

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

EFFECTO DEL N Y Ca SOBRE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE LA
MANCHA FOLIAR *Myrothecium sp.* EN TRES VARIEDADES DE NUEVA
GUINEA *Impatiens híbrida* BAJO INVERNADERO, SAN MIGUEL
DUEÑAS, SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

TESIS
PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

ÁNGEL ERNESTO MONTENEGRO MORÁN

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIATURA

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

GUATEMALA, MAYO 2006

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA

Dr. LUIS ALFONSO LEAL MONTERROSO
RECTOR

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO:	Dr. ARIEL ABDERRAMAN ORTIZ LÓPEZ
SECRETARIO:	Ing. Agr. PEDRO PELAES REYES
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. ALFREDO ITZEP MANUEL
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. WALTER ARNOLDO REYES SANABRIA
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. DANILO ERNÉSTO DARDÓN DÁVILA
VOCAL CUARTO:	M.E.P.U. ELMER ANTONIO ALVAREZ CASTILLO
VOCAL QUINTO:	P.M.P. MIRIAM EUGENIA ESPINOZA PADILLA

Guatemala, mayo 2006

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señores representantes:

En cumplimiento a las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado:

EFFECTO DEL N Y Ca SOBRE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE LA MANCHA FOLIAR *Myrothecium sp.* EN TRES VARIEDADES DE NUEVA GUINEA *Impatiens híbrida* BAJO INVERNADERO, SAN MIGUEL DUEÑAS, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola en el grado de Licenciatura.

Esperando que el presente trabajo de investigación llene los requisitos para su aprobación.

Agradeciendo la atención a la presente

Atentamente.


Ángel Ernesto Montenegro Morán

AGRADECIMIENTO

- A:
- DIOS Por guiarme y mantenerme en el sendero correcto.
- MIS PADRES José Ángel Montenegro Monterroso y en especial a mi madre Maria Pilar Morán Paredes por el apoyo incondicional en todo momento.
- MIS ABUELOS José Ernesto Morán Alegría y Maria Paredes Hernández por el apoyo, y ser ejemplo de trabajo.
- MIS HERMANOS Lucita, Amanda, José Ángel, Luis Alberto y Jorge Ottoniel por el apoyo incondicional en todo momento.
- MIS TIOS Rosa Delia, Lisette, Sabino, Alfonso, Medardo, Josefa y Juanito (QEPD).
- MIS PRIMOS Anavisca Morán, Lutín Morán, Alejandro, Andrea y Neto.
- MI FAMILIA EN GENERAL Como muestra de cariño y respeto
- MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS Efrén Molina, Jorge Molina, Alex Palma, Ángel Ibarra, Elias Quezada, Miguel Aguilar, Carlos Vásquez, Erick Ruiz Antonio Pineda, Nicté Macz, Jorge Cuca y a las personas que me apoyaron en todo momento.
- MIS ASESORES Ing. Anibal Sachaja, Ing. Gustavo Álvarez, Ing. Situn Alvizures y Ing. Marino Barrientos.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DEDICATORIA

A:

MI PATRIA GUATEMALA

DEPARTAMENTO SANTA ROSA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

SECTOR AGRÍCOLA DEL PAÍS

MIS MAESTROS Y CATEDRÁTICOS EN GENERAL

TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE CONTRIBUYERON EN MI FORMACIÓN

