



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

TRABAJO DE DIPLOMA

**DIAGNOSTICO Y DINÁMICA DE ENFERMEDADES EN TRES GENOTIPOS DE
FRESA (*Fragaria* spp.) EN LA COMUNIDAD EL CASTILLITO, LAS SABANAS
DEPARTAMENTO DE MADRIZ**



AUTOR:

Br. BOANERGES ESPINOZA GONZÁLEZ

ASESORES:

Ing. M. Sc. REINALDO LAGUNA MIRANDA

Ing. M.Sc. ALVARO BENAVIDES GONZÁLEZ

Ing. M.Sc. JOSÉ CISNE CONTRERAS

MANAGUA, NICARAGUA
MARZO, 2007



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

TRABAJO DE DIPLOMA

**DIAGNOSTICO Y DINÁMICA DE ENFERMEDADES EN TRES GENOTIPOS DE
FRESA (*Fragaria spp.*) EN LA COMUNIDAD EL CASTILLITO, LAS SABANAS
DEPARTAMENTO DE MADRIZ**

AUTOR:

Br. BOANERGES ESPINOZA GONZÁLEZ

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

MANAGUA, NICARAGUA
MARZO, 2007

DEDICATORIA

Este trabajo quiero dedicarlo con mucho amor y respeto especialmente:

A mis padres: Juana González y Julio Espinoza por todo el amor y cariño que me tienen y por brindarme seguridad, confianza, respeto y apoyo incondicional.

A mis hermanos: Julio César, Rosa Alba, Roberto Clemente, Erlinda del Socorro, Reyna Isabel y Cristiam Isaac, quienes me motivan y me apoyaron de diferentes formas y con mucho esfuerzo a culminar mi carrera profesional y siempre están conmigo.

A mis sobrinitos: Marlon Moisés, Jeffrey David, Fátima Jasuara, Jeynner José, Erick Noé, Oscar Armando, Jessica Marisela, Grettel Juniet, Rosselin Francela, Roberto Octavio, quienes son tan especial para mi y han logrado brindarme alegría y motivación para seguir nuevas metas.

A mis abuelos paternos: Marcos Vindell (q.e.p.d.), que aunque no tuvo la dicha de ver culminar mis estudios, pero si la oportunidad de darme esas palabras de aliento antes de su muerte, y en especial a Petrona Espinoza por sus consejos y que todavía tiene fe y confianza en mi.

A mis abuelos maternos: Mercedes González y Marcelo Hernández (q.e.p.d.), que aunque ellos no están en este mundo, de mi corazón no se han alejado, siempre los recordaré.

A todos mis tíos, tías, primos, primas y personas principalmente a mi tía Clemencia Espinoza (q.e.p.d.), que de una u otra forma me apoyaron moral y económicamente para así lograr uno de los grandes sueños de mi vida.

Br. Boanerges Espinoza González

AGRADECIMIENTOS

A Dios Nuestro Señor infinitamente por que es el ser supremo quien con su poder divino me brindó confianza y perseverancia para enfrentar los retos que se presentan día a día en cada uno de nosotros y él me llena de esperanza y fuerzas día a día para continuar en lucha y ser cada día mejor.

A mis asesores *Ing. M.Sc.* Reinaldo Laguna Miranda, Álvaro Benavides Gonzáles y José Dolores Cisne, por su esmero, amistad, ayuda, dedicación y confianza en este trabajo, ya que ellos también me ayudaron a vencer muchos obstáculos.

Al productor Cristian Hernández por haberme facilitado el área donde realicé el experimento y su colaboración en el manejo del experimento durante el ciclo del cultivo.

Al programa de Servicios estudiantiles por permitirme entrar al programa de becas y el apoyo moral que me brindaron que sin ello no hubiese sido posible la culminación de mi carrera.

A la Universidad Nacional Agraria, especialmente a la Facultad de Agronomía con todo respeto al gremio de docentes por su ardua labor en la preparación y formación profesional para con cada uno de nosotros.

A todo el personal del **CENIDA** y la **HEMEROTECA** por su valiosa e importante amistad y colaboración en la búsqueda de información que hizo posible este trabajo.

A todos mis compañeros de V año grupo I y II del 2005 y especialmente a mis amigas y amigos: Anielka Palacios, Noelia Medina, Carla Flores, Leticia Durán, Iris Castro, Seidy Palacios, Walkiria Gutiérrez, Maryuri Cáliz, Joseling Gutiérrez, Lidia Incer, Teresa Cruz, Osman Cruz, Francisco Landero, Emir Cruz, Walter Vásquez, Carlos Parrales, Walter Guerrero, Olan Díaz, Enrique Pereira, Marvin Gadea, Delvin Hernández, Juan Hernández, Favio Gómez, Harold Vásquez, Jeffte Alonso, Rudy Gómez, Erick Ruiz, por su valioso apoyo en los buenos y malos momentos que viví durante la coronación de mi carrera.

Br. Boanerges Espinoza González

C O N T E N I D O

	Página
ÍNDICE GENERAL	<i>i</i>
ÍNDICE DE FIGURAS	<i>iii</i>
ÍNDICE DE TABLAS	<i>v</i>
RESUMEN	<i>vi</i>
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 Origen	4
3.2 Botánica	4
3.3 Características taxonómicas	5
3.4 Requerimientos del cultivo	5
3.5 Problemas que afectan el cultivo de fresa	6
3.5.1 Insectos parásitos	7
3.5.2 Enfermedades	8
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	10
4.1 Localización del área experimento	10
4.2 Material genético y diseño experimental	10
4.3 Metodología de diagnóstico y evaluación de enfermedades	12
4.3.1 Aislamiento e identificación de patógenos	12
4.3.2 Evaluación de enfermedades	12
4.4 Variables evaluadas	13
4.5 Análisis de los datos	13
4.6 Manejo agronómico del experimento	14

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
5.1 Enfermedades foliares	15
5.2 Enfermedades de frutos	19
5.3 Enfermedades de raíz	23
5.4 Parámetros de cosecha	24
5.5 Rendimiento	24
VI. CONCLUSIONES	26
VII. RECOMENDACIONES	27
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1.	Ubicación geográfica del sitio experimental. <i>Fuente:</i> http://www.ihnca.edu.ni/NICARAGUA/Madriz/Html/madriz.htm .	10
Figura 2.	Promedios de precipitación (Prec.), temperatura (Temp.) y humedad relativa (H. R.). Estación Meteorológica de Somoto, INETER, 2006.	11
Figura 3.	Mancha café (<i>Marssonina fragariae</i>)	15
Figura 4.	Curva de progreso de mancha café <i>Marssonina fragariae</i> en tres genotipos de fresa (<i>Fragaria</i> spp.) en Las Sabanas, Madriz (2005-06).	16
Figura 5.	Viruela (<i>Mycosphaerella fragariae</i>)	17
Figura 6.	Curva de progreso de mancha foliar o viruela (<i>Mycosphaerella fragariae</i>) en tres genotipos de fresa (<i>Fragaria</i> spp.) en Las Sabanas, Madriz (2005-06)	17
Figura 7.	Tizón foliar (<i>Phomopsis obscurans</i>)	18
Figura 8.	Picnidio y conidias de <i>Phomopsis obscurans</i>	18
Figura 9.	Curva de progreso de tizón foliar (<i>Phomopsis</i> spp.) en tres genotipos de fresa (<i>Fragaria</i> spp.), en Las Sabanas, Madriz (2005-06)	18
Figura 10.	Infección promedio en frutos de tres genotipos de fresa (<i>Fragaria</i> spp). Las Sabanas 2006.	19

