

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA DE PRODUCCIÓN VEGETAL



TRABAJO DE DIPLOMA

EFFECTO DE CUATRO NIVELES DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA SOBRE
TRES VARIEDADES DE FRESA (*Fragaria spp.*) EN LAS SABANAS, MADRÍZ



AUTORES:

BR. FÉLIX TÉLLEZ LEZAMA
BR. LENÍN SALMERÓN DELGADO

ASESORES:

Ing. M.Sc. ALVARO BENAVIDES GONZÁLEZ
Ing. M.Sc. JOSÉ CISNE CONTRERAS
Ing. M. Sc. REINALDO LAGUNA MIRANDA

MANAGUA, NICARAGUA
FEBRERO, 2007

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA DE PRODUCCIÓN VEGETAL



TRABAJO DE DIPLOMA

EFFECTO DE CUATRO NIVELES DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA SOBRE
TRES VARIEDADES DE FRESA (*Fragaria spp.*) EN LAS SABANAS, MADRÍZ

AUTORES:

BR. FÉLIX TÉLLEZ LEZAMA
BR. LENÍN SALMERÓN DELGADO

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

MANAGUA, NICARAGUA
FEBRERO, 2007

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a *Dios*, fuente vital de mi fuerza, maná del entendimiento y la sabiduría, que me permitió concluir mis primeras metas y vivir un sueño hecho realidad, sueño que primero se revelo como una semilla pero que hoy es una planta llena de frutos y de nuevas semillas.

A mi mamá Socorro Delgado Moran por su gran apoyo moral, la que seguirá siendo alimento y refrigerio para mi inteligencia.

A mis amados hermanos Marcia Salmerón, Wellmer Salmerón, Silda Salmerón, y Celica Salmerón motivo de mi ineludible lucha y deseo de superación.

A mi abuela Aura Estela Moran y muy especialmente al abuelo Doroteo Delgado, varón íntegro y tenaz en sus consejos los que me impulsaron al camino de rectitud y persistencia.

A los excelentísimos docentes de mi generación, a todos los que trazaron puentes en mi camino para así las ciencias aprender.

A mi amada y querida patria, la que me vio nacer y en sus regazos me abrigó, conociendo que es un deber de cada ciudadano ser parte del desarrollo y progreso de su nación.

Br. Lenín Salmerón Delgado

DEDICATORIA

Al concluir el presente trabajo experimental, quiero dedicarlo muy especialmente:

En primer lugar, a la madre tierra por haber desarrollado con sabiduría a sus buenos hijos en convivencia con el medio y los malos que en la marcha del camino mejoren.

Al soldado del ejército libertador de A.C.S, y uno de los primeros treinta, Napoleón Téllez.

Al sargento Bacilio Lezama, soldado en defensa de la patria en la Batalla de San Jacinto, ambos mis antecesores, a los cuales no conocí, pero estuvieron vivos en la boca de mis abuelos, y en el quehacer cotidiano, con el ejemplo mismo.

A Ricardo de Jesús Lezama Mena y Julia López Nicaragua, Alcibiades Téllez Sánchez y Mercedes Regina Téllez Tiffer (todos q.e.p.d) por haber moldeado mis conocimientos del agroconservacionista y la medicina natural.

A mis dos madres: Esperanza Lezama que con su tesón y trabajo honrado supo educarme. A mi tía mamá Rosario Petronila Lezama por darme ejemplo del carácter en los momentos más difíciles de mi vida.

A mi hermano de lucha Jonathan Amador (q.e.p.d) caído en los días duros de la lucha 1978, siendo joven soñador de las mejoras de nuestro campesinado y pueblo, con la consigna de A.C.S. *“que solo los obreros y campesinos llegarían al poder”*

A Mi esposa Cándida Rosa Sequeira Picado, por su apoyo y empuje.

A Mis hijos: Walter Rolando, Félix Santiago, Bianca Félix y mi relevo generacional Itzel José.

A mis amigos de la Universidad Nacional Agraria que supieron brindarme orientación y apoyo, y a todos los que de alguna manera me apoyaron y creyeron en mí.

Br. Félix Téllez Lezama

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de manera especial a la señora Mercedes Madrigal por que fue la persona intermediario para que se me otorgara una beca la que por ende permitió culminar mis estudios, y a la *Lic.* Idalia Casco representante del Departamento de Becas por su respuesta positiva en la solicitud misma.

Al estimado *Ing. M. Sc.* Álvaro Benavides Gonzáles, por el asesoramiento, por la atención mostrada en la enseñanza, y por sacrificar su precioso tiempo en labores de erradicar la ignorancia y oscurantismo del saber.

A los *Ing. M. Sc.* Reinaldo Laguna y José Dolores Cisne por conformar parte del equipo asesor.

Al señor **José Méndez** por facilitar la propiedad para establecer y manejar el ensayo, así como el aporte de sus conocimientos, y el apoyo con el levantamiento de datos.

A INPRHU y Auxilio Mundial del municipio de Somoto, Madríz, por el apoyo proporcionado durante la presente investigación.

Al Programa Recursos Genéticos Nicaragüenses (REGEN) de la Universidad Nacional Agraria (UNA) por facilitarme el equipo y material para realizar el presente Trabajo de Diploma.

A mis amigos de la Universidad Nacional Agraria, en especial a la *Ing.* Anielka Palacios López por su gran apoyo, y por creer en mí.

A todos los docentes de la Universidad Nacional Agraria que formaron parte de mi formación profesional.

Br. Lenín Salmerón Delgado

AGRADECIMIENTOS

Al *Ing. M. Sc.* Álvaro Benavides Gonzáles, catedrático, asesor y amigo incondicional.

A los *Ing. M. Sc.* Reinaldo Laguna Miranda y José Dolores Cisne Contreras por su asesoría en el presente Trabajo de Diploma.

A ellos, y a otros:

Gracias, por brindarme sus conocimientos y por soportar mi desasosiego e hiperactividad durante y después de la presente investigación.

Al señor **José Méndez** por facilitar la propiedad para establecer y manejar el ensayo, así como el aporte de sus conocimientos, y el apoyo con el levantamiento de datos.

A INPRHU y Auxilio Mundial del municipio de Somoto, Madríz, por el apoyo proporcionado durante la presente investigación.

Al Programa Recursos Genéticos Nicaragüenses (REGEN) de la Universidad Nacional Agraria (UNA) por facilitarme el equipo y material para realizar el presente Trabajo de Diploma.

A todos los docentes de la Universidad Nacional Agraria que formaron parte de mi formación profesional.

Br. Félix Téllez Lezama

CONTENIDO

	Página
ÍNDICE GENERAL	<i>i</i>
ÍNDICE DE CUADROS	<i>iii</i>
ÍNDICE DE FIGURAS	<i>iv</i>
ANEXO DE CUADROS	<i>v</i>
ANEXO DE FIGURAS	<i>vi</i>
RESUMEN	<i>vii</i>
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 Genética, botánica y taxonomía	4
2.2 Morfología y fisiología	6
2.2.1 Raíces	6
2.2.2 Corona	7
2.2.3 Estolones	8
2.2.4 Hojas	8
2.2.5 Flores e inflorescencia	9
2.2.6 Frutos	11
2.3 Cosecha y postcosecha	12
2.3.1 Recolección	12
2.3.2 Índices de cosecha	13
2.3.3 Índices de calidad	13
2.3.4 Almacenamiento	14
2.3.5 Transporte	14

III. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1 Localización del área experimental	15
3.2 Material genético y descripción de tratamientos	17
3.3 Manejo del experimento	18
3.4 Variables evaluadas	20
3.4.1 Variables de tallo y hojas	21
3.4.2 Variables de fruto y rendimiento	22
3.5 Evaluación de plagas y enfermedades	24
3.5.1 Evaluación de enfermedades	24
3.5.2 Aislamiento e identificación de patógenos	26
3.6 Análisis de la información	26
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1 Evaluación de los factores estudiados	27
4.1.1 Variables de tallo y hoja	28
4.1.2 Variables de fruto	30
4.1.3 Rendimiento mensual y total	34
4.2 Identificación de plagas	38
4.2.1 Plagas insectiles	39
4.2.2 Plagas mamíferas	40
4.3 Identificación de enfermedades	41
4.3.1 Enfermedades foliares	42
4.3.2 Enfermedad de frutos	42
V. CONCLUSIONES	44
VI. RECOMENDACIONES	45
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
VIII ANEXOS	51

ÍNDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro 1.	Análisis químico-físico del suelo en las parcelas experimentales. Finca del Señor José Méndez Vanegas. Comunidad El Castillito, municipio de Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.	16
Cuadro 2.	Niveles y factores evaluados. Comunidad El Castillito, municipio de Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.	17
Cuadro 3.	Significación estadística en los factores y variables estudiadas. Comunidad El Castillito, municipio de Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.	28
Cuadro 4.	Comparación de valores medios en las variables de pecíolo y folíolo para los efectos principales. Comunidad El Castillito, municipio de Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.	30
Cuadro 5.	Comparación de valores medios en las variables de fruto para los efectos principales. Comunidad El Castillito, municipio de Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.	32
Cuadro 6.	Comparación de valores medios en las dimensiones de fruto para los efectos principales. El Castillito, municipio de Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.	34
Cuadro 7.	Comparación de valores medios en el rendimiento (kg ha^{-1}) para los efectos principales. Comunidad El Castillito, municipio de Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1.	Morfología de la planta de fresa (Tomado de Toledo, 2003).	9
Figura 2.	Ubicación geográfica del establecimiento del ensayo. <i>Fuente:</i> http://www.ihnca.edu.ni/NICARAGUA/Madriz/Html/madriz.htm .	15
Figura 3.	Promedios de precipitación (Prec.), temperatura (Temp.) y humedad relativa (H. R.) Estación Metereológica de Somoto. INETER, 2006.	16
Figura 4.	Comparación del rendimiento total (kg ha ⁻¹) obtenido en 10 cosechas. El Castillito, municipio de Las Sabanas, Madríz.	38

ANEXO DE CUADROS

Página

Cuadro 1A.	Composición química de una muestra de lombrihumus.	51
Cuadro 2A.	Comparación de valores medios en la variable longitud del pecíolo (cm) en la interacción Variedad*Humus. Comunidad El Castillito, municipio de Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.	51
Cuadro 3A.	Comparación de valores medios en el número de frutos por planta en la interacción Variedad*Humus. Comunidad El Castillito, municipio de Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.	51
Cuadro 4A.	Comparación de valores medios en la variable peso del fruto (g) en la interacción Variedad*Humus. Comunidad El Castillito, municipio de Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.	52
Cuadro 5A.	Comparación de valores medios en la variable rendimiento total (kg ha ⁻¹) en la interacción Variedad*Humus. Comunidad El Castillito, municipio de Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.	52
Cuadro 6A.	Comparación de valores medios en la variable longitud del fruto (mm) en la interacción Variedad*Biofertilizante. Comunidad El Castillito, municipio de Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.	52

ANEXO DE FIGURAS

	Página
Figura 1A. Hojas, flores y fruto en la planta de fresa. Comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.	53
Figura 2A. Picado, mullido y nivelado del suelo en los canteros. Comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.	53
Figura 3A. Tendido de plástico en los canteros. Comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.	53
Figura 4A. Sistema de siembra tres bolillos y hoyado del plástico. Comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.	54
Figura 5A. Canteros listos para la siembra y siembra. Comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.	54
Figura 6A. Plena fructificación en la fresa. Comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.	54
Figura 7A. Recolección, empaçado y traslado de fresa. Comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.	55
Figura 8A. Gallina ciega (<i>Phillophaga</i> spp.) y daño en la planta de fresa. Comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.	55
Figura 9A. Zorro guazalo o zorro cola pelada (<i>Didelphis marsupialis</i> L.) joven y adulto. Comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.	55
Figura 10A. Mancha café (<i>Marssonina fragariae</i>) en hojas de fresa. Comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.	56
Figura 11A. Moho gris (<i>Botrytis cinerea</i>), antracnosis (<i>Colletotrichum fragariae</i>) y pudrición de cuero (<i>Hainesia lythri</i>) en frutos de fresa. Comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.	56

RESUMEN

Los pequeños agricultores de café del municipio de Las Sabanas, departamento de Madríz, en los últimos años han adoptado formas alternativas de producción, que contribuyan a reducir los impactos negativos sobre el ambiente y además mejorar así la calidad de vida en la familia. Una de estas alternativas es el establecimiento del cultivo de fresa (*Fragaria* spp.) manejado bajo el sistema de producción orgánico como cultivo complementario al cultivo de café.

