estos rangos (figura 4A). Espinoza (2007), resultó lo contrario, debido a que la incidencia fue menor y se propagó mayormente en los meses de noviembre del 2005 a febrero del año 2006, pero en la variedad Chandler (Figura 4). La incidencia de esta enfermedad se debió a las plantaciones viejas de este cultivo, que estaban a la par del ensayo.

En esta enfermedad se propagó más con los tres tratamientos de menores distancias, sin embargo, los tratamientos con 0.30 m + Caldo sulfocálcico y 0.30 m + *Trichoderma* demostraron un mejor control sobre la viruela. Este comportamiento se debió a que efecto del Caldo sulfocálcico lo comprueba Restrepo (1998), y además afirma que es un producto insecticida, acaricida, ovicida y fungicida, sirviendo también como preventivo para enfermedades.



**Figura 4.** Curva de desarrollo para la enfermedad viruela (*Mycosphaerella fragaria*) en el cultivo de fresa var. Festival. El Castillito, Las Sabanas, Madriz 2005-2006

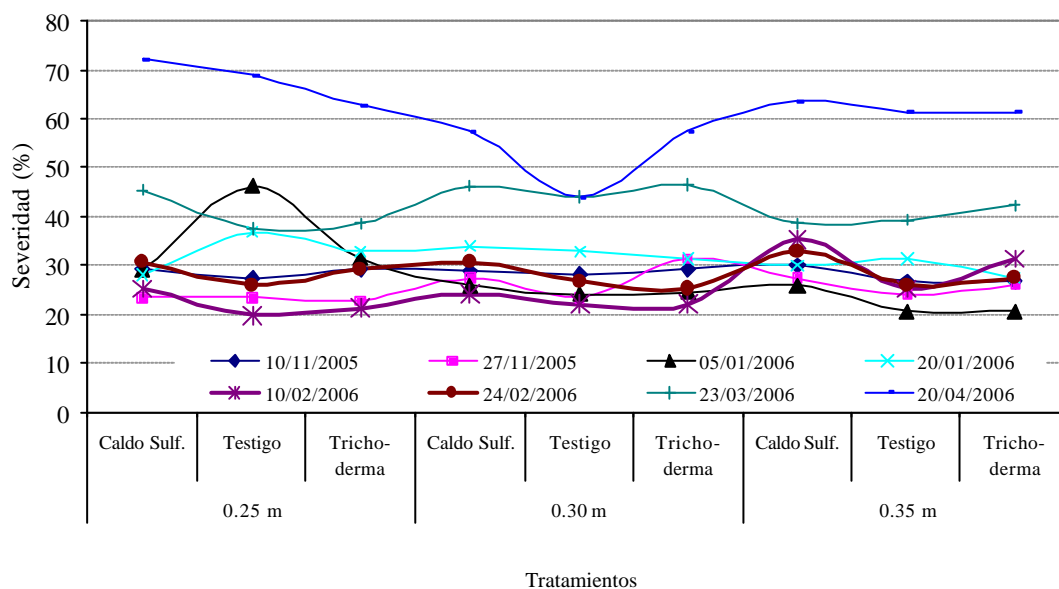
#### 4.4.3 Mancha angular (*Xanthomonas campestris* Kennedy & King)

En el caso de esta enfermedad la severidad fue igual en todos los tratamientos, y mostró un rango entre un 20 y 23 % de severidad, donde no tuvo mucha incidencia en comparación con las otras enfermedades. Las plantas infectadas por mancha angular eran pocas por esa razón se consideraron como plantas aisladas.

#### 4.4.4 Tizón foliar (*Phomosis obscurans* (Ell & E.) Sultton)

Esta fue la enfermedad que más tuvo variación (figura 5A), destacándose en el mes de abril, debido el mayor desarrollo del tizón foliar, donde los rangos más altos oscilaron entre 69-72 %, seguido por el mes marzo con 46 %. Esto se debió a las altas pudriciones ocasionadas por el microclima que origina el denso follaje impide la circulación del aire y mantiene condiciones de alta humedad que facilita la proliferación de hongos fitopatógenos (Childers, 2003).

El tratamiento 0.30 m+ Testigo mostró menor severidad para esta evaluación (Figura 5). Así mismo las otras evaluaciones se comportaron de manera homogénea pero el tratamiento de 0.30 m + *Trichoderma* realizó un mejor control.



**Figura 5.** Curva de desarrollo para la enfermedad Tizón foliar (*Phomosis obscurans*) en el cultivo de fresa var. Festival. El Castillito, Las Sabanas, Matriz 2005-2006.