Página		
Figura 11.	Moho gris del fruto (<i>Botritis cinerea</i>)	20
Figura 12.	<i>Botritis cinerea</i> en Papa-Dextrosa-Agar	20
Figura 13.	Antracnosis en frutos <i>Colletotrichum</i> spp.	21
Figura 14.	<i>Colletotrichum</i> spp. en PDA	21
Figura 15.	Frutos infectados por <i>Phitophthora cactorum</i>	21
Figura 16.	Crecimiento micelial de <i>Phitophthora cactorum</i>	21
Figura 17.	Frutos infectados por <i>Hainesia lythri</i>	22
Figura 18.	Frutos con pudrición blanca <i>Rhizoctonia solani</i>	22
Figura 19.	Decoloración vascular de corona y crecimiento micelial en PDA de <i>Phitophthora cactorum</i>	23
Figura 20.	Comparación de valores medios en el rendimiento mensual y total en cultivo de fresa (<i>Fragaria</i> spp.). Las Sabanas, Madriz	25

ÍNDICE DE TABLAS

Página

Tabla 1.	Principales enfermedades del cultivo de fresa <i>Fragaria</i> spp	9
Tabla 2.	Análisis químico-físico del suelo de la comunidad El Castillito, municipio de Las Sabanas, Madríz. 2005-2006	11

RESUMEN

Los Pequeños productores del municipio Las Sabanas, departamento de Madriz, han adoptado el cultivo de fresa (*Fragaria* spp.) como una alternativa para mejorar su nivel de vida. Una dificultad que enfrentan es la presencia y manejo de enfermedades que afectan negativamente el desarrollo del cultivo. El estudio se estableció con el fin de identificar las principales enfermedades en el cultivo de fresa en el municipio Las Sabanas, así como su dinámica de desarrollo, lo cual sería la base para estudios posteriores sobre manejo agronómico. El experimento fue establecido en la finca del Sr. Cristian Hernández, en la comunidad El Castillito, Municipio Las Sabanas, departamento de Madriz, en el periodo julio del 2005 a marzo del 2006. La zona se ubica a 1400 msnm, con precipitaciones anuales de 1200 mm. Los genotipos Festival, Britget y Chandler fueron plantados en un diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro réplicas. Las parcelas experimentales estuvieron constituidas por bancales de 1.0 m de ancho por 5.0 m de largo (5.0 m²) evaluándose la severidad de enfermedades identificadas y graficadas en curvas de desarrollo. Nueve enfermedades fueron identificadas, 3 de ellas foliares, 1 radicular y 5 de frutos.

La principal enfermedad observada fue la mancha café (*Marssonina fragariae*) la cual se presentó con mayor severidad en las variedades Festival y Britget.

En relación a viruela (*Mycosphaerella fragariae*) y tizón foliar (*Phomopsis obscurans*), los genotipos mostraron similar comportamiento.

Las principales enfermedades observadas en los frutos en los diferentes estados de desarrollo fueron el moho gris (*Botrytis cinerea*) y antracnosis (*Colletotrichum* spp.)

Se puede concluir que los materiales evaluados son susceptibles a la mayoría de las enfermedades; sin embargo, la variedad Chandler mostró menor grado de infección por mancha café y por enfermedades en los frutos.

I INTRODUCCIÓN

La fresa (*Fragaria* spp.), es una fruta de amplia distribución mundial, siendo los principales países productores: Estados Unidos de Norteamérica, Italia, Japón, Polonia, México, Rusia, Francia y Reino Unido. En América Central su introducción es relativamente reciente, habiéndose desarrollado en regiones ubicadas sobre los 1000 m de altitud (Barahona y Sancho, 1998).

El cultivo de fresa constituye un renglón importante en la producción agrícola de cada país, ya que se destina para consumo de la población, así como para la exportación (Barahona y Sancho, 1998).

El cultivo de la fresa es una alternativa rentable para los agricultores de las partes altas de la zona norte de Nicaragua; debido a las condiciones edafoclimáticas de la región y a la demanda que existe del producto, en el mercado local, regional como nacional (Alvarado, 2001).

La fresa puede establecerse como cultivo polianual, donde las plantaciones duran entre 4 y 5 años, pero con fines comerciales. Actualmente la fresa se cultiva en forma anual o bianual, ya que se ha observado que al sembrarse en forma polianual, cada año se reducen los rendimientos y la calidad de la fruta (Alvarado, 2001).

El cultivo de fresa se adapta en zonas arriba de los 1200 msnm, alturas que en Nicaragua se localizan en los picos de montañas; se caracterizan por una alta condensación de humedad, provocando neblina que mantiene una alta humedad relativa, que resulta nociva por favorecer el desarrollo de enfermedades fungosas. Por consiguiente debe programarse que la cosecha se realice en los meses de menor influencia de humedad relativa y días soleados, que puede ser de enero a mayo (Alvarado, 2001).

El cultivo de fresa (*Fragaria* spp.) es considerado una alternativa viable para mejorar la situación económica de los productores agrícolas del norte de Nicaragua. Es una especie exótica de gran aroma que se cultiva en regiones de clima templado. En 1981 y 1982 se estableció en Jinotega la primera parcela de fresa con una área de 0.5 manzana, incrementándose a tres manzanas en 1983 con una producción semanal de 455 kg de fruta fresca para el consumo nacional. 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 (APPEN, 1996).

Una de las áreas donde hoy día se cultiva fresa es Las Sabanas, localizada en la zona montañosa de clima subtropical del departamento de Madriz, donde los productores tradicionalmente han sembrado café y granos básicos. En esta zona la mayoría de los productores perdieron sus cultivos debido a los efectos del huracán Mitch en 1998 (USAID, Nicaragua, 2004).