El estudio tiene como finalidad u objetivo obtener información sobre la respuesta de rendimiento del cultivo a través del manejo orgánico bajo el uso de dos niveles de lombrihumus aplicados en la cantidad de 3,000 y 6,000 kg ha⁻¹, y dos niveles de biofertilizantes aplicados en la cantidad de 200 y 400 lt ha⁻¹, en los genotipos Festival, Britget y Chandler.

El ensayo se estableció en julio del 2005, en la comunidad El Castillito, municipio Las Sabanas, departamento de Madríz. Los genotipos se establecieron en un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglos en Parcelas Subdivididas y tres réplicas. Las unidades experimentales estuvieron constituidas por bancales de uno por dos metros, en las cuales se evaluaron variables de crecimiento y rendimiento. Se realizó análisis de varianza y agrupación mediante LSD ($\alpha=0.05$).

Las principales plagas encontradas fueron el guazalo (*Didelphis marsupialis*) y gallina ciega (*Phyllophaga* sp.), y enfermedades como mancha café en las hojas (*Marssonina fragariae*) y antracnosis en frutos (*Colletotrichum fragariae*). Las variables de rendimiento presentaron significación estadística en los genotipos. El rendimiento total fue significativo en los efectos principales (variedades, lombrihumus y biofertilizante), en donde el mayor promedio fue de 8,208.34 kg ha⁻¹ para Britget con la dosis de 3,000 kg ha⁻¹ de lombrihumus y 400 lt ha⁻¹ de biofertilizante; en cambio Chandler no superó los 450 kg ha⁻¹.

I. INTRODUCCIÓN

La fresa (*Fragaria* spp.), se encuentra en forma silvestre, desde las zonas más frías hasta las más cálidas, y en su forma cultivada ha sido adaptada a diversas condiciones climáticas en todos los continentes, valorándose principalmente sus características aromáticas y de sabor (Urrutia *et al.*, 1992). Antes del descubrimiento de América, en Europa se cultivaban principalmente las especies *Fragaria vesca* y *Fragaria alpina*, de tamaño pequeño, pero de excelente calidad organoléptica. Con el descubrimiento del nuevo continente se encontraron dos nuevas especies más grandes, una en Chile, *Fragaria chiloensis*, y otra en Estados Unidos (EE.UU), *Fragaria virginiana*, que por su tamaño, recibieron el nombre de fresones; estas especies fueron llevadas a Europa e hibridizadas. Actualmente el comercio de estas fresas grandes o fresones dominan el mercado (Corporación Colombia Internacional, 2006).

El amplio uso de esta fruta a nivel mundial, ya sea en el consumo directo de la misma o en la elaboración industrial de postres, bebidas y jugos, entre otros, a partir de sus formas (fresca, deshidratada, congelada o en conserva), ha llevado a que su cultivo haya evolucionado hasta convertirse en uno de los que tienen mayores niveles de perfeccionamiento a nivel genético y en las labores culturales de producción, manejo poscosecha y comercialización (Corporación Colombia Internacional, 2006).

Bedoya (2000); citado por Gómez (2006), menciona a Alemania, Francia, Japón y los EE.UU como los mayores importadores de fresa; por otro lado, Chile, Nueva Zelanda, Colombia, Guatemala, Costa Rica, EE.UU y México como los países que más exportan.

Las fresa, es cultivada en algunos países de Centroamérica, y los rendimientos promedios de manera convencional pueden superar los 9,091 kg ha⁻¹. En Nicaragua, se han introducido muchas variedades, entre las cuales se destacan Festival, Britget y Chandler con procedencia de Guatemala y Honduras, pero mejoradas en los Estados Unidos (Alvarado, 2001).

En Nicaragua, durante 1981 y 1982, se estableció en Jinotega donde la primera parcela de 0.352 hectárea, incrementándose a 2.112 hectáreas en 1983 con una producción semanal de 454.55 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 Madríz (APENN, 1996). En Las Sabanas, Somoto, los productores tradicionalmente han cultivado café y hortalizas (USAID/Nicaragua, 2004; López y Hernández, 2006).), y a partir del año 2000 han experimentado con el cultivo de fresa como una alternativa viable para mejorar su situación económica sin afectar el medio ambiente (López y Hernández, 2006). Estadísticamente, el consumo nacional no está reportado, pero la agroindustria y supermercados tienen un consumo de 8 toneladas por semestre (entrevista personal con supermercados nacionales).

El método de propagación de la fresa es el vegetativo, renovando las plantaciones cada año. Comercialmente se puede propagar a través de la división de coronas o por estolones (Alvarado, 2001). La selección de variedades es importante, además de influir en los rendimientos y calidad, determina las temporadas de producción y prácticas de control de plagas (Guerena *et al.*, 2003). Las variedades más comunes son: Tioga, San Miguel, Condinamarca 5, Florida 90, Blakemore, Missionery, Lasse, Salón, Pocahontas (IBALPE, 2002); Chandler, Camarosa, y Sweet Charlie (Toledo, 2003; Alvarado, 2001); Douglas, Parker y Oso Grande (Barahona y Barrantes, 1998).

Aunque el manejo convencional es el más utilizado, la producción orgánica tiene mucha importancia porque los abonos orgánicos como el lombrihumus mejoran las condiciones físico-química y biológicas del suelo, y el ambiente (Galeano, 2001, citado por Ortega, 2006); de igual manera, los biofertilizantes ejercen efecto sobre el crecimiento y rendimiento y no contamina el ambiente (Rivera, 1998).

En Nicaragua, el cultivo de fresa tiene limitantes como: baja fertilidad de suelos, adaptabilidad de variedades, calidad de la semilla, identificación y manejo de enfermedades e insectos; así como la comercialización del producto. Las investigaciones sobre el cultivo de fresa son escasas, por lo que el presente estudio pretende aportar información al plantearse los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Contribuir a la mejora de la producción del cultivo de fresa (*Fragaria* spp.) en los sistemas de pequeños agricultores en la comunidad de El Castillito, Las Sabanas, Madríz.

Objetivos específicos

- Evaluar características agronómicas y de rendimiento en las variedades de fresa: Festival, Britget y Chandler.
- Evaluar el efecto de dos niveles de lombrihumus y dos niveles de biofertilizantes, y tratamientos conformados sobre características agronómicas y de rendimiento en el cultivo de fresa.
- Identificar de manera preliminar las principales plagas y enfermedades asociadas al cultivo de fresa en la localidad de El Castillito, Las Sabanas, Madríz.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Genética, botánica y taxonomía

Se conocen más de 20 especies de *Fragaria*, que varían en número de cromosomas, mostrando una importante poliploidia. Las especies silvestres más comunes son diploides (dos juegos de siete cromosomas); otras son tetraploides o hexaploides. Los híbridos más resistentes son octoploides y aún decaploides. Asimismo, se considera que las especies con más cromosomas tienden a ser más robustas y producir frutos de mayor tamaño (Darrow, 1966; citado por WIKIPEDIA, 2006).

La fresa, frutilla o fresón pertenece a la familia *Rosaceae*, subfamilia *Rosoideas*, tribu *Potentilleae*, género *fragaria*, que se origina del latín fragancia. En la familia *Rosaceae* se reportan más de 2,000 especies, entre herbáceas, arbustos y árboles. Estudios recientes realizados en Francia, revelan que la especie de frutilla actualmente cultivada, *fragaria ananassa*, es un híbrido entre *F. virginiana* y *F. chiloensis*, ambas especies de origen americano, distribuidas a otros continentes a partir del siglo XVI. Se encuentra en forma silvestre, desde la zona más frías hasta la más cálida, y en su forma cultivada ha sido adaptada a diversas condiciones climáticas, en todos los continentes, valorándosele principalmente sus características aromáticas y de sabor (Urrutia *et al.*, 1986).

Las características de este género son: planta herbácea perennne con hojas y flores que salen de coronas basales, originando tallos y estolones rastreros, flores blancas que nacen en el extremo de un escapo floral desnudo cáliz persistente con 5 brácteas alternadas con los lóbulos calicinares, pétalos obovoides, cortos, alrededor de 20 estambres, pistilos numerosos, que crecen en un receptáculo convexo "fruto

tipo baya". Con numerosos aquenios que contienen una diminuta semilla, que crecen en un receptáculo succulento. El fruto o frutilla corresponde a un falso fruto, por cuanto la parte comestible pertenece al hipando, en un número de 200-400 según el tamaño del fruto, y el ovario es unilocular con un solo óvulo que dará origen después de fecundado, al aquenio o semilla (IBALPE, 2002).

Según Alvarado (2001), en el cultivo de fresa se observan las siguientes fases fenológicas:

- Fase de reposo vegetativo o dormancia. Cuando la planta no tiene crecimiento foliar, y las hojas se tornan rojizas y secas. Ocurre cuando los días son cortos y temperaturas bajas (noviembre-diciembre), ocurriendo la detención del crecimiento hasta que la planta sale del reposo.
- Fase de crecimiento vegetativo. Cuando se elevan las temperaturas y se alargan los días, se reinicia la actividad vegetativa, y se aprecia la formación de hojas nuevas u brotes turgentes.
- Fase de floración. Cuando se observan de 3 a 5 flores abiertas.
- Fase de fructificación. Cuando los frutos verdes inician su desarrollo.
- Fase de reproducción vegetativa. Cuando existen días largos y temperaturas altas, la planta crece por emisión de estolones (julio a septiembre).
- Inicio de la fase de reposo. Con la incidencia de días cortos y temperaturas bajas, ocurre una polinización progresiva del crecimiento con acumulación de reservas en la raíz, la cual comienza con la iniciación floral y la fase de reposo.

2.2 Morfología y fisiología

2.2.1 Raíces

Las raíces nacen de forma adventicia desde la base de las hojas en la corona (Figura 1); sin embargo, éstas no se desarrollarán si no está en contacto con el suelo húmedo. Las nuevas raíces se desarrollaran en un patrón definido, en forma ascendente en la corona, al igual que el patrón de formación de las hojas las raíces primarias normalmente viven más de un año; no obstante, éstas pueden morir en pocas semanas bajo condiciones de estrés hídrico o por enfermedad. Una planta de frutilla tiene generalmente de 20 a 35 raíces primarias, pero puede llegar a desarrollar más de 100, y más de 1000 raíces secundarias, terciarias, y de mayor orden. Las raíces primarias son generalmente penetradoras del suelo, las raíces secundarias más pequeñas y ramificadas están destinadas a explorar el suelo, adherirse y alimentar la planta. Las partes visibles de la raíz son: el ápice de crecimiento las raicillas blanquecinas que absorben la mayor parte del agua y los nutrientes y, la parte suberizada más oscura y gruesa de la raíz que absorbe algo de nutrientes, pero es la conducción su función principal. El cilindro vascular central es usado ampliamente como indicador de la salinidad de la raíz y la planta por su color y estado (Urrutia *et al.*, 1986).

El tamaño del sistema radicular depende del vigor natural de cada cultivar muchos estudios han demostrados que aunque las raíces de la fresa o frutilla pueden penetrar el suelo hasta una profundidad de 100 cm a 105 cm, el 50 % a 90 % del sistema radicular se concentra en los primeros 15 cm y el 25 a 5 % en los primeros 8 cm. La penetración radicular es generalmente mayor en los suelos livianos,

arenosos o porosos, bien preparados, en lugar de aquellos pesados y con una preparación deficiente (Urrutia *et al.*, 1986).

Según Barahona y Barrantes (1998), los rizomas pueden utilizarse en infusiones, como astringente, como diurético, contra la diarrea, disentería y afecciones de los riñones y vejiga.

2.2.2 Corona

El tallo de la fresa o corona tiene una forma de roseta comprimida (Figura 1) de 1 a 3 cm de largo y esta cubierta externamente por hojas basales superpuestas llamadas estipulas, la corona produce hojas en muy pequeños intervalos a lo largo del eje caulinar, flores en la posición terminal y raíces desde la base de la corona, éstas producen en el eje entre cada hoja y la corona, yemas o meristemas axilares. Las yemas axilares dependiendo de las condiciones ambientales y nutricionales de la planta puede permanecer en dormancia, producir estolones o coronas laterales. Las yemas terminales de la corona generalmente contienen de 5 a 7 hojas en desarrollo, cubiertas por las estipulas de la última hoja emergida cuando la yema terminal, se transforma en inflorescencia al término. El crecimiento de la corona es continuado por la yema más alta que le sigue. El crecimiento vegetativo de la corona la que desplaza a la inflorescencia terminal hacia un lado de las yemas axilares; también pueden producir inflorescencia al término del brote después de la iniciación de 2 a 4 primordios foliares a medida que la corona envejece (después de una temporada de crecimiento). La lignificación de algunos elementos vasculares produce una apariencia leñosa de la corona (Urrutia *et al.*, 1986).