#### 5.4 Rendimientos mensual y total

El ciclo del cultivo y la producción pueden variar mucho dependiendo de la época de siembra y el tipo de material a utilizar (Alvarado, 2001).

La fresas producidas orgánicamente pueden exigir un precio superior a la convencional, ya que la producción orgánica excluye el uso de fertilizantes y pesticidas sintéticos, y requiere el manejo cultural que incluye la buena nutrición del suelo (abonos orgánicos y cultivos de cobertura), y puede incluir el control mecánico y biológico de las plagas (Guerena *et al.*, 2003); asimismo considera que el rendimiento obtenido de manera orgánica es inferior en un 30 % a la producción convencional, sin embargo los precios de la producción orgánica pueden ser un 50 % más alto, haciendo el sistema de producción orgánico más rentable.

Diversos estudios reportan la correlación entre el efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento vegetativo, desarrollo reproductivo y el rendimiento en diferentes cultivares de fresa, sugiriendo que la manipulación de dicho factor podría permitir un aumento de la productividad (Tamiru, 1996; Pérez *et al.*, 2004).

Según el análisis de varianza hubo diferencia significativa ( $Pr < 0.05$ ) en las distancia de siembra. El mayor rendimiento estuvo influenciado por 0.25 m mientras en los tratamientos orgánicos el Caldo sulfocálcico realizó un mayor control en comparación a los otros tratamientos de manera independiente, siendo el mes de mayor tendencia para la producción de fresa el mes de marzo (Cuadro 6).

Los bajos rendimientos obtenidos en la distancia de 0.35 m (Cuadro 6), fue debido al ataque de plaga como gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) y principalmente por el zorro guazalo (*Didelphis marsupialis*). Es importante mencionar que Téllez y Salmerón (2007), obtuvieron pérdidas por esta plaga en la misma comunidad hasta de un 10 % de la producción de fresas maduras en las parcelas experimentales. Sin embargo, para medio controlar el daño que ocasionaron los zorros, el productor opto por cuidar su parcela con ayuda de un perro en los periodos de mayor producción.

Estudios realizados por Pérez *et al.*, (2005), demuestran que la mayor densidad produjo los menores rendimientos por planta y mayores por unidad de área. El mayor número de frutos comerciales por planta fue encontrado en la más baja densidad de plantación.

**Cuadro 6.** Comparación de medias de los rendimientos 2005-2006 para ambos factores en el cultivo de fresa. Comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madriz.

Factores	Niveles	Diciembre 05	Enero 06	Febrero 06	Marzo 06	Abril 06
Distancias de siembra	a1	395.9 b	1025.9 b	1044.4 a	1825.9 a	956.3 a
	a2	601.9 a	1653.0 a	1431.5 b	1638.9 a	892.6 a
	a3	68.1 c	163.7 c	77.8 c	53.7 b	0.00 b
Manejo de enfermedades	b1	275.56 b	800.0 b	788.9 a	957.41 b	664.4 a
	b2	312.96 a	886.3 b	696.3 a	900.00 b	646.7 ab
	b3	477.41 a	1156.3 a	1068.5 a	1661.11 a	0.0 c

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

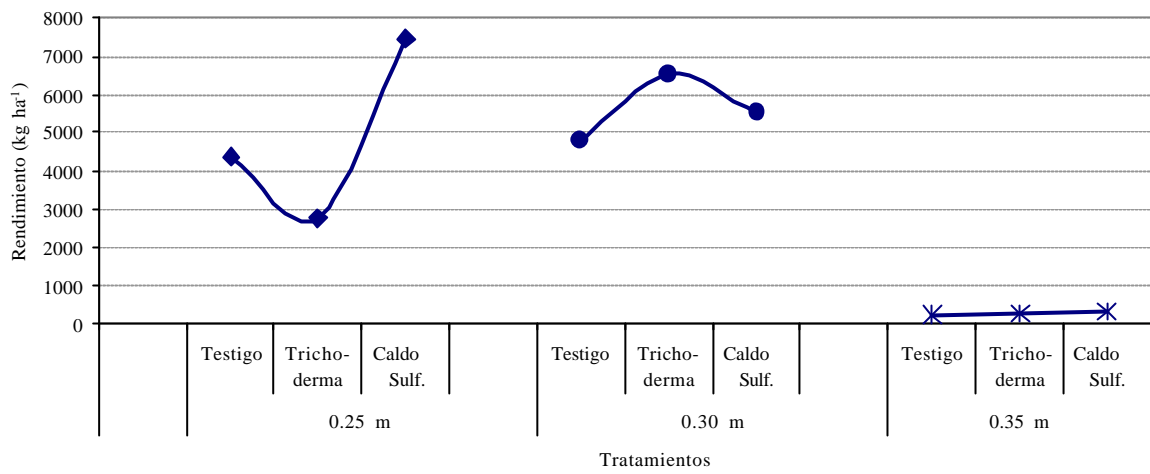
a1= 0.25 metros, a2= 0.30 metros, a3= 0.35 metros