CONTENIDO

Presentación de tesis.....	iii
Carta del estudiante.....	iv
Agradecimientos.....	v
Dedicatoria.....	vi
Contenido.....	vii
Índice de cuadros.....	ix
Índice de figuras.....	xi
1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	3
4. MARCO TEÓRICO.....	4
4.1 MARCO CONCEPTUAL.....	4
4.1.1 Origen de Nueva Guinea <i>Impatiens hawkeri</i> Bull.....	4
4.1.2 Descripción botánica.....	4
4.1.2.1 Clasificación botánica.....	5
4.1.2.2 Anatomía.....	5
4.1.3 Requerimientos climáticos para el desarrollo de la planta.....	5
4.1.4 Requerimientos nutricionales en el medio de crecimiento.....	6
4.1.4.1 Manejo de la fertilidad.....	7
4.1.5 Función del nitrógeno y calcio en la fisiología de la planta y su relación con la incidencia y severidad de enfermedades.....	7
4.1.5.1 Nitrógeno.....	7
4.1.5.2 Calcio.....	8
4.1.6 Mancha foliar causada por <i>Myrothecium sp.</i>	9
4.1.6.1 Síntomas.....	10
4.1.6.2 Epidemiología.....	10
4.2 MARCO REFERENCIAL.....	10
4.2.1 Ubicación.....	10
4.2.2 Suelos.....	10
4.2.3 Zonas de vida.....	11
4.2.4 Clima.....	11
4.2.5 Condiciones bajo invernadero.....	11
5. OBJETIVOS.....	12
5.1 GENERAL.....	12
5.2 ESPECÍFICOS.....	12
6. HIPÓTESIS.....	13
7. METODOLOGÍA.....	14
7.1 UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
7.2 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	14
7.2.1 Variedades evaluadas.....	14
7.2.2 Dosis y fuentes de nitrógeno y calcio evaluadas.....	14

7.2.3	Tratamientos: Combinación de las variedades, nitrógeno y calcio.....	15
7.3	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	15
7.4	ÁREA EXPERIMENTAL.....	15
7.5	MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	16
7.5.1	Etapa de propagación.....	16
7.5.2	Preparación del suelo.....	16
7.5.3	Programación de fungicidas.....	16
7.5.4	Fertilización en etapa de formación y producción de <i>Impatiens híbrida</i>	16
7.5.5	Luz.....	17
7.5.6	Temperatura y humedad relativa.....	17
7.5.7	Podas.....	17
7.6	VARIABLES MEDIDAS.....	17
7.7	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	18
7.7.1	Modelo estadístico.....	18
7.7.2	Análisis económico.....	19
8.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
8.1	PRODUCTIVIDAD.....	20
8.2	INCIDENCIA.....	21
8.3	SEVERIDAD.....	24
8.4	CONCENTRACIÓN DE NITRÓGENO.....	25
8.5	CONCENTRACIÓN DE CALCIO.....	26
8.6	ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIEDADES, INCIDENCIA, SEVERIDAD Y LA CONCENTRACIÓN FOLIAR DE NITRÓGENO Y CALCIO.....	28
8.7	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	28
9.	CONCLUSIONES.....	30
10.	RECOMENDACIONES.....	31
11.	BIBLIOGRAFÍA.....	32
12.	APÉNDICES.....	34

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros

1. Concentración de nutrientes requeridos en el cultivo de <i>Impatiens híbrida</i>	6
2. Rangos nutricionales recomendados en análisis foliares de <i>Impatiens híbrida</i>	7
3. Severidad de <i>Fusarium sp.</i> en el cultivo de tomate bajo diferentes concentraciones de calcio.....	9
4. Características de las variedades de <i>Impatiens híbrida</i> evaluadas.....	14
5. Dosis y fuentes de nitrógeno y calcio utilizados en los tratamientos.....	14
6. Tratamientos evaluados.....	15
7. Actividades cronológicas de la preparación del área experimental.....	16
8. Proporciones de las fuentes de nitrógeno y calcio utilizados para la formulación de los tratamientos en la fertilización de <i>Impatiens híbrida</i>	17
9. Escala diagramática de severidad de la mancha folia <i>Myrothecium sp.</i> en el cultivo de <i>Impatiens híbrida</i>	18
10. Análisis de varianza de la productividad de las tres variedades de <i>Impatiens híbrida</i> evaluadas en seis combinaciones de nitrógeno y calcio.....	20
11. Resultado de la prueba de Tukey aplicado a la productividad de las tres variedades evaluadas de <i>Impatiens híbrida</i>	20
12. Análisis de varianza de la incidencia de <i>Myrothecium sp.</i> en <i>Impatiens híbrida</i> fertilizada con seis combinaciones de nitrógeno y calcio.....	22
13. Resultado de la prueba de Tukey aplicado a la incidencia de las tres variedades evaluadas de <i>Impatiens híbrida</i>	22
14. Análisis de varianza de la severidad de <i>Myrothecium sp.</i> en <i>Impatiens híbrida</i> fertilizada con seis combinaciones de nitrógeno y calcio.....	24
15. Análisis de varianza de la concentración de nitrógeno en el cultivo de <i>Impatiens híbrida</i>	25
16. Resultado de la prueba de Tukey aplicado a los tratamientos de nitrógeno, en la concentración de nitrógeno foliar.....	25
17. Análisis de varianza de la concentración de calcio en el cultivo <i>Impatiens híbrida</i>	27