2.2.3 Estolones

Corresponde a tallos rastreros, originados de las yemas axilares de la corona (Figura 1). Una planta vigorosa puede producir de 10 a 15 estolones en una temporada de crecimiento cada estolón puede producir de 6 a 8 plantas hijas, y cada planta puede llegar a producir más de 100 plantas hijas durante una temporada (Urrutia *et al.*, 1986). Los estolones son el material vegetativo de siembra más recomendado, y el más utilizado para propagar la fresa. Consiste en favorecer la emisión de los estolones y su enraizamiento, llamándose a éstas plantas hijas. Con este objetivo se colocan las plantas madres seleccionadas que tengan características deseadas de estado sanitario y pureza genética. El desarrollo de los estolones está influenciado por las horas luz y por una temperatura relativamente alta. No todas las variedades de fresa producen igual número de estolones, algunas forman muy pocos. El lugar donde se establecerán las plantas madres para la producción de estolones, debe seleccionarse con cuidado, procurando que el suelo sea suelto, con un alto grado de fertilidad, libre de malezas, y aislados de otros campos de fresa (Alvarado, 2001).

2.2.4 Hojas

Las hojas de la fresa son compuestas y trifoliadas, cada foliolo unido a un pecíolo principal que forma estípulas haladas en su base, las que envuelven la corona (Figura 1). La forma de los foliolos varía con diferentes cultivares en forma, tipo de bordes, color, vellosoidad, etc. Las hojas se ubican en espirales alrededor de la corona y su intervalo de emisión varía de 8 a 9 días dependiendo de la temperatura, siendo más rápida en primavera y verano que en otoño. Las hojas de *F. chiloensis* son siempre verdes, mientras que las de *F. virginiana* se destruyen con heladas severas. Los híbridos actualmente cultivados varían en cuanto a su

persistencia en invierno. La vida media de las hojas oscila entre 1 a 3 meses dependiendo de su tamaño, cerosidad, grosor, etc. Las hojas de la frutilla se caracterizan por poseer gran cantidad de estomas (300 a 400 por mm²) lo que junto a su sistema radicular poco profundizado hace a esta especie muy sensible al estrés hídricos (Urrutia *et al.*, 1986).

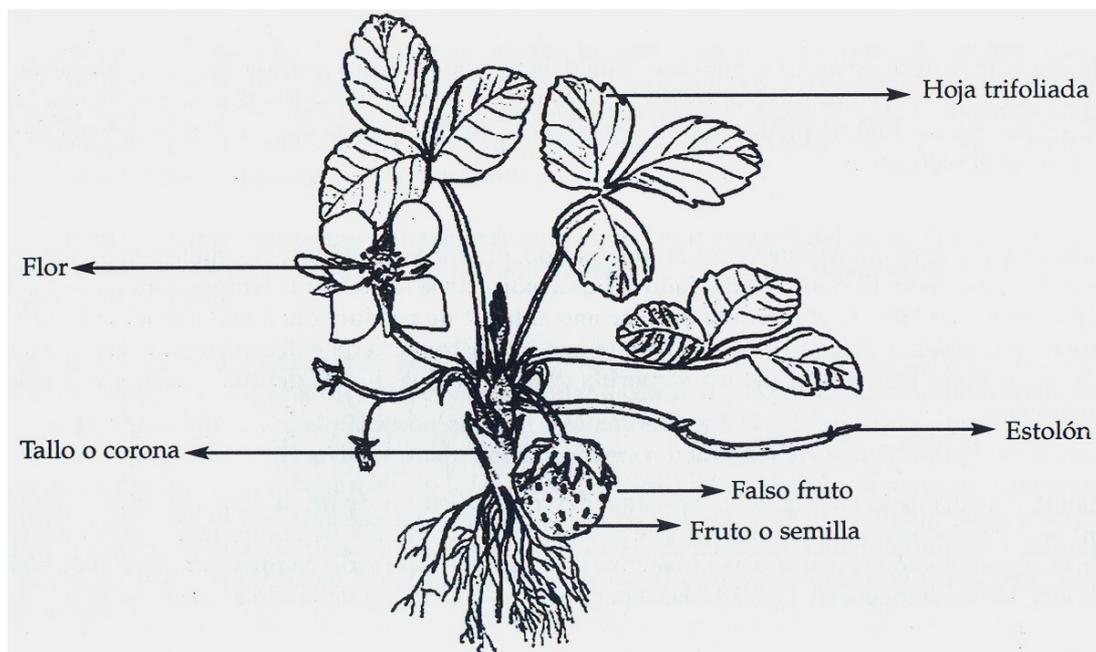


Figura 1. Morfología de la planta de fresa (Tomado de Toledo, 2003).

2.2.5 Flores e inflorescencia

La inflorescencia de la fresa corresponde a un racimo o panoja (Anexo, Figura 1A) compuesto por un pedúnculo que es la parte basal de donde sale un número variable de pedicelos florales (Figura 1), los pedicelos que sostienen la flor o frutos y la flor propiamente dicha, en un racimo perfectamente formado con hasta 4 subdivisiones, y las flores pueden variar de una a 40 por racimo. Las flores son hermafroditas y hemicíclicas, el cáliz está formado por dos anillos de brácteas de

cincos sépalos cada unas que tienen por función proteger la flor en estado de yemas, y al fruto nuevo. Los pétalos son libres pentalobulados, ovados, blancos o rojizos que rodean al receptáculo prominente. Los 20 ó 35 estambres se disponen en tres verticilios formando una corona en la base del receptáculo. La flor normalmente tiene de 200 a 400 pistilos dispuestos en forma espiralada en el receptáculo (Urrutia *et al.*, 1986).

Las flores sucesivamente iniciadas más tarde son progresivamente más pequeñas y tienen menos pistilos. Los frutos resultantes de las flores iniciadas más tarde tienden a ser más pequeños. La polinización es anemófila o entomófila, y generalmente es deficiente. Los pistilos mal polinizados originan frutos deformes. Las causas pueden ser mala fecundación de la flor, flores imperfectas, flores no viables, pistilos y estambres dañados por heladas, insectos, hongos o virus y la sequía. Con el propósito de disminuir el riesgo de tener frutos deformes es conveniente poner abejas en el frutillar en un número entre 4 y 6 colmenas por hectárea. La temperatura mínima debe ser 12 °C para que exista buena polinización acompañada de una humedad relativa no mayor del 94 %. El máximo de polen es emitido a medio día y éste es viable por 48 horas (Urrutia *et al.*, 1992).

Las plantas que producen muchos estolones, si se dejan desarrollar, se debilitan excesivamente y dan una producción limitada y frutos de menor tamaño. La eliminación de los estolones es de forma manual, y cuando los estolones tengan una longitud entre 10 cm y 20 cm. La frecuencia de la eliminación, favorece un mayor desarrollo de la corona. La prefloración en la fresa, es normal, debe ser controlada porque reduce el desarrollo de la planta, teniendo un efecto negativo sobre la producción; por ello la eliminación de las flores y estolones se realiza al mismo tiempo. El corte debe realizarse en estado de botón o recién abiertas cada 7

días, y se deja de realizar cuando la planta tiene de 4 a 5 coronas, lo que ocurre entre los 4 y 5 meses (Alvarado, 2001).

2.2.6 Frutos

El fruto es una infrutescencia, cuya parte carnosa corresponde al receptáculo (Anexo, Figura 1A, Figura 6A), y los verdaderos frutos son las semillitas que lo recubren y se llaman aquenios (Figura 1). Son éstos los que producen las hormonas que estimulan el engrosamiento del receptáculo floral. Por problemas de fecundación se pueden producir deformaciones en el fruto, al no desarrollarse todos los aquenios. En una misma inflorescencia se pueden encontrar frutos primarios, secundarios y terciarios; el tamaño del fruto y el número de aquenios varía según el orden de aparición de los frutos (Barahona y Barrantes, 1998). El período comprendido entre polinización y madurez del fruto puede ser de 20 a 50 días. Los grandes frutos primarios que maduran en la primavera, lo hacen con bajas temperaturas y cuando hay menos polen disponible, por lo que son irregulares en forma y maduran en 30 días. La mayor parte de las frutillas que son cosechadas con mayores temperaturas abren sus flores cuando hay abundante polen, son algo más pequeñas pero más regulares en forma, y maduran en 20 a 23 días (Urrutia *et al.*, 1986).

Los frutos de 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 (Barahona y Barrantes, 1998).

2.3 Cosecha y postcosecha

Las fresas son un cultivo de alto valor comercial, pero también tienen requisitos especiales de la producción. Es un producto muy perecedero, y tiene un período corto de mercado (Guerena *et al.*, 2003). Las características primordiales que indican que la fruta está lista de ser cosechada son: color rojo, suficiente azúcar y bien aromáticas (APENN, 1996).

2.3.1 Recolección

Es muy importante hacer manejo cuidadoso durante la cosecha y postcosecha para minimizar los daños físicos. Por su tamaño pequeño y carácter delicado, los frutos de fresa presentan una cosecha lenta y costosa (Dinamarca *et al.*, 1987). La fresa es extremadamente delicada, y los frutos a temperatura ambiente pueden deteriorarse en tan sólo 8 horas (Alvarado, 2001). Dinamarca *et al.*, (1987), menciona que en los EE.UU las pérdidas del producto fluctúa entre un 4 y un 6 % en el mercado detallista, y entre un 18 y 22 % a nivel del consumidor final, en donde las principales causas son el daño físico, pérdida de agua y moho gris (*Botritis cinerea*). El moho gris, daña al fruto tanto en el campo como en la cadena de manejo poscosecha (Toledo y Aguirre, 1999).

La cosecha se realiza a mano, recolectando los frutos bien desarrollados y con el grado de madurez deseado: $\frac{3}{4}$ de madurez cuando se destine a mercados lejanos, y completamente madura a la agroindustria y el mercado local. La cosecha debe hacer a diario o día de por medio, para evitar una maduración alta en el campo, subsecuente pérdida de precio en el mercado (Alvarado, 2001). Según Barahona y Barrantes (1998), la cosecha deberá realizarse dos veces por semana, y en épocas de

alta producción tres veces por semana. Por otro lado, la fresa es sensible a la manipulación, por lo que se debe cosechar con cáliz, desprendiéndolo del pedúnculo, y tomándolo con el dedo pulgar y los dos primeros dedos y cortándola con un giro de muñeca hacia abajo o hacia arriba. Se coloca inmediatamente en la canastilla.

2.3.2 Índices de cosecha

El índice de madurez más usado en la fresa es el color, seguido por la firmeza del fruto al tacto, por lo que una adecuada cosecha dependerá de la buena capacitación y entrenamiento del personal de cosecha, debiéndose dar toda la importancia que este aspecto tiene. Así, se deberá disponer de bandejas cosecheras u otro utensilio que ofrezcan las ventajas necesarias para cada caso, destacando la protección de la fruta cosechada por sobre las demás consideraciones (Dinamarca *et al.*, (1987). En los EE.UU se basan en el color de la superficie de la fresa. El mínimo es de $\frac{1}{2}$ ó $\frac{3}{4}$ de la superficie en color rojo o rosa, dependiendo del grado de calidad. En California el mínimo es de $\frac{2}{3}$ de la superficie en color rojo o rosa (Mitcham *et al.*, 2006), igual característica también es considerada en Chile (Dinamarca *et al.*, (1987).

2.3.3 Índices de calidad

Los índices de calidad en cada cosecha se rigen por parámetros organolépticos y aspectos físicos del fruto. La apariencia, el color, tamaño, forma, ausencia de defectos, firmeza, sabor (sólidos solubles, acidez y compuestos aromáticos) y valor nutricional (Vitamina C) son catalogados como índices de calidad. Para un sabor aceptable se recomienda un mínimo de 7 % de sólidos solubles y/o un máximo de 0.8 % de acidez (Mitcham *et al.*, 2006).