El cultivo de fresa constituye un nuevo rubro para la economía nacional; sin embargo, su cultivo también constituye un reto para las instituciones y personas interesadas en su adecuada producción. En Nicaragua se cuenta con muy poca información sobre su cultivo. No obstante se sabe que los productores enfrentan dificultades en la producción en aspectos de fertilización, enfermedades, plagas, manejo post-cosecha y comercialización.

La Universidad Nacional Agraria en conjunto con el Instituto Nicaragüense para la Promoción Humana (INPRHU) y los productores de fresa de Las Sabanas, departamento de Madriz, pretenden iniciar una serie de investigaciones encaminadas a dar respuesta a algunos de los problemas que actualmente limitan la producción de fresa en dicha zona.

Un problema urgente que enfrentan actualmente los productores es la identificación y el manejo de enfermedades. Para tal efecto se realizó el estudio, planteándose los siguientes objetivos:

II OBJETIVOS

2.1 Objetivo general:

- **Contribuir a mejorar la calidad de la producción de fresa (*Fragaria* spp.) de pequeños agricultores de Las Sabanas, Madriz.**

2.2 Objetivos específicos:

- Identificar los agentes causales de las principales enfermedades en el cultivo de fresa.
- Evaluar el comportamiento de tres variedades de fresa en relación a las principales enfermedades.

III REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Origen

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).

3.2 Botánica

Es una planta pequeña que llega a medir 40 cm de altura, herbácea, perenne, rastrera perteneciente a la familia de las Rosáceas, está formada por:

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 emergen 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 o 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. El consumidor prefiere frutos con pocos aquenios (Alvarado, 2001).

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

3.3 Características taxonómicas

Familia: Rosáceas,

Sub-Familia: Rosoides

Género: *Fragaria*

Dentro de este género existen más 45 especies.

Se conoce comúnmente como fresa y fresones y científicamente se conoce como: *Fragaria* spp.

3.4 Requerimientos del cultivo

La fresa es una planta cuyo desarrollo se ve influido por diferentes factores como son: temperatura, luminosidad, 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, hay retraso en la producción, hasta de 30 días si se comparan alturas de 1700 - 2350 msnm para un mismo cultivar (Barahona y Sancho, 1998).

La fresa 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).

3.5 Problemas que afectan el cultivo de fresa

Los rendimientos y la calidad de la fruta de fresa están grandemente influenciados por el fotoperiodo, temperatura, enfermedades, insectos, 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 e insectos, así como problemas de comercialización del producto.

3.5.1 Insectos parásitos

Gallina ciega (*Phyllophaga* spp.)

La gallina ciega es el principal insecto que ataca el cultivo de fresa. En estados iniciales las larvas causan daños al alimentarse de pelos radicales, raíces y raicillas de las paredes de las raíces más gruesas, en el tercer estado la larva ataca todas las raíces y las partes subterráneas del tallo (Toledo, 1999).

Los síntomas iniciales son marchitamiento de las plantas, conforme aumenta el daño, el pecíolo y las hojas toman una coloración rojiza y debido a la pérdida del sistema radical las plantas se desprenden con facilidad (Alvarado, 2001).

El ataque de este insecto normalmente se relaciona con los altos contenidos de materia orgánica en el suelo, dado que esta favorece la formación de nuevas raíces, enriqueciendo de este modo el medio de supervivencia de este insecto (Barahona y Sancho, 1998).

Araña (*Tetranychus* spp.)

Las arañas atacan las partes de atrás de las hojas de fresa, atacando en los meses de verano (Diciembre a finales de Abril), si no se controla puede llegar a disminuir severamente los rendimientos y en casos extremos hasta destruir la plantación (Toledo, 1999).

La araña es muy pequeña por lo que es muy difícil de observarla a simple vista la manera de detectarla en la plantación es a través de los síntomas observándose manchas amarillas o bronceadas y deformaciones en las hojas nuevas. En casos más severos las hojas se vuelven secas y de color rojo o pardo.

Al observar la planta en grupo observará unas más pequeñas que otras. Estas plantas que se han quedado enanas tienen sus hojas pequeñas y de colores amarillo, rojo o pardo (Toledo, 1999).

Pulgones (*Aphis* spp.)

Los pulgones causan daño de forma directa e indirecta como transmisores de virus. El ataque de pulgones, se manifiesta con el enrollamiento y la deformación de la hoja (Alvarado, 2001).

Chinches (*Lygus* spp.)

Las chinches son pequeños insectos voladores que miden alrededor de 0.50 cm de largo y presentan una coloración parda, es muy difícil de observarlos, puesto que se mueven muy rápido. Se alimentan de las flores de fresa causando deformación de frutos. Su daño es de importancia solo cuando se presentan altas poblaciones (Toledo, 2001).

Gusanos cortadores (*Spodóptera* spp.)

Las larvas se encuentran en el suelo y salen a la superficie al atardecer, dañando hojas y frutos que se encuentran cerca del suelo. Pueden penetrar en la corona, creando un espacio de entrada a patógenos (Alvarado 2001).

3.5.2 Enfermedades

Más de 100 enfermedades han sido reportadas afectando el cultivo de fresa, 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, rikettsias y nemátodos (APS, 1998).

A continuación se presentan las principales enfermedades del cultivo de fresa en las regiones productoras del mundo (Cuadro 1).

Tabla 1. Principales enfermedades del cultivo de fresa *Fragaria* spp.¹

Enfermedad	Origen	Parte que afecta	Agente causal
Mancha café	Fungoso	Follaje y frutos	<i>Marsonina fragariae</i>
Viruela	Fungoso	Follaje	<i>Mycosphaerella fragariae</i>
Tizón de la hoja	Fungoso	Follaje	<i>Phomopsis obscurans</i>
Moho gris	Fungoso	Follaje y frutos	<i>Botrytis cinerea</i>
Antracnosis	Fungoso	Fruto, follaje, raíz	<i>Colletotrichum</i>
Pudrición bronce	Fungoso	Fruto	<i>Hainesia liyhri</i>
Pudrición blanca	Fungoso	Fruto	<i>Rhizoctonia solani</i>
Pudrición de cuero	Fungoso	Fruto	<i>Phytophthora cactorum</i>
Pudrición de la raíz	Fungoso	Raíz	<i>Phytophthora</i> spp.
Pudrición/Rhizopus	Fungoso	Fruto	<i>Rhizopus stolonifer</i>
Verticilliosis	Fungoso	Follaje	<i>Verticillium alboatrum</i>
Pudrición de corona	Fungoso	Follaje	<i>Phytophthora</i> spp
Mal blanco	Fungoso	Follaje	<i>Sphaeroteca macularis</i>
Mancha Angular	Bacterial	Follaje	<i>Xanthomonas fragaria</i>
Marchitez bacterial	Bacterial	Raíz, tallo, follaje	<i>Pseudomonas solanacearum</i>
Arrugamiento de la fresa	Viral	Follaje, flores	Strawberry Crinkle (SCV)
Nematosis de tallo y hojas	Nemátodos	Follaje, tallos	<i>Aphelenchoides</i> spp.