18. Resultado de la prueba de Tukey aplicado a las medias entre las variedades de <i>Impatiens híbrida</i> en la absorción de calcio	27
19. Correlación entre la concentración foliar de nitrógeno y calcio, relación nitrógeno-calcio foliar, incidencia y severidad de la mancha foliar <i>Myrothecium sp.</i> en el cultivo de <i>Impatiens híbrida</i>	28
20. Análisis económico Costo - Beneficio, de las seis combinaciones de nitrógeno y calcio utilizadas en <i>Impatiens híbrida</i> para el control de la mancha foliar <i>Myrothecium sp.</i>	29
21A. Análisis de suelo pre-transplante del área experimental.....	34
22A. Análisis foliar de las tres variedades de <i>Impatiens híbrida</i> , a las ocho semanas de edad.....	34
23A. Análisis foliar de la variedad Moala fertilizada con las seis combinaciones de nitrógeno y calcio, al final del ciclo productivo.....	34
24A. Análisis foliar de la variedad Sonic Cherry fertilizada con las seis combinaciones de nitrógeno y calcio, al final del ciclo productivo.....	35
25A. Análisis foliar de la variedad Martinique fertilizada con las seis combinaciones de nitrógeno y calcio, al final del ciclo productivo.....	35
26A. Análisis de suelo de las seis combinaciones de nitrógeno y calcio utilizadas en <i>Impatiens híbrida</i> , al final del ciclo productivo.....	36
27A. Medias de la productividad de las variedades de <i>Impatiens híbrida</i> evaluadas.....	36
28A. Medias de la incidencia de la mancha foliar <i>Myrothecium sp.</i> en las variedades de <i>Impatiens híbrida</i> evaluadas.....	36
29A. Medias de la severidad de la mancha foliar <i>Myrothecium sp.</i> en las variedades de <i>Impatiens híbrida</i> evaluadas.....	36
30A. Resultados de productividad en las variedades evaluadas de <i>Impatiens híbrida</i>	37
31A. Datos de incidencia de <i>Myrothecium sp.</i> en las variedades evaluadas de <i>Impatiens híbrida</i>	37
32A. Datos de severidad de <i>Myrothecium sp.</i> en las variedades evaluadas de <i>Impatiens híbrida</i>	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras	
1. Estructura reproductiva de <i>Myrothecium sp.</i>	9
2. Mancha foliar <i>Mirothecium sp.</i>	9
3. Producción de esquejes de las tres variedades de <i>Impatiens híbrida</i> en relación a los niveles de nitrógeno y calcio	21
4. Incidencia porcentual de la mancha foliar <i>Myrothecium sp.</i> en los tratamientos de nitrógeno y calcio en las variedades de <i>Impatiens híbrida</i> evaluadas	23
5. Severidad porcentual de la mancha foliar <i>Myrothecium sp.</i> en los tratamientos de nitrógeno y calcio en las variedades de <i>Impatiens híbrida</i> evaluadas.....	24
6. Concentración de nitrógeno foliar en los tres tratamientos de nitrógeno evaluados... ..	26
7. Comportamiento de la concentración de nitrógeno foliar por variedad de <i>Impatiens híbrida</i> evaluado en los tres tratamientos de nitrógeno	26
8. Comportamiento del efecto de la interacción de los tratamientos de nitrógeno y calcio, en la concentración de calcio foliar	27
9A. Rango 0 – 10%, bajo.....	38
10A. Rango 10 – 20%, moderado.....	38
11A. Rango 20 a 30%, severo.....	38
12A. Rango > 30%, extremadamente severo.....	38
13A. Propagación.....	39
14A. Picado de camas a 0.4 m de profundidad.....	39
15A. Emplastado de camas.....	39
16A. Equipo de bromuración.....	39
17A. Retallado de camas.....	40
18A. Ahoyado de camas.....	40
19A. Riego de planta reciente.....	40
20A. Plantas adultas.....	40

1. RESUMEN

EFFECTO DEL N Y Ca SOBRE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE LA MANCHA FOLIAR *Myrothecium sp.* EN TRES VARIEDADES DE NUEVA GUINEA: *Impatiens híbrida* BAJO INVERNADERO, SAN MIGUEL DUEÑAS, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA.