b1= *Trichoderma harzianum*, b2= Testigo, b3= Caldo sulfocálcico

En Costa Rica, Barahona y Sancho (1998), señalan promedios de producción entre 30,000 y 50,000 kg ha<sup>-1</sup> durante el año, y la producción más importante es de un 60 % para diciembre, enero, y febrero; el 25 % en mayo, y el restante en el año.

En la Esperanza, Honduras, Toledo (2003), reporta rendimientos de 14,000 y 19,000 kg ha<sup>-1</sup> durante cinco meses, del cual el 50 ó 60 % es fruta de primera calidad, y afirma que dependen del manejo de la plantación los rendimientos varían. Cabe señalar que los rendimientos antes mencionados son producto de un manejo convencional, con la utilización de sintéticos.

El mejor rendimiento total obtenido durante los cinco meses de cosecha fue 7,444.44 kg ha<sup>-1</sup> con el tratamiento del Caldo sulfocálcico y la distancia de 0.25 m, seguido de 6550.00 kg ha<sup>-1</sup> con el tratamiento de *Trichoderma harzianum* y la distancia de 0.30 m; los cuales superan a los rendimientos señalados por Téllez y Salmerón (2007) donde la variedad Festival se encuentra entre los rango de 4,025.00 y 5,263.33 kg ha<sup>-1</sup>.



**Figura 6.** Comparación de los rendimientos totales (kg ha<sup>-1</sup>) obtenidos en 15 cosechas. El Castillito, municipio de las Sabanas, Matriz.

## V. CONCLUSIONES

Basándose en los resultados obtenidos en esta investigación se considera lo siguiente:

- La distancia de siembra entre plantas mostró efecto significativo sobre las variables de crecimiento, reproducción y de fruto, sobresaliendo la distancia de 0.25 metros con los mayores valores promedios en estas variables.
- Las enfermedades de mayor incidencia en el cultivo de fresa fueron Mancha café, Viruela y Tizón foliar, donde los tratamientos de 0.30 metros + Caldo sulfocálcico y 0.30 metros + *Trichoderma harzianum* realizaron el mejor control.
- En cuanto al rendimiento total, los mejores resultados se obtuvieron con las distancias de 0.25 metros con el Caldo sulfocálcico y 0.30 metros con *Trichoderma harzianum*.

## **VI RECOMENDACIONES**

- Se recomienda utilizar la distancia de 0.25 y 0.30 metros entre plantas con el objetivo de obtener la mayor población y mejores rendimientos.
- Así mismo se propone el uso de Caldo sulfocálcico o *Trichoderma* para el control de las principales enfermedades en el cultivo de fresa.
- Se deben de realizar estudios sobre otros tratamientos orgánicos y variedades resistentes para el control y manejo de plagas y enfermedades en el cultivo de fresa.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