¹ Compendium of Strawberry Diseases (American Phytopathological Society, 1998)

IV MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Localización del área experimental

El experimento se realizó en la comunidad de El Castillito, municipio de Las Sabanas, departamento de Madriz, con una extensión territorial de 64.54 km² y a una distancia de 262 kilómetros de la capital. La temperatura media anual oscila entre 26 y 27 °C, con una precipitación anual entre 1200 y 1400 mm, y con una elevación de 1260 msnm.



Figura 1. Ubicación geográfica del sitio experimental.

Fuente: <http://www.ihnca.edu.ni/NICARAGUA/Madriz/Html/madriz.htm>.

4.2 Material genético y diseño experimental.

El estudio se realizó a través de parcelas experimentales, en las que se estudiaron las variedades Festival, Britget y Chandler con procedencia de Guatemala y Honduras, pero mejoradas en los Estados Unidos, los materiales fueron arreglados en un diseño en bloques completos al azar (BCA). La siembra se realizó a 3 bolillos estableciendo dos surcos por cantero cubiertos con plástico (polietileno negro calibre 1000), utilizando distancias de 0.30 metros entre plantas, y 0.40 metros entre surcos, las parcelas experimentales fueron construidas en un área de 5.0 m² siendo el área total del experimento de 60.0 m².

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

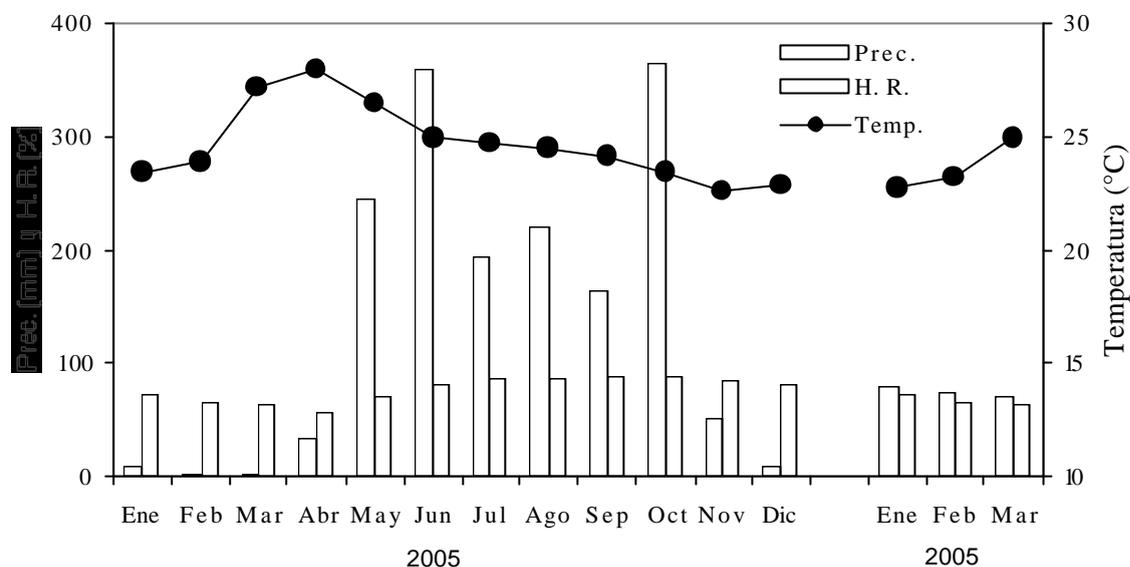


Figura 2. Promedios de precipitación (Prec.), temperatura (Temp.) y humedad relativa (H. R.) Estación Meteorológica de Somoto, INETER, 2006.

Las muestras de suelo fueron analizadas en el Laboratorio de Suelos y Aguas de la Universidad Nacional Agraria.

Tabla 2. Análisis químico-físico del suelo de la finca del señor Humberto López en la comunidad El Castillito, municipio de Las Sabanas, Madriz. 2005-2006.

pH	MO	N	P	(Meq/100 g)	Partículas (%)		
(H ₂ O)	%	%	Ppm	K	Arcilla	Limo	Arena
6.80	3.33	0.16	7.47	0.35	26	24	50

Según los rangos propuestos por Quintana *et al.*, (1992), los resultados se pueden interpretar de la siguiente manera: pH neutro (6.80), materia orgánica alta (5.43 %), nitrógeno alto (0.27 %), fósforo pobre (7.42 ppm), potasio alto (0.48 me/100 g) y suelo franco-arcilloso (28 % arcilla, 28 % limo y 44 % arena).

4.3 Metodología de diagnóstico y evaluación de enfermedades

4.3.1 Aislamiento e identificación de patógenos

Se inició con el muestreo de plantas infectadas así como la descripción de síntomas en el campo. Posteriormente las muestras fueron trasladadas al laboratorio de microbiología de la Universidad Agraria, donde se desinfectaron con hipoclorito de sodio (NaClO_3) al 5 % por 2 minutos y posteriormente se incubaron en cámara húmeda y/o medio de cultivo artificial PDA (Papa-Dextrosa-Agar) utilizado como medio general para el crecimiento de hongos. La identificación de microorganismos se realizó con el uso de microscopio óptico y la ayuda de literatura especializada (APS, 1998; Barnett y Hunter, 1998; Toledo y Aguirre, 1999). En algunos casos la identificación de hongos patógenos se realizó extrayendo del material infectado estructuras reproductivas como picnidios en el caso de *Phomopsis obscurans*, y peritecios en el caso de *Mycosphaerella fragariae* causante de la viruela foliar; en ambos casos, tales estructuras fueron observadas en el microscopio óptico.

4.3.2 Evaluación de enfermedades

Una vez identificados los agentes causales de cada enfermedad se procedió a cuantificar los niveles de infección para cada genotipo.

Para las enfermedades foliares se utilizó una escala arbitraria de cinco categorías donde:

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

La severidad fue evaluada de una a dos veces por mes.

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

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

Donde:

VO = Valores Observados

VME = Valor Máximo de Escala

N = Número de Plantas Muestreadas

Las enfermedades de frutos fueron caracterizadas de forma general de acuerdo al porcentaje de frutos infectados por cada genotipo.

4.4 Variables evaluadas

Desde el momento de la siembra hasta el final del cultivo se evaluaron las siguientes variables:

- Incidencia y severidad de enfermedades.
- Porcentaje de frutos afectados por enfermedades.
- Rendimiento por fecha.
- Rendimiento total.