EFFECT OF NITROGEN AND CALCIUM ON INCIDENCE AND SEVERITY OF IMPATIENS LEAF SPOT *Myrothecium sp.* ON THREE NUEVA GUINEA *Impatiens híbrida* VARIETIES UNDER GREENHOUSE CONDITIONS, IN SAN MIGUEL DUEÑAS, SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.

La industria de plantas ornamentales, follaje y flores genera una tasa de crecimiento del 15% de ingresos al país, alrededor de US\$67 millones. *Impatiens híbrida* constituye parte de las ornamentales que ayudan a la generación de estas divisas. Sin embargo, *Impatiens híbrida* es afectada por la mancha foliar *Myrothecium sp.*, la cual daña el follaje repercutiendo en la pérdida de la calidad de los esquejes.

Se ha demostrado que la nutrición es un factor determinante que afecta la incidencia y severidad de las enfermedades, por ejemplo en el cultivo de *Dieffenbachia maculata* se determinó que al incrementar las aplicaciones de nitrógeno de 2240 a 3360 kg/ha/año hubo un aumento lineal en las lesiones de *Myrothecium sp.*, el contenido de calcio en el hipocotilo de la raíz induce resistencia a pudriciones por causa de *Rizoctonia solani*.

Debido a las funciones que cumplen cada uno de estos elementos en la planta, se evaluó la incidencia y severidad de la mancha foliar *Myrothecium sp.* en el cultivo de *Impatiens híbrida*, en tres variedades seleccionadas por su susceptibilidad al hongo, Moala (susceptible); Sonic Cherry (susceptible) y Martinique (resistente); fertilizadas con combinaciones de nitrógeno y calcio (0gr N/planta + 0gr Ca/planta, 1gr N/planta + 0gr Ca/planta, 2gr N/planta + 0gr Ca/planta, 0gr N/planta + 1 gr Ca/planta, 1gr N/planta + 1 gr Ca/planta y 2 gr N/planta + 1 gr Ca/planta). Se utilizó un diseño de bloques al azar en un arreglo trifactorial en parcelas divididas, donde la parcela pequeña la constituyan las variedades y la parcela grande las combinaciones de nitrógeno y calcio. Las variables medidas fueron: Productividad, Incidencia y Severidad, los datos se tomaron semanalmente.

Los resultados obtenidos muestran que no existe diferencia significativa en la incidencia y severidad de la mancha foliar *Myrothecium sp.* en el cultivo de *Impatiens híbrida*, en relación a los niveles de nitrógeno y calcio, lo cual se confirma al determinarse una mayor concentración de calcio foliar en la variedad Sonic Cherry en la cual se obtuvo la mayor incidencia de la mancha foliar. Sin embargo se determinó una diferencia significativa de la incidencia de la mancha foliar *Myrothecium sp.* entre variedades, siendo la más susceptible la Sonic Cherry, seguida de la variedad Moala y con menor susceptibilidad la Martinique. Por lo cual se recomienda clasificar las variedades en base a la susceptibilidad a la enfermedad y de esta manera considerar el riesgo en base a la demanda del mercado para producir estas variedades susceptibles a la mancha foliar *Myrothecium sp.*

2. INTRODUCCIÓN

La industria de plantas ornamentales, follajes y flores tiene una trayectoria de 30 años en Guatemala, su producción abarca más de 80 especies y 200 variedades de plantas. Este sector genera 60,000 fuentes estables de trabajo. Sobre esta base se ha desarrollado una actividad exportadora que evidencia una dinámica creciente y sostenida, con una tasa de crecimiento del 15% que contribuye al ingreso de divisas al país de alrededor de \$ 67 millones. Los principales mercados de exportación son: Holanda con un 43%, Estados Unidos con un 32%, Alemania con 8%, Japón con 5%, Italia con 3% y Dinamarca con 2%. (Obrock, 2005) (11).