2.3.4 Almacenamiento

Las frutillas o fresas no se almacenan comercialmente, excepto por períodos muy cortos; 5 a 7 días es probablemente lo máximo. Aún por períodos tan cortos, la temperatura se deberá mantener por debajo de los 3.5 °C y lo recomendado es 0 °C. (Dinamarca *et al.*, 1987; Carballo y Scalone, 2006). Luego de unos pocos días en almacenamiento la fruta pierde algo de su brillo y color, tiende a arrugarse y perder algo de sabor. Los deterioros se detienen con las temperaturas bajas, pero luego de sacar la fruta del frío, el proceso es más rápido aún que cuando fueron recién cosechadas. Las principales enfermedades fungosas causantes de pérdidas en el almacenamiento de frutillas son *Botritis cinerea* y *Rhizopus stolonifer*. El pre-enfriamiento rápido a temperaturas inferiores a 3.5 °C y el mantenimiento de dichas temperaturas durante el tránsito y la comercialización, disminuirán tales pérdidas (Dinamarca *et al.*, 1987).

2.3.5 Transporte

Tomando en consideración la vida de almacenamiento en frío de la fresa, el producto debidamente empacado debe ser cargado adecuadamente y transportado entre 0 y 2 °C y una humedad relativa mínima del 90 %. El diseño y la condición del equipo de transporte, son críticos para mantener la calidad de la fruta (Alvarado, 2001).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del área experimental

El presente estudio se realizó en la finca del señor José Méndez Vanegas, comunidad El Castilito, municipio de Las Sabanas, departamento de Madriz. Este departamento se encuentra ubicado en la región norte del país entre los 13° 12' y 13° 40' de latitud norte y 86° 05' y 86° 45' de longitud oeste. Limita al norte y noreste con el departamento de Nueva Segovias, al sur con Estelí, al sureste con Jinotega, al oeste con la república de Honduras, y al suroeste con el municipio de San Francisco del Norte del departamento de Chinandega (Figura 2). El municipio de Las Sabanas presenta una temperatura anual promedio entre 18 y 26 °C, y elevación de 1,260 msnm (CENAGRO, 2002).



Figura 2. Ubicación geográfica del establecimiento del ensayo. *Fuente:* <http://www.ihnca.edu.ni/NICARAGUA/Madriz/Html/madriz.htm>.

Los valores medios mensuales de las principales características agroclimáticas de la zona, se presentan en la Figura 3.

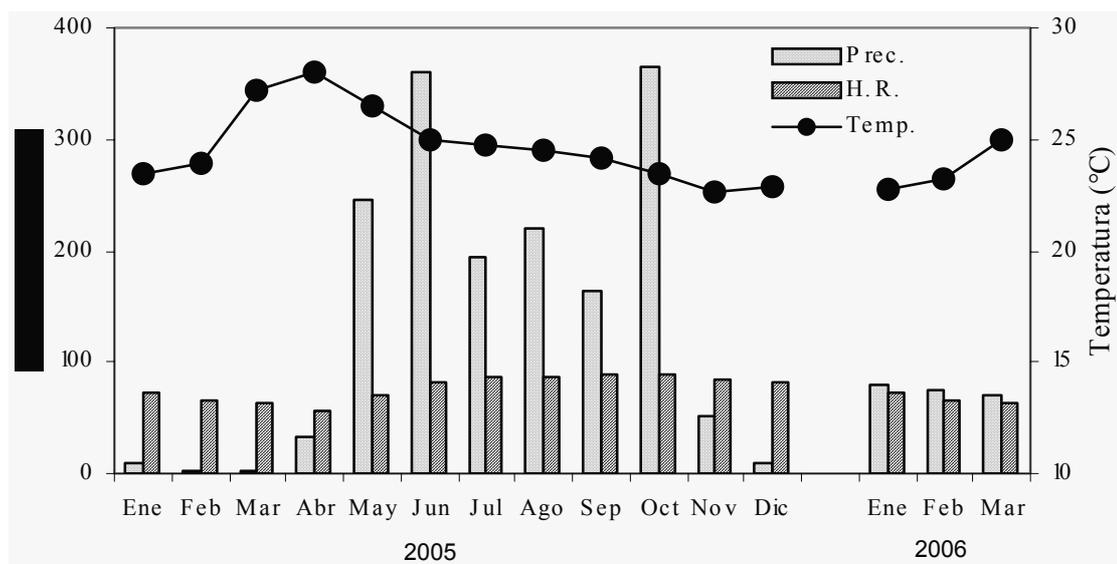


Figura 3. Promedios de precipitación (Prec.), temperatura (Temp.) y humedad relativa (H. R.) Estación Metereológica de Somoto. INETER, 2006.

Las muestras de suelo provenientes del área experimental fueron analizadas antes del establecimiento del cultivo, y posteriormente enviadas al Laboratorio de Suelos y Aguas de la Universidad Nacional Agraria, con el objetivo de determinar el contenido químico-físico del suelo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis químico-físico del suelo en las parcelas experimentales. Finca del Señor José Méndez Vanegas. Comunidad El Castillito, municipio de Las Sabanas, Madriz. 2005-2006.

pH (H ₂ O)	MO %	N %	P Ppm	(Meq/100 g)		Partículas (%)		
				K		Arcilla	Limo	Arena
6.80	5.43	0.27	7.42	0.48		28	28	44

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). A nivel general, éste suelo es apto para el cultivo de fresa, aunque presenta deficiencia en fósforo. Según Alvarado (2001), un buen suelo para sembrar fresa debe tener altos porcentajes de materia orgánica, y contener al menos de 2 a 3 % de materia orgánica, de 1.5 a 2 % de nitrógeno total, y de 50 a 70 ppm de fósforo asimilable.

3.2 Material genético y descripción de tratamientos

En el presente estudio se evaluaron dos niveles de lombrihumus (3,000 y 6,000 kg ha⁻¹) y dos niveles de biofertilizante (200 lt ha⁻¹ y 400 lt ha⁻¹) sobre las variedades o genotipos de fresa Britget, Festival y Chandler. Se utilizó un diseño en Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglos en parcelas subdivididas con tres réplicas, en donde los factores involucrados fueron representados por los niveles de lombrihumus (humus de lombriz) aplicados al suelo y biofertilizantes asperjado de manera foliar, así como las variedades. El cultivo se sembró similar al de los productores, estableciendo bancos lineal de 1.0 m de ancho y 8.0 m de largo, con una altura de camellón de 0.30 m. El método de siembra fue tres bolillos (con dos surcos), la distancia entre surco fue de 0.40 m, y la distancia entre plantas fue de 0.30 m, y los bancos separados a 0.80 m. Las parcelas experimentales fueron de 2 m² para un total de 300 m², incluyendo franjas externas e internas.

Según Bollo (2005); citado por Ortega (2006), el lombrihumus puede contener 5 veces mas nitrógeno; 7 veces más fósforo; 5 veces más potasio y 2 veces más calcio que el material orgánico que ingirieron (Anexo, Cuadro 1A). El análisis químico de lombrihumus y biofertilizante no se logró hacer debido al costo económico.

Los ingredientes del biofertilizante fueron los siguientes: 9.1 kg de estiércol fresco, 40 lt de suero y 4 lt de melaza 160 lt de agua, dejándose fermentar por 22 días.

Cuadro 2. Niveles y factores evaluados. Comunidad El Castillito, municipio de Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.

	Factor A Cultivar de fresa	Factor B Lombrihumus (kg ha ⁻¹)	Factor C Biofertilizante (lt ha ⁻¹)
Nivel	a1. Festival	b1. 3,000	C1. 200
	a2. Britget	b2. 6,000	C2. 400
	a3. Chandler		

3.3 Manejo del experimento

Establecimiento de semillero. El semillero fue establecido por los productores al inicio de mayo contiguo a las parcelas experimentales. Se seleccionaron las plantas madres de mayor vigor y uniformidad, y se seleccionaron las coronas o tallo principal como semilla de reproducción.

Picado (mullido) y nivelado de suelo. La nivelación se efectuó el 9 de julio del 2005, y se aplicó el humus de lombriz o lombrihumus (3,000 y 6,000 kg ha⁻¹) y *Trichoderma harzianum* con el objetivo de controlar las principales plagas de suelo, principalmente gallina ciega (*Phillophaga* spp.) (Anexo, Figura 2A).

Desinfección del suelo. El suelo fue desinfectado el 10 de julio del 2005 con cal a razón de 2000 kg ha⁻¹.

Tendido y trenzado de plástico. Este fue tendido el 13 de julio del 2005 para utilizarse durante el período que permanezca el cultivo en el campo (Anexo, Figura 3A). Antes del agujereado y la siembra, el plástico (polietileno negro calibre 1000) fue utilizado por 3 días para desinfectar el suelo, y posteriormente se estableció la siembra. El empleo de los plásticos (acolchado) de polietileno en los cultivos, incrementan la productividad, ya que dan protección al cultivo tanto contra eventos ambientales como biológicos, señalando entre ellos los extremos de temperatura, la pérdida de agua por evaporación del suelo, la presencia de malezas, la incidencia de plagas y enfermedades (Sánchez *et al.*, 2001).

Agujereado del plástico. Este se realizó sobre el plástico de polietileno con una botella de plástico y cortado con una navaja transversalmente el 16 de julio (Anexo, Figura 4A).

Delimitación del área experimental. Las parcelas experimentales fueron estaqueadas, marcadas y delimitadas el 17 de julio del 2005.

Siembra. Las plántulas fueron establecidas en cada hoyo el 18 de julio del 2005. El método de siembra fue a 3 bolillos, localizándose 13 plantas en cada unidad experimental, contabilizándose un surco de 6 y otro de 7 plantas (Anexo, Figura 5A).

Resiembra. Las plántulas que no lograron establecerse fueron reemplazadas por otras plántulas del semillero a finales de julio del 2005.

Control de malezas. El manejo fue realizado de forma manual a partir del 12 de noviembre del 2005. Las malezas encontradas fueron: coyolillo (*Cyperus esculentus* L.), pata de gallina (*Cynodon dactylon* (L) pers), zacate burro (*Sporobolus poiretii* (Roem. Schult.) Hitchc), flor azul (*Ageratum conyzoides* L.), flor amarilla (*Baltimora recta* L.) y culantrón (*Lepidium virginicum* L.).

Poda sanitaria. Las hojas secas y enfermas fueron eliminadas de las parcelas experimentales cada 15 días después de establecida las plántulas en las parcelas experimentales.

Control de plagas y enfermedades. Se utilizó el insecticida, acaricida-piretroide Brigadier 0.3GR (Bifentrina) el 15 de octubre del 2005 para el control de plagas del suelo razón de 2.34 kg ha⁻¹, Neem el 15 y 22 de noviembre del 2005 para el control de chicharrita (*Empoasca* sp.), a razón de 1.56 lt ha⁻¹, Caldo Sulfocálcico el 30 de enero del 2006 para el control de enfermedades: mancha café en las hojas (*Marssonina fragariae*), pudrición de raíz (*Phytophthora* spp.), moho gris (*Botrytis cinerea*) y antracnosis (*Colletotrichum fragariae*); entre otras, a razón de 7.78 kg ha⁻¹, y

Trichoderma el 12 de julio del 2005 para el control de gallina ciega (*Pyilophaga* sp.) a razón de 0.56 kg ha⁻¹.

Fertilización. La fertilización empleada fue conformada y consensuada con el productor, y tomando en cuenta las características de sus suelos. Se aplicó lombrihumus a razón de 2 y 4 libras en las unidades experimentales (3,000 y 6,000 kg ha⁻¹) incorporado al suelo el 12 de julio del 2005. De igual manera, se aplicó 1 y 2 lt de Biofertilizante foliar en las unidades experimentales (200 y 400 lt ha⁻¹) el 15 de octubre del 2005, y a partir de esta fecha se aplicó Biofertilizante cada 15 días.

Riego. Las cintas para el riego (tubería de plástico de ¾ de pulgadas) se instalaron el 4 de enero del 2006, y a partir de esta fecha se regó dos veces por semana.

Desbotone o corte de flores. Eliminación de botones florales se realizó a partir del 4 de agosto del 2005 con el objetivo de uniformar floración, y posteriormente la cosecha. También se procedió a uniformar los tallos a 4 coronas.

Cosecha. Se efectuaron cosechas el 5, 15, 21 y 28 de diciembre del 2005; el 5 y 19 de enero, el 9 y 24 de febrero, y el 10 y 17 de marzo del 2006 (Anexo, Figura 7A). El productor realizó otras cosechas de menores cantidades que no fueron incluidas.