4.5 Análisis de los datos

La información se manejó en bases de datos y posteriormente se analizó con el programa estadístico SAS, Se conformaron los modelos estadísticos con su respectivo Análisis de Varianza y separación de medias apropiados, las enfermedades fueron evaluadas con escala de severidad arbitraria y graficadas en curvas de progreso de enfermedad en el tiempo.

4.6 Manejo agronómico del experimento

Preparación de suelo

Inicialmente el suelo fue desmalezado, posteriormente picado y mullido. Es muy conveniente la siembra de fresa sobre camas o bancales que deben estar separadas por una distancia de 0.40 metros. Estas deben levantarse con 0.30 metros de alto y 0.80 metros de ancho. La longitud de los bancales queda a voluntad del productor y dependerá de la forma del terreno, del riego o del drenaje; en este caso son 15 metros de largo. La irrigación de los bancales se realizó a través del sistema de goteo. Utilizando coronas de plantas maduras para el transplante.

Fertilización

Se realizó de forma orgánica con la utilización de humus de lombriz o lombrihumus a razón de 2 lbs/m² de suelo.

Control de malezas

Para el control de malezas se utilizó plástico (polietileno negro calibre 1000), con el cual se dio cobertura a los bancales. Posterior a esto se perforaron los orificios de más o menos 12 cm de diámetro utilizando el sistema de siembra de tres bolillos, la maleza que creció dentro los hoyos se controló de forma manual.

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El diagnóstico de enfermedades o sea la identificación de agentes causales es el primer paso en la elaboración de estrategias de manejo de las mismas. El control de las enfermedades de fresa descansa básicamente en el uso de plantas con resistencia genética, utilización de material de siembra libre de patógenos, prácticas culturales, uso de sustancias químicas para el control de patógenos y vectores y la remoción de material infectado (APS, 1998).

Nueve enfermedades fueron identificadas en este estudio, todas ellas de carácter fungoso. A continuación se describen dichas enfermedades:

5.1 Enfermedades foliares

Mancha café *Marssonina fragariae* (Lib.) Kleb.

Estado sexual *Diplocarpon earlianum* (Ellis & Everth.) F. A. Wolf.

Esta fue sin duda una de las principales enfermedades foliares registrada durante este estudio. Los síntomas principales se caracterizan por manchas irregulares de color café o púrpura sobre la superficie de la hoja pudiendo coalescer (Figura 3) La enfermedad afecta pedúnculos, pedicelos y sépalos. Se desarrolla a temperaturas entre 15 y 25 °C y lluvia frecuente. Niveles de infección entre el 30 y 50 % fueron observados en los tres genotipos evaluados, no obstante, la variedad Chandler mostró los menores valores de severidad en los diferentes momentos de evaluación (Figura 4).



Figura 3. Mancha café (*Marssonina fragariae*)

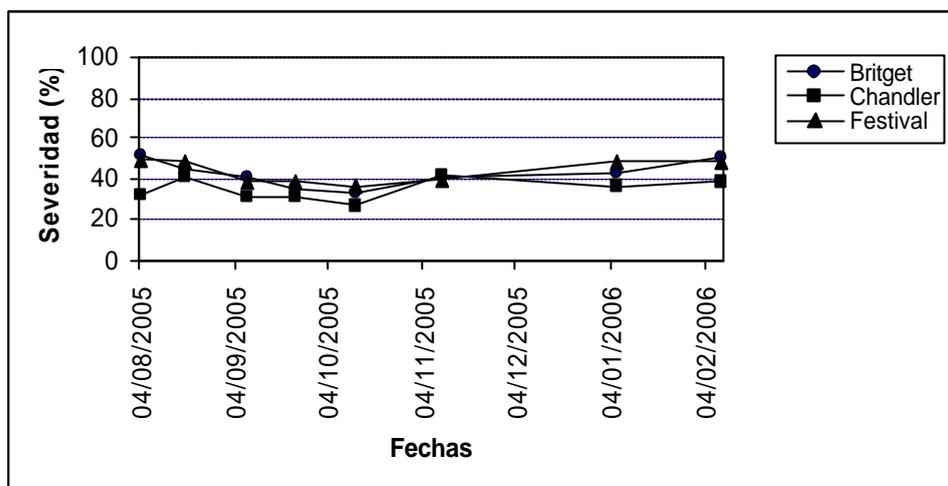


Figura 4. Curva de progreso de mancha café (*Marssonina fragariae*) en tres genotipos de fresa (*Fragaria* spp.) en Las Sabanas, Madriz (2005-06).

Viruela *Mycosphaerella fragariae* (Tul.) Lindau.

Estado asexual *Ramularia brunnea* (Peck, syn. *R. tulasnei* Sacc.)

Es la segunda enfermedad foliar en importancia, los síntomas son lesiones inicialmente pequeñas, púrpuras y redondeadas (3-6 mm de diámetro), en las hojas viejas el centro de la mancha cambia de café a gris y finalmente a blanco (Figura 5). La enfermedad es favorecida por temperaturas de 10 – 25 °C y fuertes precipitaciones. La severidad por viruela foliar (Figura 6) fue similar en los tres genotipos evaluados registrándose un ligero incremento de infección en la variedad Chandler en los meses de noviembre y diciembre del 2005 y enero y febrero del 2006, lo cual podría obedecer a las bajas temperaturas producidas en la zona durante esos meses.



Figura 5. Viruela (*Mycosphaerella fragariae*)

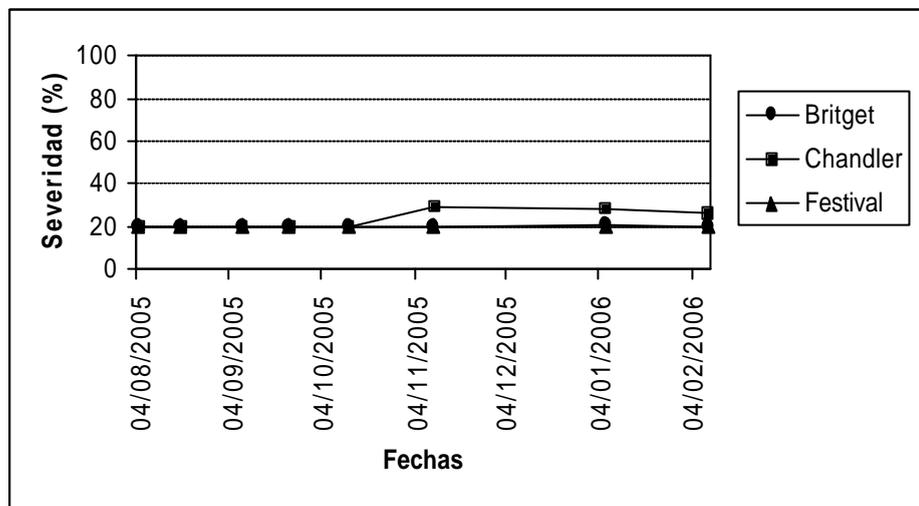


Figura 6. Curva de progreso de mancha foliar o viruela (*Mycosphaerella fragariae*) en tres genotipos de fresa (*Fragaria* spp.) en Las Sabanas, Matriz (2005-06)

Tizón foliar *Phomopsis obscurans* (Ellis & Everth.) Sutton.