El cultivo de *Impatiens híbrida* constituye parte de la industria de las plantas ornamentales de follaje, por ser un cultivo que requiere altas medidas de ascepcia (alto protocolo) es afectado por plagas y enfermedades, en Guatemala la enfermedad de mayor importancia para este cultivo es la mancha foliar causada por *Myrothecium sp.*, la cual daña el área foliar y reduce la capacidad fotosintética, repercutiendo en la reducción de la calidad de los esquejes, provocando aumento en los costos y como consecuencia reduce la competitividad.

La nutrición de las plantas es un factor que influye en la severidad de las enfermedades, el cultivo de *I. híbrida* algunas veces es sobrefertilizado y otras subfertilizado, pudiendo ser la fertilización un factor fundamental en la incidencia y severidad de plagas y enfermedades, como por ejemplo en el desarrollo de la mancha foliar causada por *Myrothecium sp.* Según Agrios (1997) (1) cuando los niveles de nitrógeno son altos repercuten en la formación de tejido joven y succulento y prolonga el período vegetativo, estos efectos hacen que la planta sea más susceptible a patógenos como por ejemplo, en *Dieffenbachia maculata* se determinó que al incrementar la aplicación de nitrógeno de 2240 a 3360 kg/ha/año se presentó un aumento en el número de lesiones de *Myrothecium sp.* (Catley, 1995) (4).

Según Vidhyasekaran, (1988) (17) el contenido de calcio crea resistencia a enfermedades, por ejemplo el calcio en el hipocotilo induce resistencia en las raíces a pudriciones por causa de *Rizoctonia solani*. El contenido de calcio en el hipocotilo de *Carthamus tinctorium* crea resistencia a *Phytophthora drechleri*; otro ejemplo de los beneficios del calcio se muestra en plantas de *Nicotiana tabacum*, que con 20 ppm de calcio en los análisis foliares mostraron resistencia a la pata negra causada por *Phytophthora parasitica var. nicotianae*.

En la presente investigación se evaluaron combinaciones de tres niveles de nitrógeno y dos niveles de calcio, en tres variedades de *I. híbrida* con el objetivo de determinar su efecto sobre la incidencia y severidad de la mancha foliar *Myrothecium sp.*

El estudio se realizó en la Finca Tres Volcanes, del municipio de San Miguel Dueñas Sacatepéquez en el periodo comprendido del 1 de abril al 31 de octubre del 2004. Se determinó que la incidencia y severidad de la mancha foliar *Myrothecium sp.* no se ve influenciada por las combinaciones de nitrógeno y calcio evaluadas, encontrándose únicamente diferencias en la incidencia de la mancha foliar entre las variedades evaluadas. Se estableció que a medida que se incrementa el nitrógeno en el suelo existe una disminución en la concentración de calcio foliar, presentándose un antagonismo entre nitrógeno y calcio, debido a un desbalance en la relación nitrógeno-calcio, por lo cual no se presentó un efecto directo en la incidencia y severidad de la mancha foliar.

3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El proceso de producción del cultivo de *I. híbrida* tiene varias etapas bajo condiciones de alta humedad y temperatura, las cuales son favorables para el desarrollo y diseminación del hongo *Myrothecium sp.*, causante de la mancha foliar, la cual reduce el área fotosintética, repercutiendo en pérdida de calidad de los esquejes.

Fungicidas y prácticas culturales, son las opciones para el control del hongo, que en los meses de producción (Diciembre a Febrero) presenta incidencias entre el 10 y 15% por invernadero. Dichas prácticas incrementan significativamente los costos, y en consecuencia reducen la rentabilidad del cultivo en un 8%.

La nutrición es un factor importante para prevenir y disminuir la incidencia de plagas en los cultivos. El nitrógeno, es un elemento que favorece la susceptibilidad de las plantas a los patógenos y el calcio influye en la resistencia de las plantas a las enfermedades, debido a que tiene un efecto en la pérdida de electrolitos de la membrana celular (Hausbeck y Woodworth, 2003) (9).