3.4 Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron seleccionadas tomando en cuenta la estructura particular de la planta de fresa, las consideraciones de los productores de fresa de El Castillito (Las Sabanas) y estudios de caracterización que ha realizado el Programa de Recursos Genéticos Nicaragüenses en otros frutales. A continuación se describen las variables estudiadas:

3.4.1 Variables de tallo y hoja

Par medir las variables de tallo y hojas en plena fructificación del cultivo de fresa se utilizó el vernier y regla milimetrada.

Longitud del pecíolo

La altura o longitud del pecíolo se midió en la corona principal en centímetro (cm), desde la base de la corona hasta donde inicia la hoja trifoliada, tomando como muestra diez plantas de la unidad experimental. La medición fue realizada en diciembre del año 2005.

Ancho del pecíolo

El ancho del pecíolo se midió en la corona principal en milímetro (mm), en la parte central del pecíolo principal, tomando como muestra diez plantas de la unidad experimental. La medición fue realizada en diciembre del año 2005.

Ancho del foliolo

El ancho del foliolo central de la hoja trifoliada se midió en milímetro en la parte central del foliolo central en la corona principal en centímetro, tomando como muestra diez plantas de la unidad experimental. La medición fue realizada en diciembre del año 2005.

Longitud del foliolo

La longitud del foliolo central de la hoja trifoliada se midió en centímetro la parte longitudinal del foliolo central en la corona principal en centímetro, tomando como muestra diez plantas de la unidad experimental. La medición fue realizada en diciembre del año 2005.

3.4.2 Variables de fruto y rendimiento

Para medir las variables de fruto y rendimiento en plena fructificación del cultivo de fresa se utilizó el vernier, regla milimetrada, balanza, probetas de 100 ml, refractómetro, baldes y cajas para las cosechas.

Número de frutos por planta

El número de frutos por planta se determinó en las cosechas realizadas, y se promediaron los valores de las cosechas.

Peso de frutos por planta

El peso de frutos en gramos (g) por planta se determinó en las cosechas realizadas, y se promediaron los valores de las cosechas.

Diámetro del fruto

El diámetro del fruto (vista frontal) se midió en milímetro con el vernier en la parte media de diez frutos de la unidad experimental. Se determinó en las cosechas realizadas, y se promediaron los valores de las cosechas.

Espesor del fruto

El espesor del fruto (vista lateral) se midió en milímetro en la parte media de diez frutos de la unidad experimental. Se determinó en las cosechas realizadas, y se promediaron los valores de las cosechas.

Longitud del fruto

La longitud del fruto (vista longitudinal) se midió en milímetro en la parte longitudinal media de diez frutos de la unidad experimental. Se determinó en las cosechas realizadas, y se promediaron los valores de las cosechas.

Volumen del fruto

El volumen del fruto se midió en centímetro cúbico (cm³), tomando en cuenta la cantidad de agua que desaloja el fruto en una probeta, muestreando 5 frutos seleccionados al azar en la unidad experimental. Se determinó en las cosechas realizadas, y se promediaron los valores de las cosechas.

Grados brix

La concentración de sólidos solubles o grados brix (°Brix) se determinó a través de un refractómetro muestreándose 5 frutos seleccionados al azar en la unidad experimental. Se determinó en las cosechas realizadas, y se promediaron los valores de las cosechas.

Rendimiento en kg ha⁻¹

Se pesaron las frutas de las unidades experimentales en los meses de cosechas, y posteriormente se uniformaron a kg ha⁻¹. La mayor parte de esta labor la realizó el productor. Se procedió a cosechar en los meses de diciembre (días 5, 15, 21 y 28) del año 2005, en enero (días 5 y 19), en febrero (días 9 y 24), y en marzo (días 10 y 17) del año 2006.

3.5 Evaluación de plagas y enfermedades

Las enfermedades se evaluaron de manera preliminar en el mes de diciembre, en donde se obtuvieron el mayor número de cosechas.

3.5.1 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 % 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

La severidad fue evaluada una cada mes.

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

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

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.

3.5.2 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 Nacional Agraria, donde se desinfectaron con NaClO_3 al 5 % por 2 minutos y 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 microscopio óptico y la ayuda de literatura especializada como la de APS (1998); Barnett y Hunter (1998); Toledo y Aguirre (1999).

3.6 Análisis de la información

La información fue procesada en hojas electrónicas para su posterior análisis estadístico con SAS (v. 8.2). Los datos continuos fueron sometidos a análisis de varianza (ANDEVA), agrupación de valores medios a través de LSD ($\alpha=0.05$) o Diferencia Mínima Significativa. El modelo aditivo lineal utilizado para el ANDEVA fue el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + \beta_i + \tau_j + (\beta\tau)_{ij} + \alpha_k + (\tau\alpha)_{jk} + (\beta\tau\alpha)_{ijk} + \delta_l + (\tau\delta)_{jl} + (\alpha\delta)_{kl} + (\tau\alpha\delta)_{jkl} + \varepsilon_{ijkl}$$

$i = 1, 2, \text{ y } 3$ réplicas

$j = 1, 2, \text{ y } 3$ variedades de fresa (Festival, Britget y Chandler)

$k = 1 \text{ y } 2$ niveles de lombrihumus ((3,000 y 6,000 kg ha⁻¹)

$l = 1 \text{ y } 2$ niveles de biofertilizantes ((200 y 400 lt ha⁻¹)

donde,

Y_{ijkl}	Es cada una de las observaciones medidas en los distintos tratamientos
μ	Es el efecto de la media poblacional
β_i	Es el efecto del i -ésimo bloque
τ_j	Es el efecto de la j -ésima nivel de variedad
$(\beta\tau)_{ij}$	Es la varianza del error para evaluar la parcela principal
α_k	Es el efecto del k -ésimo nivel de lombrihumus
$(\tau\alpha)_{jk}$	Es el efecto de j -ésima nivel de variedad y el k -ésimo nivel de lombrihumus
$(\beta\tau\alpha)_{ijk}$	Es la varianza del error para evaluar la parcela secundaria
δ_l	Es el efecto del l -ésimo nivel de biofertilizante
$(\tau\delta)_{jl}$	Es el efecto de la j -ésima nivel de variedad y el l -ésimo nivel de biofertilizante
$(\alpha\delta)_{kl}$	Es el efecto del k -ésimo nivel de lombrihumus y el l -ésimo nivel de biofertilizante
$(\tau\alpha\delta)_{jkl}$	Es el efecto de la j -ésima nivel de variedad, del k -ésimo nivel de lombrihumus y el l -ésimo nivel de biofertilizante
ε_{ijkl}	Es la varianza del error para evaluar la sub-parcela

De igual manera, se conformó un análisis de covarianza (ANDECOVA) para el rendimiento. Con esto se determinó la dependencia que tuvo el rendimiento tanto de los niveles de lombrihumus como de los niveles de biofertilizante.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Evaluación de los factores estudiados

Mediante el análisis estadístico (Cuadro 3), se determinó que no hubo efecto significativo en el bloqueo ($Pr > 0.05$) sobre las variables evaluadas; no así, para el caso de las variedades, en donde la longitud del foliolo, variables de fruto y rendimiento total mostraron significación estadística ($Pr < 0.05$). En cuanto a la interacción triple (Variedad*Humus*Biofertilizante), se observó efecto altamente significativo para el rendimiento total.

Los niveles de lombrihumus aplicados mostraron efecto significativo en la longitud del pecíolo ($Pr = 0.0001$), ancho del pecíolo ($Pr = 0.0001$), número y peso de frutos ($Pr = 0.0364$), rendimiento en diciembre 2005 ($Pr = 0.0049$), febrero 2006 y ($Pr = 0.0111$) y rendimiento total ($Pr = 0.0015$).

En cuanto al efecto de biofertilizante sólo el peso de frutos, rendimiento en diciembre y rendimiento total mostraron significación estadística ($Pr < 0.01$).

La longitud del pecíolo, número y peso de frutos por planta, al igual que el rendimiento obtenido en diciembre, en marzo y rendimiento total resultaron significativo ($Pr < 0.05$) en la interacción Variedad*Humus; no así, en el resto de variables. De igual manera, no se encontraron diferencias estadísticas en las variables para la interacción Variedad*Biofertilizante, con excepción de la longitud del fruto ($Pr = 0.0385$). La interacción Humus*Biofertilizante no presentó efecto sobre las variables evaluadas (Cuadro 3).

El peso de frutos por planta y el rendimiento total fueron las únicas variables con significación estadística en los efectos principales (variedades, humus y biofertilizante), y la interacción Variedad*Humus (Cuadro 3). Por otro lado, el ancho del foliolo principal en la hoja trifoliada no fue afectado por ninguno de los factores principales, así como en las interacciones (Cuadro 3).

Cuadro 3. Significación estadística en los factores y variables estudiadas. Comunidad El Castillito, municipio de Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.

Variabes	Var.	Humus	Biofert.	Var*Humus	Var*Biofert.	Humus*Biofert.	R ²
Longitud del pecíolo	0.3522	0.0001	0.1196	0.0160	0.0711	0.8921	0.87
Ancho del pecíolo	0.1405	0.0001	0.1426	0.0804	0.6235	0.8456	0.69
Ancho del foliolo	0.0952	0.8832	0.2656	0.2636	0.2201	0.6606	0.68
Longitud del foliolo	0.0060	0.5000	0.3441	0.3020	0.2028	0.4927	0.55
No. de frutos/pta.	0.0416	0.0059	0.1701	0.0413	0.3456	0.1485	0.78
Peso de frutos/pta	0.0333	0.0364	0.0048	0.0315	0.3557	0.0649	0.70
Grados Brix	0.0406	0.4184	0.9782	0.2630	0.9347	0.6829	0.71
Diámetro del fruto	0.0317	0.7530	0.3441	0.6168	0.6051	0.1957	0.75
Espesor del fruto	0.0418	0.9667	0.5755	0.3559	0.5080	0.2391	0.75
Longitud del fruto	0.0334	0.9301	0.2532	0.5950	0.0385	0.2787	0.72
Volumen del fruto	0.0433	0.8397	0.8197	0.6935	0.0986	0.7077	0.76
Rendimiento Dic-2005	0.1655	0.0016	0.0049	0.0210	0.3069	0.9030	0.84
Rendimiento Ene-2006	0.8511	0.7037	0.2707	0.5946	0.7798	0.9293	0.75
Rendimiento Feb-2006	0.0456	0.0111	0.3739	0.2690	0.2768	0.4176	0.71
Rendimiento Mar-2006	0.8494	0.4661	0.2775	0.0018	0.8933	0.4421	0.82
Rendimiento Total	0.0444	0.0015	0.0095	0.0364	0.1972	0.6523	0.90

Si $Pr \leq 0.05$ es significativo ($\alpha=0.05$), de lo contrario es no significativo

Var.=Variedad, Humus=Lombrihumus; Biofert=Biofertilizante. R² es el coeficiente de determinación.

4.1.1 Variables de tallo y hoja

Según Chow (1990), el crecimiento y desarrollo de las plantas dependen de las condiciones edafoclimáticas, bióticas y de la especie en estudio, las que no deben considerarse de forma independiente.

Longitud del pecíolo

La longitud del pecíolo presentó un rango entre 8.65 y 7.85 cm para la variedad Festival y Chandler, respectivamente, con un valor intermedio la variedad Britget. En cuanto a la cantidad de humus aplicado, el mayor valor de humus obtuvo un promedio de 7.47 cm, y la menor aplicación logró un valor de 5.81 cm (Cuadro 4). La dosis de biofertilizante de 400 lt ha⁻¹ obtuvo un promedio de 6.74 cm, y 5.03 cm para la dosis de 200 lt ha⁻¹, diferenciándose estadísticamente, según LSD. La interacción Variedad*Humus resultó significativa (Pr=0.0160), y los mayores valores promedios se obtuvieron en la mayor dosis de lombrihumus y la variedad Britget (Anexo, Cuadro 2A).

Ancho del pecíolo

Al igual que la longitud del pecíolo, el ancho del pecíolo tuvo similar comportamiento. Los mayores valores lo obtuvo Festival (6.12 mm) y el menor valor Chandler (5.62 mm). Sólo el humus resultó significativo, con valores entre 6.74 y 5.03 mm, para 6,000 y 3,000 kg ha⁻¹, respectivamente (Cuadro 3).