Es la tercera enfermedad foliar identificada en el cultivo. La infección comienza en los ápices de las hojas, afectando las nervaduras centrales. Las lesiones más viejas se alargan tomando forma de V (Figura 7). En la superficie de las lesiones fue fácil observar la formación de picnidios globosos y oscuros, los cuales al ser presionados en un portaobjetos expulsan grandes cantidades de conidiosporas que pueden ser observadas al microscopio (Figura 8).



Figura 7. Tizón foliar (*Phomopsis obscurans*)

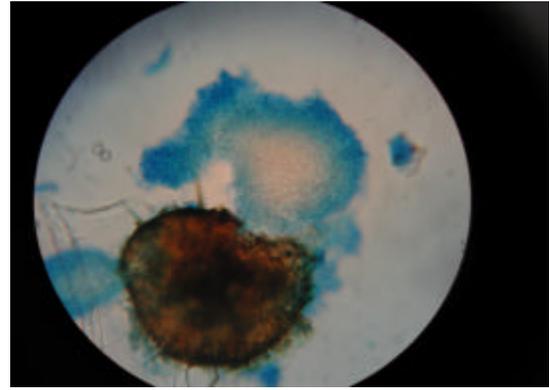


Figura 8. Picnidio y conidias de *P. obscurans*

La severidad por tizón foliar no fue mayor del 20 % (Figura 9) y mostró un comportamiento similar en los tres genotipos en estudio.

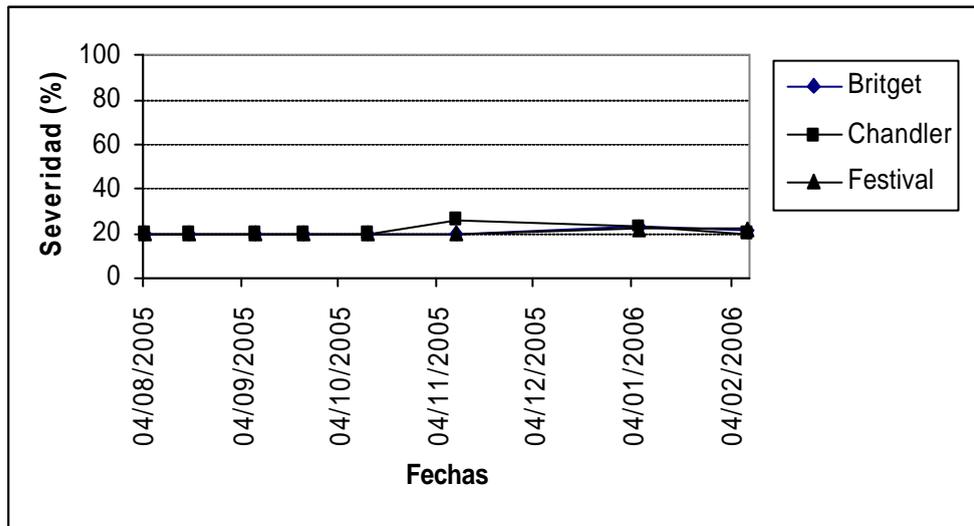


Figura 9. Curva de progreso de tizón foliar (*Phomopsis* spp.) en tres genotipos de fresa (*Fragaria* spp.) en Las Sabanas, Madriz (2005-06)

5.2 Enfermedades de frutos

Las enfermedades de los frutos pueden aparecer al inicio de su formación o en cualquier etapa del proceso de maduración hasta la cosecha y el almacenamiento. En este estudio se identificaron cinco enfermedades afectado los frutos de fresa. Muchos de los síntomas producidos por los patógenos tienden a confundirse; sin embargo otros son muy fáciles de identificar como es el caso del moho gris (*B. cinerea*) y antracnosis (*Colletorichum* spp.).

De forma general se realizó la evaluación de las enfermedades en los frutos a través de la estimación del porcentaje de frutos con infección. De los tres genotipos evaluados el genotipo Chandler mostró los menores promedios de infección en las dos fechas de estimación, por otro lado el genotipo Britget alcanzó niveles de infección mayores del 12 % en la segunda fecha de evaluación y en un nivel intermedio se ubica el cultivar Festival (Figura 10).

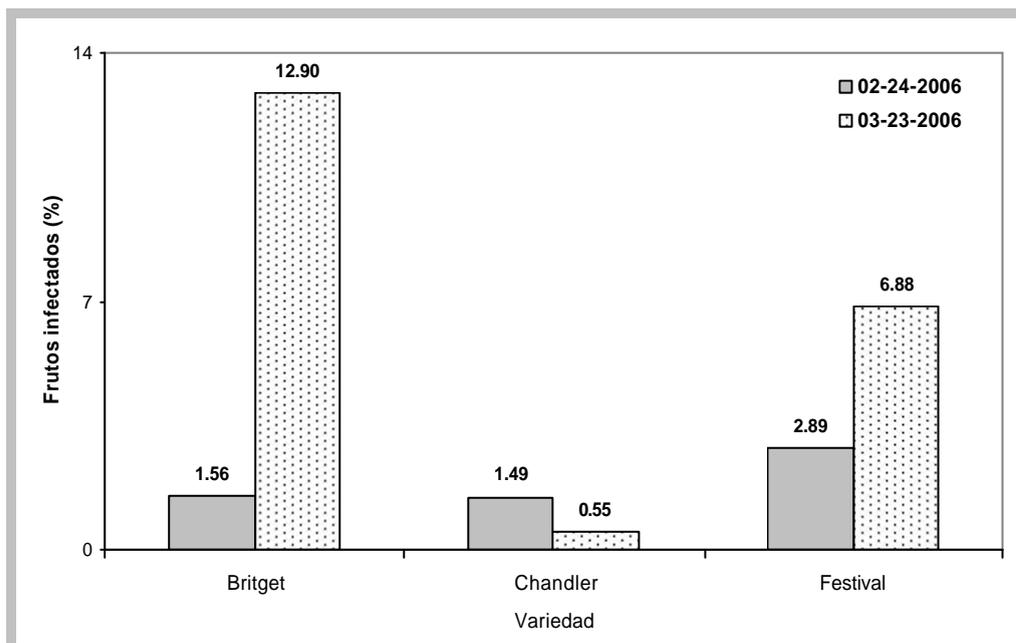


Figura 10. Infección promedio en frutos de tres genotipos de fresa (*Fragaria* spp), Las Sabanas 2006.