Debido a las funciones que cumplen cada uno de estos elementos en la planta se evaluó el efecto del calcio y del nitrógeno en la incidencia y severidad de la mancha foliar causada por *Myrothecium sp.* en el cultivo de *I. híbrida* bajo condiciones de invernadero.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 MARCO CONCEPTUAL

4.1.1 Origen de Nueva Guinea *Impatiens hawkeri* Bull

Impatiens hawkeri Bull, fue descrita en 1884 por el Dr. Schomburgk, apareciendo en 1886 en el catálogo Bull. El primer espécimen de Nueva Guinea fue cultivado en el Herbario de Kew. Era frecuente encontrarla en jardines de Europa principalmente bajo el nombre de *Impatiens hawkeri*, pero de vez en cuando como *Impatiens herzogii* (Strefeler, 1995) (15).

Impatiens hawkeri Bull aparece en toda la Isla de Nueva Guinea, salvo en las tierras bajas del norte y del sur. Se encuentra de 200 a 3150 msnm. Su hábitat esta en el bosque húmedo montañoso, raramente en las regiones de bajas altitudes. Normalmente crece en sitios húmedos por completo o en áreas parcialmente de sombras en las orillas de arroyos y ríos, orillas de caminos y a lo largo de barrancos (Strefeler, 1995) (15).

I. hawkeri fue recolectada en 1884 y se cultivó en Adelaida Botanic Garden, y desde ese tiempo se ha distribuido en jardines botánicos en toda Europa. Su comercialización inició hace 85 años en Europa (Strefeler, 1995) (15).

I. hawkeri se volvió importante en la horticultura occidental, se coleccionaron varios especímenes en 1970, los cuales fueron llevados a Estados Unidos. En 1970 H.F. Winters y J.J. Higgins de los Servicios de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura (USDA) encabezaron una exploración de la planta a Nueva Guinea donde recolectaron los especímenes que pudieron de *Impatiens hawkeri* Bull, de las cuales sobrevivieron 25 y fueron trasladados a Estado Unidos. Después de casi dos años en cuarentena, el USDA aprobó cortar esquejes de la colección para agricultores comerciales (Strefeler, 1995) (15).

Durante los años 1971-1972-1973 en Longwood Gardens se realizaron cruces de los cuales 10 cultivares fueron distribuidos. El Dr. Toru Arisumi, genetista del Centro de Investigación Agrícola en Beltsville, Maryland, produjo varios híbridos; estas plantas eran nuevamente hibridizadas con otras plantas y de esta manera sirven como la base del germoplasma de todos los cultivos actuales (Strefeler, 1995) (15).

4.1.2 Descripción botánica

Impatiens hawkeri, pertenece a la familia Balsamináceae que consta de dos géneros: *Impatiens* con 850 a 900 especies que son nativas de Eurasia y África y cinco especies que son nativas de América del Norte *I. Capensis* Merrbs., *I. Aurella* Rydb (Strefeler, 1995) (15).

El otro género miembro de la familia es *Hydrocera* sp. que consta de una sola especie, nativa de Malasia. Otros autores reconocen dos géneros más, *Impatientella* sp. especie de Madagascar y *Senecocardium* sp. especie de Malasia (Strefeler, 1995) (15).

4.1.2.1 Clasificación botánica

Nombre común: Nueva Guinea.
 Clase: Magnoliophyta.
 Subclase: Rosidae.
 Orden: Geraniales.
 Familia: Balsaminaceae.
 Género: *Impatiens*
 Especie: *híbrida* (Strefeler, 1995) (15).

4.1.2.2 Anatomía

Descripción de *Impatiens hawkeri* Bull (Strefeler, 1995) (15).

Tallo herbáceo de 10-110 cm. de alto, ramas simples, solitarias o en grupos grandes. Tallos a menudo verdes, rojo o púrpura, al principio finamente sésil a pubescentes. Hojas de 3-7 cm. de ancho, 5-32 cm. de largo finamente pubescente al lado, grisáceas o plateadas, abajo brillantes, abigarradas, a lo largo del margen la nervadura es roja, rosa, blanca o verde, ovalada-elíptica, lineal-elíptica, elíptica-lanceolada, de 4-26 cm. por 1-6.3 cm., punta aguda acuminada, la base atenuada el margen, en medio aplanado; el nervio lateral de 4-14 mm, en el lado del margen ligeramente crenado, escasamente desarrollado, el ápice filiforme de 1-2 mm de largo. El peciolo a menudo rojizo de 0.5-6 cm. de largo. El pedicelo rojo, verde, púrpura, rosado, naranja o escarlata de 2-7 cm. largo. Cáliz blanco y nervaduras verdes, lanceoladas o lineales de 4-15 mm por 1-6 mm. Corola rosada, lila, blanco, naranja, escarlata y salmón entre otros. Pétalos laterales unidos al lóbulo superior de 1.9-2 cm. de largo, la punta obtusa y ampliamente elíptica apiculada o redondeada, orbicular de los pétalos superiores a cuadrangulares de 16-31 mm. por 11-25 mm, a menudo dos lóbulos apiculados entre los lóbulos, anteras blancas o verdes, la base roja de 2-4 mm de largo. Ovarios glabros. Cápsula elíptica y fusiforme de 1.8-4 cm. Pedicelo elongado hasta 12 cm.