Ancho del foliolo

El ancho del foliolo, no presentó diferentes categorías estadísticas según LSD. Se obtuvieron rangos entre 4.01 y 3.14 cm para la variedad Festival y Britget, respectivamente. Promedios de 3.55 y 3.59 cm para el humus, 3.73 y 3.41 cm para el biofertilizante, correspondiendo éstos a los mayores valores en los factores (Cuadro 4).

Cuadro 4. Comparación de valores medios en las variables de pecíolo y folíolo para los efectos principales. Comunidad El Castillito, municipio de Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.

Factores	Niveles	Longitud del pecíolo (cm)	Ancho del pecíolo (mm)	Ancho del folíolo (cm)	Longitud del folíolo (cm)
Variedad	Festival	8.65 a	6.12 a	4.01 a	4.56 a
	Britget	7.97 a	5.63 a	3.14 a	3.71 b
	Chlander	7.85 a	5.62 a	4.00 a	4.25 a
Humus (kg ha ⁻¹)	6,000	7.47 a	6.74 a	3.55 a	4.25 a
	3,000	5.81 b	5.03 b	3.59 a	4.02 a
Biofertilizante (lt ha ⁻¹)	400	6.74 a	6.03 a	3.73 a	4.26 a
	200	5.03 b	5.71 a	3.41 a	4.08 a

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

Longitud del folíolo

El folíolo varió estadísticamente en cuanto a longitud se refiere. La variedad Festival mostró el más alto valor con 4.56 cm, seguido de Chandler y Britget, con 4.25 y 3.71 cm, respectivamente (Cuadro 4).

4.1.2 Variables de fruto

Número de frutos

La variedad Britget presentó el mayor número de frutos por planta, seguido de Festival. En el factor lombrihumus como efecto principal se contabilizaron 11.58 frutos para la dosis de 6,000 kg ha⁻¹ y 7.19 para la dosis de 3,000 kg ha⁻¹. La mayor dosis de biofertilizante obtuvo el mayor número de frutos por planta, aunque no

hubo diferencias estadísticas según LSD (Cuadro 5). La interacción Variedad*Humus fue significativa ($Pr=0.0413$), y los mayores valores promedios se lograron en la mayor dosis de lombrihumus y la variedad Britget (Anexo, Cuadro 3A).

Peso de frutos

Las variedades Britget y Chandler presentaron los frutos de mayor peso (15.30 y 15.25 g, respectivamente), no así la variedad Festival. La fertilización orgánica tuvo efecto sobre esta variable, en donde los mayores valores medios en peso se lograron con los más altos niveles de fertilización, tanto con Humus como de Biofertilizante (Cuadro 5). La interacción Variedad*Humus mostró diferencias estadísticas ($Pr=0.0413$), sobresaliendo frutos de Chandler y Britget y las mayores dosis de biofertilizantes (Anexo, Cuadro 4A).

Grados Brix

La concentración de sólidos solubles (grados Brix) se midió utilizando un refractómetro de mano. Los frutos con mayor grado Brix se midieron en la variedad Britget con 9.93, y el menor valor en la variedad Chandler (8.30 °Brix). La variedad Festival resultó con los valores intermedios. No se observaron categorías estadísticas diferentes en los efectos principales (Cuadro 5).

Baraona y Barrantes, (1998), aseveran que el contenido nutritivo y grados Brixs del fruto varía según la variedad, volumen del fruto, fertilidad del suelo y condiciones climáticas.

Cuadro 5. Comparación de valores medios en las variables de fruto para los efectos principales. Comunidad El Castillito, municipio de Las Sabanas, Matanzas. 2005-2006.

Factores	Niveles	Número Frutos/pta.	Peso de frutos (g)	Brix (°)
Variedad	Britget	10.46 a	15.30 a	9.93 a
	Festival	8.30 ab	13.00 b	8.47 b
	Chandler	6.00 b	15.25 ab	8.30 ab
Humus (kg ha ⁻¹)	6,000	11.58 a	14.87 a	9.45 a
	3,000	7.19 b	12.24 b	8.95 a
Biofertilizante (lt ha ⁻¹)	400	10.35 a	14.50 a	9.21 a
	200	8.42 a	12.63 b	9.19 a

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

Diámetro de fruto

La variedad Chandler superó en más de dos cm a las otras variedades en cuanto a diámetro del fruto se refiere, esto debido a que esta variedad tiene una forma cuadrada, en cambio Festival y Britget tienden a ser más ovalada. Los rangos promedios fueron entre 35.00 y 32.66 mm de diámetro. Los valores promedios en los factores principales lombrihumus y biofertilizante no variaron significativamente (Cuadro 6).

Espesor de fruto

La variedad Festival promedió 29.20 mm en espesor, esto debido a que dicha variedad es alargada y de una forma redonda (vista transversalmente), superando así a las otras variedades, los efectos principales lombrihumus y biofertilizante

presentaron una media general de 29 mm, ubicándose en una misma categoría estadística según LSD (Cuadro 6).

Longitud de fruto

Generalmente, los frutos pequeños y medianos, y de mayor coloración rojo intenso, fueron los más dulces y aromáticos. Estas características hacen de que fueran muy apetecidas por el guazalo (*Didelphis marsupialis*) en las primeras horas del día o en la madrugada.

La variedad festival presentó los frutos de mayor longitud con 40.02 mm, superando a las otras variedades. Las aplicaciones de lombrihumus y biofertilizante no lograron diferenciar estadísticamente los valores promedios en esta variable (Cuadro 6).

Según Toledo (1999), los frutos de mejor calidad deben de tener un tamaño igual o mayor a los 25.0 mm, y no estar deformes. Estas características son superadas por los valores obtenidos en el presente estudio.

La interacción Variedad*Biofertilizante se diferenció estadísticamente ($P=0.0385$), y los mayores valores promedios se midieron en la variedad Festival con sus respectivas dosis de biofertilizante (Anexo, Cuadro 6A).

Volumen de frutos

La variedad Chandler obtuvo los frutos más grandes; por consiguiente el mayor volumen (28.50 cc), y aunque presentó los frutos más aromáticos, la producción fue

muy escasa. A la variedad Chandler le sigue la variedad Festival con 28.14 cc, siendo estadísticamente similares según LSD. En cuanto a lombrihumus los valores oscilaron entre 25.08 y 24.56 cc para 6,000 y 3,000 kg ha⁻¹, respectivamente. De igual manera, el mayor volumen en fruto (25.08 cc) se logró con 400 lt ha⁻¹ de biofertilizante (Cuadro 6).

Cuadro 6. Comparación de valores medios en las dimensiones de fruto para los efectos principales. Comunidad El Castillito, municipio de Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.

Factores	Niveles	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Longitud (mm)	Volumen (cc)
Variedad	Britget	32.66 a	29.03 a	37.53 b	21.50 a
	Festival	32.92 a	29.20 ab	40.02 a	28.14 ab
	Chandler	35.00 b	28.00 b	37.00 ab	28.50 b
Humus (kg ha ⁻¹)	6,000	32.64 a	29.16 a	38.82 a	25.08 a
	3,000	32.95 a	29.13 a	38.73 a	24.56 a
Biofert.lizante (lt ha ⁻¹)	400	33.27 a	29.37 a	39.38 a	25.08 a
	200	32.33 a	28.92 a	38.16 a	24.56 a

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

4.1.3 Rendimiento mensual y total

El rendimiento en los cultivos es un carácter cuantitativo, por tanto es afectado por factores edáficos y ambientales (Davis, 1985). Blandón y Arvizú (1991); citado por Sequeira (2004), menciona que es un carácter determinado por el genotipo, la ecología y el manejo agronómico de la plantación.

La cosecha señala el inicio de vida propia de la fruta una vez que ha sido desprendida de su matriz, lo que está asociado a un aumento en la tasa respiratoria con la consecuente degradación del producto; e intervienen una serie de consideraciones tecnológicas que le imprimen un alto grado de complejidad a esta labor (Dinamarca *et al.*, 1987). Las fresas se deben cosechar y ser manejadas muy detenidamente. La fruta debe ser firme, de buen color, y libre de la pudrición. Cuando se cosecha en el tiempo correcto y se maneja apropiadamente, las fresas permanecerán en buen estado por unos pocos días.

En el presente estudio, la mayor producción se obtuvo en diciembre, bajando gradualmente en los siguientes meses. La producción de Chandler fue de unos pocos frutos, esto debido principalmente a la calidad de la semilla (según comentarios del productor). En cuanto al rendimiento total (10 cosechas), la variedad Britget superó los 5,800 kg ha⁻¹, seguido de Festival. Las mayores dosis de lombrihumus y biofertilizante presentaron los más altos rendimientos. APENN (1996) bajo el manejo convencional, reporta en Jinotega rendimientos de 3,882 kg ha⁻¹ cosechados durante 4 a 5 meses. En el Cuadro 7, se puede apreciar que estos valores logrados en Jinotega son superados por los rendimientos promedios del presente estudio obtenidos mediante un manejo orgánico.

La interacción Variedad*Humus mostró efecto significativo (Pr=0.0364), y los mayores valores promedios se lograron con la variedad Britget y Festival con dosis de biofertilizante de 6,000 kg ha⁻¹ (Anexo, Cuadro 5A).

Toledo (2003), reporta rendimientos de 14,000 y 19,000 kg ha⁻¹ durante 5 meses en La Esperanza, Honduras, del cual el 50 ó 60 % es fruta de primera calidad, y afirma que los rendimientos varían y dependen del manejo de la plantación. En Costa

Rica, Barahona y Barrantes (1998), señalan promedios de producción entre 30,000 y 50,000 kg ha⁻¹ 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 resto del año. Cabe señalar que los rendimientos antes mencionados son producto de un manejo convencional.

Cuadro 7. Comparación de valores medios en el rendimiento (kg ha⁻¹) para los efectos principales. Comunidad El Castillito, municipio de Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.

Factores	Niveles	Dic-2005 (4 cos.)	Ene-2006 (2 cos.)	Feb-2006 (2 cos.)	Mar-2006 (2 cos.)	Total (10 cosechas)
Variedad	Britget	2,790.8 a	697.1 a	1,545.0 a	799.6 a	5,833.0 a
	Festival	1,579.2 a	807.1 a	1,460.0 a	650.4 a	4,497.0 a
	Chandler	-	-	341.00 b	-	341.00 b
Humus (kg ha ⁻¹)	6,000	2,731.7 a	850.8 a	1,938.6 a	759.6 a	6,156.7 a
	3,000	1,638.3 b	755.0 a	1,190.4 b	690.4 a	4,172.5 b
Biofertilizante (lt ha ⁻¹)	400	2,650.4 a	944.1 a	1,648.6 a	777.1 a	5,741.7 a
	200	1,719.6 b	670.1 a	1,456.3 a	672.9 a	4,587.5 b

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

Las fresas producidas de manera convencional, generalmente no son tan rojas, ya que son cosechadas inmaduras, además el sabor no es muy bueno. Los agricultores orgánicos, que cosechan fruta en pequeña escala pueden competir fácilmente con las fresas de los supermercados ofreciendo una fruta más fresca y más sabrosa a los consumidores locales (Guerena *et al.*, 2003).

Las 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 (a través de 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, pero los precios pueden ser un 50 % más alto, haciendo el sistema orgánico más rentable.

Los tratamientos (interacción) conformados mostraron significación estadística ($Pr=0.0032$). El comportamiento del rendimiento de la variedad Britget presentó una dependencia directa con los niveles de lombrihumus ($r=0.70$, $Pr=0.0244$), no así para el caso de los niveles de biofertilizante ($r=0.70$, $Pr=0.2421$). Esta relación significativa con lombrihumus se muestra en la Figura 4. La variedad Festival, no manifestó dependencia significativa con los niveles de fertilización orgánica ($r=0.39$, $Pr=0.5421$), según el ANDECOVA.

La interacción triple resultó altamente significativa en los tratamientos (Variedad, Biofertilizantes y Lombrihumus) para el rendimiento total. En la Figura 4, se puede observar que los mayores rendimientos se obtuvieron en la variedad Britget aplicando 400 lt ha^{-1} de biofertilizante, y $6,000 \text{ kg ha}^{-1}$ de lombrihumus con rendimiento promedio superior a los 8 mil kg ha^{-1} . La variedad Festival presentó los rendimientos más uniformes, con un rango entre 4,025.00 y 5,263.33 kg ha^{-1} , cuyo valor promedio fue de 4,500 kg ha^{-1} . Por el contrario, la producción de la variedad Chandler fue insignificante (Figura 4).