Moho gris *Botrytis cinerea* (de Bary) Whetzel.

Se le conoce también como pudrición por *Botrytis*. Es la enfermedad más destructiva de los frutos de fresa en todo el mundo (APS, 1998). En Honduras se reportan severas pérdidas por esta enfermedad después de la cosecha (Toledo y Aguirre, 1999). Los síntomas aparecen durante el proceso de maduración o en frutos ya maduros (Figura 11). La principal característica son las masas de micelio, conidióforos y conidias de color gris sobre la superficie de los frutos. Alta humedad y temperaturas de 10 – 25 °C son favorables para el desarrollo del hongo el cual pudo ser cultivado artificialmente en PDA (Figura 12).



Figura 11. Moho gris del fruto (*Botrytis cinerea*)



Figura 12. *Botrytis cinerea* en Papa-Dextrosa-Agar

Antracnosis *Colletotrichum* spp.

Es la segunda enfermedad en importancia de los frutos. Es causada por diversas especies de *Colletotrichum*, entre ellas *C. acutatum*, *C. fragariae* y *C. gloeosporioides* (APS, 1998). La enfermedad afecta flores y frutos especialmente cuando están maduros. Las lesiones son hundidas de color oscuro (Figura 13). Bajo condiciones de humedad masas de micelio de color rosado, salmón o anaranjado cubren el centro de la lesión. En PDA forma colonias de esporas con coloración rosado-salmón (Figura 14). La antracnosis ha sido reportada principalmente en regiones de clima templado, especialmente en áreas donde la fresa es cultivada de forma anual y con coberturas plástica. Bajo este sistema de siembra se ha confirmado que las infecciones son causadas por *C. acutatum* (APS, 1998).



Figura 13. Antracnosis en frutos *Colletotrichum* spp.



Figura 14. *Colletotrichum* spp. en PDA

Pudrición de cuero *Phytophthora* spp. (Lebert & Cohn) J. Schröt

Esta enfermedad ha sido reportada en los Estados Unidos, Europa y Asia. Ocurre esporádicamente y se han estimado pérdidas de hasta el 50 % en el sur de los Estados Unidos (APS, 1998). Los síntomas ocurren en cualquier estado de desarrollo de los frutos. A medida que la pudrición aumenta, los frutos enteros se vuelven de color café tomando una textura áspera con aspecto de cuero (Figura 15). Bajo condiciones de alta humedad o en cámara húmeda se produce sobre los frutos infectados una fina capa de micelio blanco (Figura 16).



Figura 15. Frutos infectados por *Phytophthora* spp.

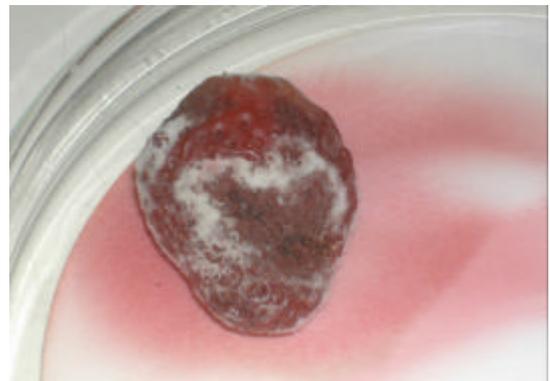


Figura 16. Crecimiento micelial de *P. spp.*

Pudrición café-bronce *Hainesia lythri* (Desmaz.) Höhn

Los síntomas característicos en los frutos son lesiones ligeramente hundidas, las cuales se alargan rápidamente especialmente en frutos maduros (Figura 17). El reblandecimiento de las zonas infectadas es aparentemente causado por enzimas pectolíticas secretadas por el hongo.



Figura 17. Frutos infectados por *Hainesia lythri*

Pudrición blanca *Rhizoctonia solani* Khun

Es una enfermedad de menor importancia, que afecta solamente frutos en estado maduro. Los frutos afectados muestran áreas suaves de color blanco o púrpura claro (Figura 18).



Figura 18. Frutos con pudrición blanca *Rhizoctonia solani*

5.3 Enfermedades de raíz

Varias enfermedades han sido reportadas afectando las raíces de fresa sin embargo en este estudio solo una fue identificada.

Pudrición de rizoma *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) J. Schröt

Esta enfermedad ha sido reportada en climas tropicales y sub tropicales, se caracteriza por marchitamiento súbito de las hojas más jóvenes. La marchites progresa al resto de la planta colapsando y muriendo en unos pocos días. Cuando las plantas son extraídas del suelo frecuentemente se quiebran en la parte superior de la corona, dejando dentro del suelo las coronas y raíces (APS, 1998). El patógeno causa además, enanismo severo en plantas infectadas y decoloración vascular de las coronas (Figura 19). La principal fuente de inóculo son las oosporas que persisten en el suelo o en plantas infectadas. Las oosporas producen zoosporas las cuales infectan las raíces, penetrando principalmente a través de heridas.

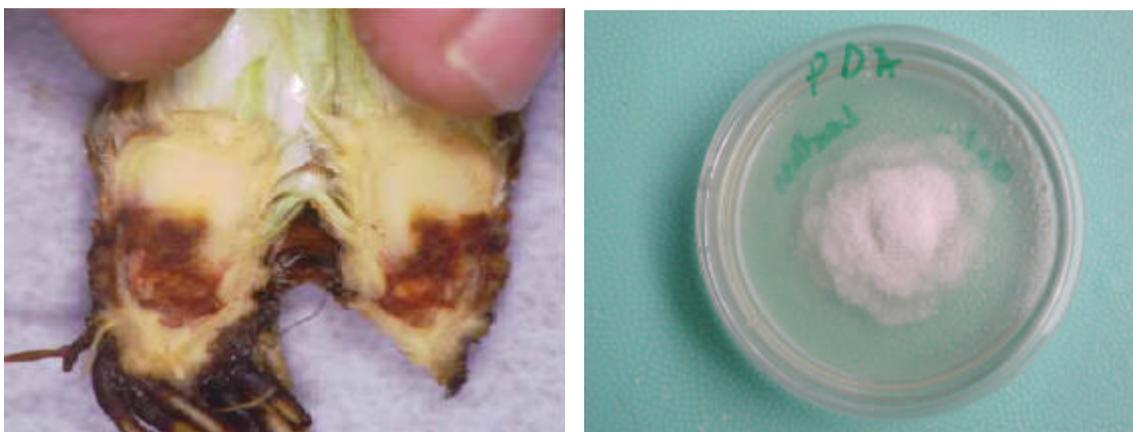


Figura 19. Decoloración vascular de corona y crecimiento micelial en PDA de *Phytophthora cactorum*.