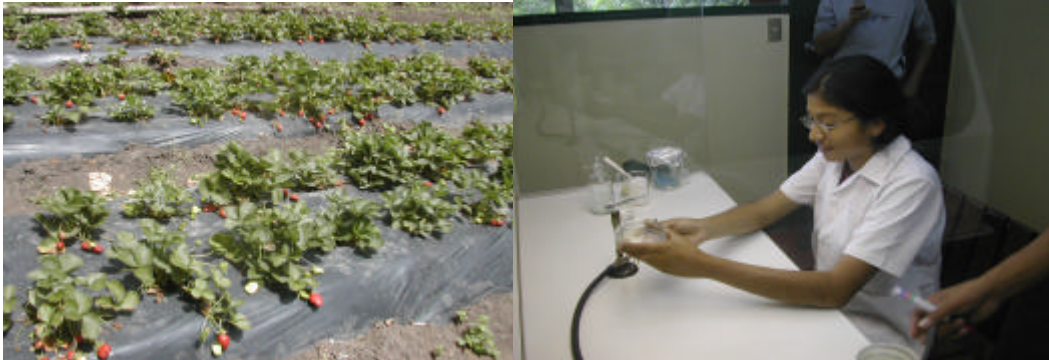
- Agrios, G.** 2001. Enfermedades de las plantas causadas por hongo, Fitopatología, 2da edición, editorial LIMUSA.
- Alvarado, H. Q.** 2001. Manual del cultivo de fresa (*Fragaria* spp.) In Centro de Recursos Las Sabanas. p. 10-13
- American Phytopathological Society (APS),** 1998. Compendium of Strawberry Diseases. Second Edition. J. L. Maas. Beltsville, Maryland. 98. p.
- APPEN.** 1996. Nicaragua For Export. Revista del exportador. Agosto 1996. Managua, Nicaragua. p 22-23.
- Baraona, M y Sancho, E.** 1998. Manzana, Melocotón, Fresa y Mora. Fruticultura Especial II. Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. p. 97-108.
- Bacón, J, L. Gonzáles, J, I. Páez; J, M. Vega, F. Montes.** 2003. Efecto de los tratamientos funguicidas en pre-recolección en la producción de fresón y en la podredumbre post-recolección. In Boletín de sanidad vegetal. PLAGAS. Vol.29, N° 3, Tercer trimestre. Editor centro de publicaciones agrarias, pesquera y alimentación. Barcelona, España. p. 446-449.
- Cervantes, M. A.** 2005 Microorganismos del suelo beneficioso para los cultivos. Escuela familiar agraria. CAMPOMAR. s. p.
- Childers, N.** 2003. The strawberry, a Book for growers, and Others. Modern Production Techniques. Norman Childer Publications, University of Florida, Gainesville, FL. s. p.
- Díaz G, E.** 2002. Frutales. in. Manual agropecuario: Tecnología orgánica de la granja integral autosuficiente. Ed. Clara Ximena Torres Serrano. Bogotá Colombia. p. 796-797.
- Espinoza G, B.** 2007. Diagnóstico y dinámica de las enfermedades en tres genotipos de fresa (*Fragaria* spp.) en la comunidad El Castillito, Las Sabanas, departamento de Madriz. Tesis de Ing. Agr., Universidad Nacional Agraria (UNA), Managua, Nicaragua.15-25 p.



- Espinoza S, S.** 2002. El cultivo de la fresa. *In* Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 18 p.
- Guerena, M. Ames, G; Born, H.** 2003. Fresas orgánicas y opciones para el manejo integrado de plagas. Guía de producción Hortícola. Centro Nacional de Tecnología Apropriada (ATTRA) EEUU. p. 1-6.
- Hancock, J, F.** 1999. Strawberries CABI. International, Wallingford. UK. s. p.
- Hernández, J.** 2001. Manual para la producción de fresa. *In* Proyecto de rehabilitación Agrícola y crédito. USAID-CRS-INPRHU. Somoto, Madriz. s. p.
- Pérez, C, M; Carew, J; Battey, N** 2005. Efectos de la densidad de plantación sobre el crecimiento vegetativo y reproductivo de la fresa cv. Elsanta. s. p.
- Bioagro.** Revista del decanato de agronomía. UCLA, Barquisimeto, Venezuela. Vol. 17, N° 1, p.11- 15.
- Pérez, C, M; Carew, J; Battey.** 2004. Effect of plants density and initial crown size on growth, the development and yield in strawberry cultivars Elsanta and Bolero. The journal of horticultural science and biotechnology 79: 739-746.
- Pohlman J.** 2001. La Fruticultura Orgánica en el Cauca, Colômbia. Un manual para el Campesino. Colombia. *In* Alemania. p. 117-143.
- Quintana, B; Blandón, J; Flores J; Mayorga, A;** 1992. Manual de fertilización para los suelos de Nicaragua. UNA-Consultora Profesional indígem (INDOCONSUL S.A.) Managua, Nicaragua. 75 p.
- Restrepo, J.** 1998. La idea y el arte de fabricar abonos orgánicos fermentados. Aporte y recomendaciones. Una experiencia de agricultores en Centro América y Brasil. SIMAS. Managua, Nicaragua. 146 p.