Carballo y Scalone (2005), afirman que existe rentabilidad cuando el rendimiento está entre 6,000 y 7,000 kg ha^{-1} ; siendo estos rendimientos superados por la variedad Britget cuando se aplican $6,000 \text{ kg ha}^{-1}$ con las dosis de lombrihumus evaluadas.

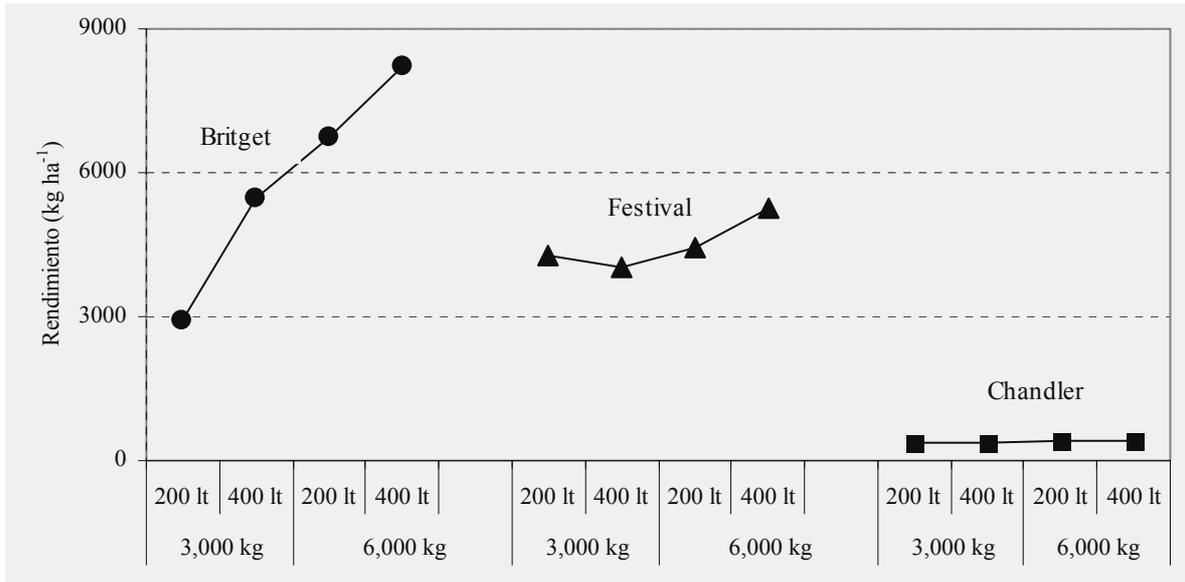


Figura 4. Comparación del rendimiento total (kg ha⁻¹) obtenido en 10 cosechas. El Castellito, municipio de Las Sabanas, Madríz.

4.2 Identificación de plagas

El cultivo de fresa, al igual que otros cultivos también es atacado por un sinnúmero de plagas y enfermedades. La reciente introducción de variedades de este cultivo a las pocas localidades del país donde se adapta, hace que aún no se puedan apreciar muchas de las plagas comunes reportadas en otros países, esto por las condiciones edafoclimáticas y por que la fresa hoy en día no existe en un sistema extensivo.

Las actuales variedades de fresa son el resultado de un largo proceso de selección, en el que se ha tenido como meta ofrecer frutos con características de forma, y color acordes con las exigencias del mercado. Junto con esa selección, también se ha desarrollado una tecnología que debe aplicarse para obtener el producto en la cantidad y calidad deseada. Buena parte de esa tecnología gira alrededor del manejo de enfermedades, ya que los nuevos cultivares son cada vez más

dependientes del hombre para sobrevivir sanos y vigorosos, dado que han perdido muchos de los genes de resistencia que tenían sus progenitores silvestres. Esa dependencia se refleja en el alto costo de la infraestructura y de la mano de obra para ejecutar las múltiples prácticas culturales durante el ciclo del cultivo y en postcosecha (Barahona y Barrantes, 1998).

4.2.1 Plagas insectiles

Aunque los problemas de insectos plagas varían con el lugar de producción, los insectos plagas más comunes de fresa incluyen la oruga blanca o gallina ciega (Guerena *et al.*, 2003), ácaros como arañita roja (*Tetranychus urticae*), ácaro del brote (*Steneofarsenemus pallidos*), gusanos cortadores (*Prodenia spodoptera*), y nemátodos, entre otros (Barahona y Barrantes, 1998). Gómez, 2006, identificó y describió en campos de fresa del municipio Las Sabanas, Somoto, la ocurrencia poblacional de las principales familias de insectos plagas tales como: Chrysomelidae, Scarabeidae, Curculionidae, Pentatomidae, Lygaeidae y Gryllidae.

Los escarabajos de la superfamilia Scarabaeoidea o Lamelicornios son conocidos en su estado larval como gallina ciega o chogote. Sus hábitos de alimentación son muy variados, sobre todo para los adultos, ya que las larvas en términos generales tienden a alimentarse de materia orgánica en descomposición tanto de origen animal como vegetal (APS, 1998). En el cultivo de la fresa, la larva causa daños al eliminar pelos radicales, raicillas o las paredes de raíces más gruesas. En el tercer estado, la larva ataca todas las raíces y la parte subterránea del tallo, pero sin profundizar en la corona, lo que permite que la planta sobreviva. Normalmente, esta larva se relaciona con los altos contenidos de materia orgánica en el suelo,

dado que este favorece la formación de nuevas raíces, enriqueciendo de este modo el medio para la supervivencia de la plaga (Barahona y Barrantes, 1981).

En el presente estudio, se identificaron plagas sobre el cultivo de fresa, siendo la gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) la plaga insectil que causó los mayores daños en las plántulas y plantas de fresa (Anexo, Figura 8A), esta plaga también es reportada en otros países (Guerena *et al.*, 2003). Los daños fueron localizados en área dentro de los canteros. Se observó un marchitamiento de la planta y raíces, por lo que se podían extraer fácilmente del suelo. Las plantas severamente atacadas mostraron un color de café a rojizo, y posteriormente murieron.

No se encontraron daños significativos por insectos masticadores. El propietario de la finca, señor José Méndez, afirma que la chicoria o culantro (*Coriandrum sativum*) distribuido alrededor de sus parcelas experimentales sirve como repelente orgánico para muchos de estos insectos; esta especie también es mencionada por Hilje *et al.*, (2002).

4.2.2 Plagas mamíferas

En el presente estudio, el guazalo o zorro cola pelada (Anexo, Figura 9A) logró consumir hasta el 10 % de la producción de fresas maduras en las parcelas experimentales. Su actuar ocurrió en la medianoche y madrugada consumiendo las fresas aromáticas y dulces, y masticando otras fresas que quedaron en las parcelas sin ningún valor comercial. El productor atrapó algunos mamíferos y los liberó fuera de sus parcelas, y algunos fueron consumidos como alimento, aunque no son muy apetecidos. Para el control del zorro guazalo, el productor optó por cuidar su parcela con ayuda de un perro en los períodos de mayor producción.

El zorro guazalo, del nahual quauh-zalan, en medio de los árboles, de cuahuitl, árbol, y tzalan, entre o en medio de árboles; pertenece a la clase mammalia, subclase Theria, infraclase Metatheria, orden Marsupialia, suborden Ameridelphia, género *Didelphis*, especie *Didelphis marsupialis* Linnaeus. Es un marsupial originario de América, y en algunas zonas en peligro de extinción debido a su tipo de alimentación múltiple que hace que los agricultores lo exterminen. Es un marsupial de 64 cm de longitud, de los que 38 cm pertenecen a la cola, con cabeza de forma cónica con una franja oscura que atraviesa los ojos, cola prensil, y dedo pulgar oponible, lo que le da una gran destreza para trepar a los árboles, y pelaje de color café. Según Martínez y Michel, (2006), éstos mamíferos se pueden alimentar de aves, frutales, entre otras especies.

4.3 Identificación de enfermedades

En el cultivo de fresa o frutilla se reportan más de 100 enfermedades 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, rickettsias y nemátodos (APS, 1998).

En el presente estudio se identificaron algunas enfermedades tanto en las hojas (Anexo, Figura 10A) como en los frutos (Anexo, Figura 11A). A continuación se describen las principales enfermedades encontradas en las unidades experimentales. Dichas enfermedades no afectaron significativamente la producción del cultivo de fresa.

4.3.1 Enfermedades foliares

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

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

La mancha café fue la enfermedad de mayor relevancia registrada durante el presente estudio. Los principales síntomas se caracterizan por manchas irregulares de color café o púrpura sobre la superficie de la hoja. La enfermedad afecta pedúnculos, pedicelos y sépalos. Se desarrolla a temperaturas entre 15 y 25 °C y lluvias frecuentes (APS, 1998).

En pecíolos y frutos forma lesiones alargadas, hundidas y de color rojizo. Las lesiones en pecíolos y pedúnculos causan la muerte de hojas y frutos al rodear la circunferencia de esas estructuras e interrumpir el paso de la savia (Baraona y Barrantes, 1998).

Los niveles de infección encontrados en plantas infectadas fueron entre el 5 % y 10 % en las hojas, y en algunos casos fueron observados en los tres genotipos evaluados; siendo la variedad Chandler la que mostró los menores valores de severidad.

4.3.2 Enfermedad de frutos

Las enfermedades de los frutos pueden aparecer al inicio de su formación o en cualquier fase del proceso de maduración hasta la cosecha y el almacenamiento. En presente estudio se identificaron cinco enfermedades afectando los frutos de fresa. Muchos de los síntomas producidos por los patógenos pueden ser confusos; no obstante, otros son muy fáciles de identificar como es el caso del moho gris (*Botrytis cinerea*) y antracnosis (*Colletorichum* spp.).

A nivel general, se realizó la evaluación de 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 los momentos promedios de evaluación (1 % de infección), aunque ésta variedad presentó la menor producción. Asimismo, el genotipo Britget alcanzó niveles de infección hasta un 10 % y en un nivel intermedio se ubicó el cultivar Festival (5 % de infección).

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio del cultivo de fresa en la comunidad El Castillito, Las Sabanas, Somoto, permiten hacer las consideraciones siguientes:

- Las variables evaluadas se diferenciaron estadísticamente en las variedades de fresas evaluadas. Asimismo; el rendimiento total fue afectado significativamente por los efectos principales, así como la interacción Variedad*Humus.
- El incremento en los niveles de lombrihumus y biofertilizante mostraron efecto en las variables evaluadas. Los mayores rendimientos se obtuvieron en la variedad Britget con la mayor fertilización orgánica, dependiendo más de los niveles de lombrihumus. Por el contrario, la variedad Chlander presentó una producción muy reducida, debido principalmente a que la semilla utilizada fue de mala calidad.
- El zorro guazalo (*Didelphis marsupialis*) y gallina ciega (*Phyllophaga* sp.); mancha café en las hojas (*Marssonina fragariae*) y antracnosis en frutos (*Colletotrichum fragariae*) afectaron la producción de fresa en la zona.

VI. RECOMENDACIONES

- Se precisa un estudio sobre el control del guazalo sin mermar las poblaciones silvestres en el área. Asimismo, organizar un manejo orgánico sobre la gallina ciega y enfermedades foliares, de frutos y de raíz.
- Se recomienda utilizar las dosis de 6,000 kg ha⁻¹ de humus y 400 lt ha⁻¹ de biofertilizante en las parcelas de los pequeños agricultores de Las Sabanas.
- Proponer estudios sobre la mejora de la calidad de la semilla y enmiendas para incrementar el contenido de fósforo en el suelo, mediante diferentes métodos de propagación, abonos verdes y rotación de cultivos, respectivamente.

VII. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Alvarado, Q., H., 2001. Manual del cultivo de fresa. Centro de Recursos Las Sabanas. Somoto, Madríz, Nicaragua. 24 p.

American Phytopathological Society (APS), 1998. Compendium of Strawberry Diseases. Second Edition. J. L. Maas. Beltsville, Maryland. 98 p.

APENN, 1996. Nicaragua for Export. Revista del exportador. Managua, Nicaragua. pp. 22-23.

Baraona M., C., y E., S., Barrantes. 1992. Manzana, melocotón, fresa y mora. Fruticultura especializada. Fruticultura II. Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. 19 p.