5.4 Parámetros de cosecha

Para decidir el punto óptimo de cosecha en el cultivo de fresa, se toma como referencia el color de la fruta, es decir cuando el fruto esta manchado de rojo un poco mas de la mitad (3/4 de rojo) (Toledo, 2003). En este estudio se realizaron varias cosechas; sin embargo se evaluaron los totales de cada mes iniciándose en diciembre del 2005 y finalizando en abril del 2006.

5.5 Rendimiento

En general los rendimientos obtenidos por los tres genotipos evaluados en el experimento fueron bajos debido a la fuerte presencia de enfermedades (Figura 20). Bajo condiciones adecuadas de manejo en otras zonas productoras del país como Jinotega se han obtenido rendimientos de 3,882 kg ha⁻¹ cosechados durante 4 a 5 meses (APENN, 1996).

Al realizar el análisis de varianza y comparación múltiple de medias (Tukey 0.05) no se observó diferencias significativas entre los genotipos Britget y Festival, sin embargo estos dos genotipos mostraron diferencias significativas respecto al genotipo Chandler, en la cosecha realizada en el mes de Diciembre, no mostrando diferencias significativas en las siguientes cosechas realizadas. En las evaluaciones realizadas el mayor rendimiento total fue mostrado por la variedad Britget con 848 kg ha⁻¹, seguido de Festival con valores de 671 kg ha⁻¹ y con el menor valor promedio, la variedad Chandler con 611 kg ha⁻¹.

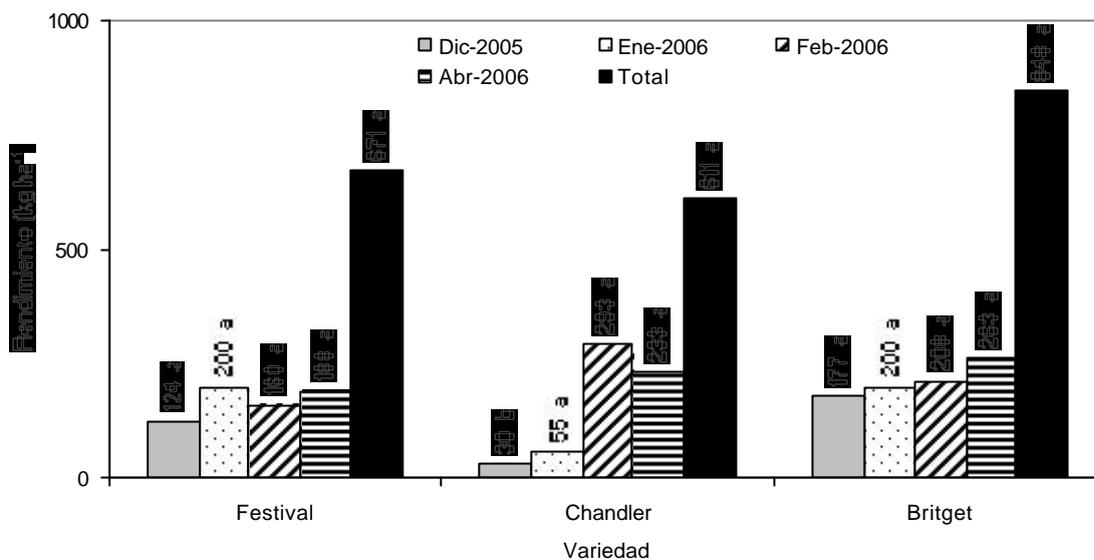


Figura 20. Comparación de valores medios en el rendimiento mensual y total en cultivo de fresa (*Fragaria* spp.), Las Sabanas, Matriz.

VI CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en las condiciones de la comunidad El Castillito, Las Sabanas, se consideran las siguientes conclusiones:

- De acuerdo al diagnóstico realizado, nueve enfermedades se presentaron durante el experimento, siendo estas: Mancha café (*Marssonina fragariae*), Viruela (*Mycosphaerella fragariae*), Tizón foliar (*Phomopsis obscurans*), Moho gris (*Botrytis cinerea*), Antracnosis (*Colletotrichum* spp.) Mancha de cuero *Phytophthora cactorum*, Mancha café-bronce (*Hainesia lythri*), Pudrición blanca (*Rhizoctonia solani*) y pudrición de raíces por (*Phytophthora* spp.).
- Los tres genotipos evaluados durante el estudio resultaron ser susceptibles en mayor o menor grado a todas las enfermedades descritas.
- El cultivar Chandler mostró menores niveles de infección a la mayoría de enfermedades tanto foliares como de fruto. Lo que indica la presencia de resistencia general o no específica a la mayoría de los patógenos identificados.

VII RECOMENDACIONES

En base a los resultados de los análisis finales se recomienda lo siguiente:

- Experimentar prácticas de manejo fitosanitario para disminuir el ataque de patógenos en los cultivares de fresa.
- Realizar experimentos similares, pero con mayor número de genotipos con el fin de seleccionar dentro de un mayor número de materiales fuentes de resistencia hacia las enfermedades prevalentes en la zona.
- Sembrar fresa en áreas donde no se ha sembrado y seleccionar material de siembra libre de enfermedades.

VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, Q. H. 2001. Manual del cultivo de fresa. Centro de Recursos Las Sabanas. Somoto, Madríz, Nicaragua. 24 p.
- American Phytopathological Society, 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. pp. 22-23.
- Barnett, H.L. y Hunter, B.B. 1998. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Fourth edition. St. Paul Minnesota USA. 218 p.
- Barahona, M. C. y Sancho, E 1998. Manzana, melocotón, fresa y mora. Fruticultura especializada. Fruticultura II. Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. pp. 97-108.
- INETER. 2005. Datos climatológicos del año 2004. Departamento de meteorología.
- Quintana, B. 1992. Manual de fertilización para los suelos de Nicaragua. UNA-Consultora Profesional indígena (INDOCONSULS.A). Managua, Nicaragua. 75 p.
- Toledo, M.; V. Aguirre, 1999. Moho Gris (*Botrytis cinerea*), Enfermedad a combatir en el cultivo y almacenamiento de Fresa. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). Octubre, 1999. La Esperanza, Honduras, (C. A.), 6 p.
- Toledo, M. 1999. Manual para la Producción de Fresa en Honduras. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). Octubre, 1999. La Esperanza, Intibucá, Honduras, (C. A.), 36 p.
- Toledo, M., 2003. Guía para la Producción de Fresa en Honduras. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). Junio, 2003. La Esperanza, Intibucá, Honduras, C. A. 36 p.
- USAID/Nicaragua. 2004. Cultivos alternativos restauran y mejoran la producción. Htm.