- Tamiru, M.** 1996. The effects of density and initial plants size on radiations absorption, growth and yield in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch cv Elsanta) Msc. Thesis the university of Reading, Reading, England. s. p.
- Téliz O, D. y Castro F, J.** 1974. Cultivo de la Fresa en México. Folleto de Divulgación No. 48. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) México.33 p.
- Téllez, F. y Salmerón, L.** 2007. Efecto de cuatro niveles de fertilización orgánica sobre tres variedades de fresa (*Fragaria* spp.) en Las Sabanas, Madriz. Tesis de Ing. Agr., Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 33 p.
- Toledo, M.** 1999. Manual para la Producción de Fresa en Honduras. In Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) Octubre 1999.La Esperanza, Intibuca, Honduras. C.A. 21 p.
- UICN-Holanda.** 2007. Vivero. Proyecto “Prevención de erosión y desertificación. Holanda. s. p. (accesado el 1 de marzo2007) en línea [www.lidema.org.bo/Manuales%20PDF/Vivero.pdf](http://www.lidema.org.bo/Manuales%20PDF/Vivero.pdf).
- USAID/Nicaragua.** 2004. Cultivos alternativos restauran y mejoran la producción. Htm.
- Wilson, F, M. Dixon, G, R.** 1988. Strawberry growth and yield related to plant density using matted row husbandry. Journal of Horticultural science 63: 221-227 p.
- Zamorano,** 2002. Guía para la producción de *Spodoptera frugiperda*, *Telenomus remus* virus de la Polihedrosis Nuclear (VPN), Trichoza (*Trichoderma harzianum*), Bazam y verzam. Guía para la Producción de sp. Honduras Escuela Agrícola Panamericana. Centro de control biológico para Centro América 9 p.

# ***ANEXOS***



**Figura 1A.** Identificación de las enfermedades de fresa encontradas en el campo y que fueron estudiadas en el laboratorio de Microbiología (UNA).



**Figura 2A.** Muestra de Mancha café (*Marssonia fragariae*) estado asexual *Diplocarpon earlianum*. En estado inicial y avanzado de la enfermedad.



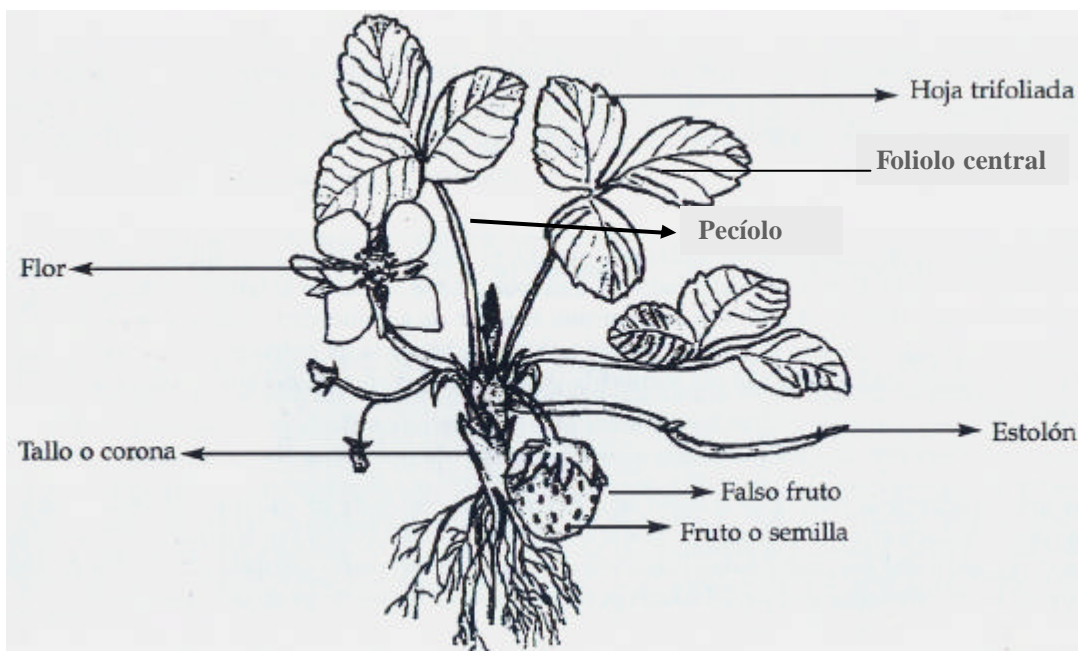
**Figura 3A.** Muestra de Mancha café (*Marssonia fragariae*) estado asexual *Diplocarpon earlianum*. En el laboratorio como muestra, como cultivo en los platos petris y a través del microscopio



**Figura 4A.** Muestra de Mancha Foliar o Viruela. (*Mycosphaerella fragaria*). En estado inicial y avanzado de la enfermedad.



**Figura. 5A.** Muestra de Tizón foliar (*Phomosis obscurans*) En el laboratorio como muestra y a través del microscopio.



**Figura. 6A.** Morfología de la planta de fresa (Tomado de Toledo, 2003).