Barnett, H. L. y Hunter, B.B. 1998. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Fourth edition. St. Paul Minnesota U.S.A. 218 p.

Carballo S. y M. Scalone, 2005. Efecto de la temperatura y la aplicación post-de hielo seco en la calidad y vida útil de frutillas (*Fragaria x ananassa* Duch). El Montevideo, Uruguay. http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/lb/ad/2005/ad_397.pdf. 23 p.

Carballo S. y M. Scalone, 2006. Efecto del momento de empaque y la temperatura sobre la calidad y vida útil de frutillas (*Fragaria x ananassa* Duch). www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/lb/poster/2005/Poster_66.pdf.

CENAGRO, 2002. (Censo Nacional Agropecuario), 2,002. Nicaragua., 200 p.

Chow, W. 1990. Efecto de la fertilización fosfórica sobre el crecimiento y rendimiento de cuatro variedades de frijol común. 28 p.

- Corporación Colombia Internacional (CCI), 2006. Precios de la fresa fresca en la Unión Europea y Estados Unidos. Inteligencias de Mercados. Bogotá D. C., Colombia. Sistema de Inteligencia de Mercados (SIM). Precios Internacionales No. 41. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. http://www.cci.org.co/cci/cci_x/Sim/Precios%20Internacionales/PRECIOS%2041.pdf. 4 p.
- Dinamarca, P. V.; Pobrete R. S.; Sánchez F., 1987. Aspectos Técnico-Económicos en la Producción de Berries. Departamento Agroindustrial. Publicación Técnica No. 16, Junio 1986. Fundación Chile. Santiago de Chile, Chile. 16 p.
- Davis C. H., 1985. Conceptos básicos de genética de frijol. En frijol: Investigación y producción. CIAT. Calí, Colombia, p 81-87.
- Gómez, J. A. M., 2006. Descripción del comportamiento de insectos y enfermedades asociadas al cultivo de fresa (*Fragaria* spp.) en el municipio de La Sabana, departamento de Madriz. Tesis de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 101 p.
- Guerena M. G. Ames & H. Born, 2003. Fresas orgánicas y opciones para el manejo integrado de plagas: Guía de producción hortícola. Centro Nacional de Tecnología Apropiada (NCAT). Appropriate Technology Transfer for Rural Areas (ATTRA). 23 p.
- Hilje L., D. Kass, K. Prins, A. Schlönvoigt, M. Carballo, V. Sánchez, J. Jones, G. Sanabria, R. Granados, O. M. Castro, M. Saborío & G. del Valle, 2002. Prácticas de Agricultura Orgánica para el Manejo de la Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*) en Tomate, Validadas mediante Investigación Participativa. Memoria del II Encuentro de Investigadores en Agricultura Orgánica 2002. http://www.infoagro.go.cr/organico/28.Practicas_manejo.htm. 2 p.
- IBALPE, 2002. Enciclopedia virtual. <http://www.ibalpe.com.mx/>
- INETER, 2005. Datos climatológicos del año 2004. Departamento de meteorología.

- Laboratorio de Suelos y Aguas (LABSA). 2006. Informe de resultados de muestras de suelo. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 2 p.
- López A. H. y F. J. Hernández, 2006. Una alternativa sostenible y rentable en la zona de reserva natural La Patasta, producción orgánica de fresa en la comunidad de El Castillito. Memorias de Resúmenes en CD y <http://orgprints.org/10373/01/ochoa-et-al-2006-encuentro.pdf>, 26 al 29 de septiembre de 2006. 1er. Encuentro Latinoamericano y del Caribe de productores experimentadores y de investigadores en agricultura orgánica. Managua, Nicaragua. p. 69-70.
- Martínez J. C. y Michel M. M. 2006. LISTA PATRON DE MAMIFEROS DE NICARAGUA. <http://www.bio-nica.org/Mammalia/Lista.htm>. Tomado de: Martínez-Sánchez, J. C., S. Morales Velásquez & Edgar A. Castañeda Mendoza. 2000. Lista patron de los Mamíferos de Nicaragua. 35 p.
- Elizabeth J. Mitcham E., J.; C. H. Crisosto & A. A. Kader. Fresa: (Frutilla): Recomendaciones para Mantener la Calidad Postcosecha. <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Espanol/Fresa.shtml>. Department of Plant Sciences. University of California. Department of Pomology, University of California, Davis, CA.
- Ortega S. C. 2006. Efecto de dos distancias de siembra y cinco niveles de fertilización orgánica sobre el crecimiento de una plantación de dos años de cedro rosado de la india (*Acrocarpus frxinifolius*) en la comarca Las Mercedes, Boaco. Tesis de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 56 p.
- Quintana, B. O.; J. Blandón, J. Flores y A. E. Mayorga, 1992. Manual de fertilización para los suelos de Nicaragua. UNA-Consultora Profesional Indígena (INDOCONSUL S.A). Managua, Nicaragua. 75 p.
- Rivera G. J. M., 1998. Efecto de 4 biofertilizantes (EM-BOKASHI) sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de Ing. Agr. Universidad nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 65 p.

- Sánchez, E., J. A. Troncoso, R. Sánchez & M. Esqueda, 2001. Efecto de biofertilizantes em cultivo de melón acolchado con polietileno. Xonora, México. <http://www.ciad.mx/boletin/jul-ago-02/Efecto%20de%20Biofertilizantes.pdf> . 2 p.
- Sequeira R. G. A., 2004. Evaluación de diferentes porcentajes de lombrihumus y suelo, como sustrato en la producción de posturas de chiltoma (*Capsicum annum* L.) en bandejas para trasplante. Tesis de Ing. Agr. Universidad nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 41 p.
- Téliz Ortiz, D. y Castro Franco, J. 1974. Cultivo de la Fresa en México. Folleto de Divulgación No. 48. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). México. 33 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.
- Urrutia, S. G.; Buzeta A., 1986. Mercado y cultivo de Berries. Capítulo 3: Descripción de Especies y Requerimientos de los Cultivos. Departamento Agroindustrial. Fundación Chile. Santiago de Chile, Chile. 25 p.
- USAID/Nicaragua. 2004. Cultivos alternativos restauran y mejoran la producción. Htm.
- WIKIPEDIA (2006). Fragaria. WIKIPEDIA: La encyclopedia libre. <http://es.wikipedia.org/wiki/Frutilla>. Tomado de Darrow, George M. (1966), *The Strawberry: History, Breeding and Physiology*, New York: Holt, Rinehart and Winston.

ANEXOS

ANEXOS

Cuadro 1A. Composición química de una muestra de lombrihumus.

Contenido	Composición	Contenido	Composición
Humedad	30-60 %	pH	6.8-7.2
Nitrógeno	1.0-2.6 %	Fósforo	2.0-8.0 %
Potasio	1.0-2.5 %	Calcio	2.0-8.0 %
Magnesio	1.0-2.5 %	Materia orgánica	30.0-70.0 %
Carbono orgánico	14-30 %	Ácido fúlvicos	2.8-5.8 %
Ácido húmico-fúlvico	1.5-3 %	Sodio	0.02 %
Cobre	0.05 %	Hierro	0.02 %
Manganeso	0.006 %	Relación N:C	10.0-11.0 %

Fuente: lombriz@lycos.com (Ortega, 2006).

Cuadro 2A. Comparación de valores medios en la variable longitud del pecíolo (cm) en la interacción Variedad*Humus. Comunidad El Castillito, municipio de Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.

Variedad	Humus (kg ha ⁻¹)	Media (cm)	Categoría
Britget	6,000	7.73	a
Festival	6,000	7.24	ab
Chandler	6,000	6.30	b
Festival	3,000	6.22	b
Chandler	3,000	6.00	bc
Britget	3,000	5.40	c

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

Cuadro 3A. Comparación de valores medios en el número de frutos por planta en la interacción Variedad*Humus. Comunidad El Castillito, municipio de Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.

Variedad	Humus (kg ha ⁻¹)	Media (g)	Categoría
Britget	6,000	14.2	a
Festival	6,000	10.90	ab
Britget	3,000	10.50	ab
Festival	3,000	10.30	ab
Chandler	6,000	6.85	c
Chandler	3,000	5.92	c

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

Cuadro 4A. Comparación de valores medios en la variable peso del fruto (g) en la interacción Variedad*Humus. Comunidad El Castillito, municipio de Las Sabanas, Matúz. 2005-2006.

Variedad	Humus (kg ha ⁻¹)	Media (g)	Categoría
Britget	6,000	15.42	a
Britget	3,000	14.78	ab
Chandler	6,000	15.35	ab
Chandler	3,000	15.38	ab
Festival	6,000	12.31	b
Festival	3,000	13.30	b

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

Cuadro 5A. Comparación de valores medios en la variable rendimiento total (kg ha⁻¹) en la interacción Variedad*Humus. Comunidad El Castillito, municipio de Las Sabanas, Matúz. 2005-2006.

Variedad	Humus (kg ha ⁻¹)	Media (kg ha ⁻¹)	Categoría
Britget	6,000	7,470.83	a
Festival	6,000	4,842.50	b
Britget	3,000	4,194.17	bc
Festival	3,000	4,150.83	c
Chandler	6,000	435.00	d
Chandler	3,000	425.00	d

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

Cuadro 6A. Comparación de valores medios en la variable longitud del fruto (mm) en la interacción Variedad*Biofertilizante. Comunidad El Castillito, municipio de Las Sabanas, Matúz. 2005-2006.

Variedad	Biofertilizante (lt ha ⁻¹)	Media (mm)	Categoría
Festival	400	43.50	a
Festival	200	36.67	b
Britget	400	31.50	ab
Britget	200	31.17	ab
Chandler	400	31.00	ab
Chandler	200	30.00	b

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



Figura 1A. Hojas, flores y fruto en la planta de fresa. Comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.



Figura 2A. Picado, mullido y nivelado del suelo en los canteros. Comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.



Figura 3A. Tendido de plástico en los canteros. Comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.



Figura 4A. Sistema de siembra tres bolillos y hoyado del plástico. Comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.



Figura 5A. Canteros listos para la siembra y siembra. Comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.



Figura 6A. Plena fructificación en la fresa. Comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.



Figura 7A. Recolección, empackado y traslado de fresa. Comunidad El Castillito, Las Sabanas. Madríz. 2005-2006.

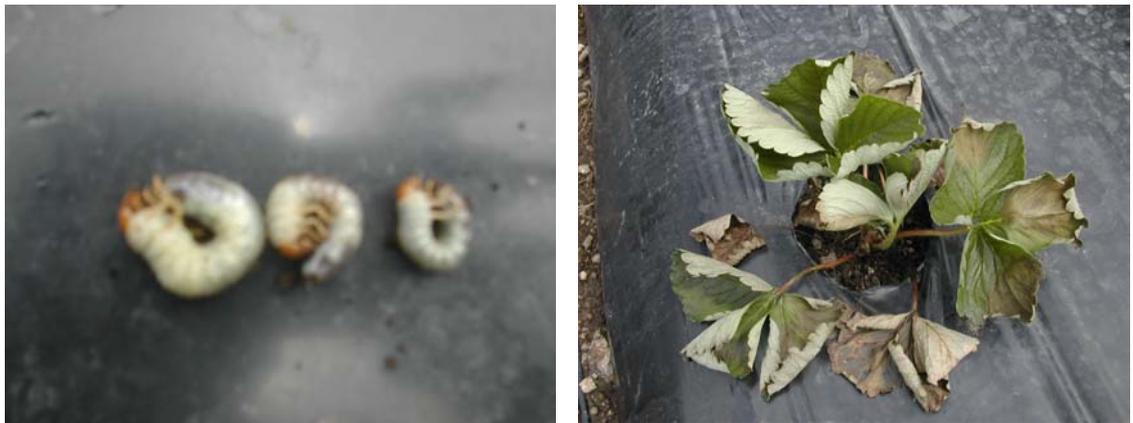


Figura 8A. Gallina ciega (*Phillophaga* spp.) y daño en la planta de fresa. Comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.



Figura 9A. Zorro guazalo o zorro cola pelada (*Didelphis marsupialis* L.) joven y adulto. Comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.



Figura 10A. Mancha café (*Marssonina fragariae*) en hojas de fresa. Comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.



Figura 11A. Moho gris (*Botrytis cinerea*), antracnosis (*Colletotrichum fragariae*) y pudrición de cuero (*Hainesia lythri*) en frutos de fresa. Comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madríz. 2005-2006.