4.1.3 Requerimientos climáticos para el desarrollo de la planta

A. Luz

a) Fotoperíodo

Se da un incremento en la floración cuando las plantas son expuestas a 24 horas de luz, dándose también incrementos de carbohidratos por efecto de la fotosíntesis. Por consiguiente, las condiciones luminosas de días largos favorecen a la floración debido a la gran cantidad de luz que la planta recibe en el día (Erwin, 1995) (7).

b) Irradiación

Durante el medio día se recomienda los niveles entre 3000 a 4500 pies candela (32.3 a 48.4 klux). La irradiación más abajo de estos niveles puede incrementar el largo del tallo y la reducción de la floración. Se debe regular la radiación cuando excede de 5000 pies candela (53.8klux), alta radiación puede retardar el crecimiento y reducir el tamaño de las hojas o expansión de la flor (Erwin, 1995) (7).

c) Calidad de la luz

El principal color que percibe la planta debido a los pigmentos del fitocromo es el color rojo, es decir el crecimiento de la planta no se realiza con luz del sol directa, sino requiere de la regulación de la luz (Erwin, 1995) (7).

Cuando se expone una planta más lejos de la luz roja usa recursos, como el crecimiento sobre el dosel. Como resultado el alargamiento del tallo, disminución de las bifurcaciones y se concentra en el crecimiento de la planta. Las plantas capturan tanta luz como sea posible por las hojas en crecimiento (Erwin, 1995) (7).

B. Temperatura

La temperatura óptima para el desarrollo de la planta oscila entre 16-27°C y reduce su desarrollo a una temperatura entre 25-27°C (Erwin, 1995) (7).

C. Humedad relativa

Se recomienda que la humedad relativa sea menor de 60%, la que depende de la temperatura del invernadero, humedades mayores de 60% favorecen el desarrollo de enfermedades como Botritis (Erwin, 1995) (7).

4.1.4 Requerimientos nutricionales en el medio de crecimiento

Impatiens híbrido requiere de 100 a 150 ppm de nitrógeno, 50 a 75 ppm de fósforo y 100 a 150 ppm de potasio (Cuadros 1 y 2), se tienen beneficios con la fertilización constante, pero se debe tener cuidado con el exceso de sales para lo cual se recomiendan lixiviaciones (Hartley, 1995) (8).

Cuadro 1. Concentración de nutrientes requeridos en el cultivo de *Impatiens híbrida*.

Elementos	Rango	Elementos	Rango
pH	5.8 - 6.2	Mg ppm	30 - 70
C.E dS/cm	1.5 - 2.5	Na ppm	0 - 20
NO ₃ ppm	75 - 125	Fe ppm	0.3 - 3.0
NH ₄ ppm	0 - 10	Mn ppm	0.02 - 3.0
P ppm	50 - 75	Zn ppm	0.3 - 3.0
K ppm	75 - 125	B ppm	0.05 - 0.5
Ca ppm	100 - 200		

Fuente: Hartley, (1995) (8).

Cuadro 2. Rangos nutricionales recomendados en análisis foliares de *Impatiens hybrida*.

Macronutrientes	%	Micronutrientes	ppm
Nitrógeno	2.5 - 4.5	Hierro	150 - 250
Fósforo	0.3 - 0.8	Manganeso	150 - 250
Potasio	1.9 - 2.7	Zinc	100 - 250
Calcio	1.0 - 2.0	Cobre	40 - 85
Magnesio	0.3 - 0.8	Boro	50 - 60
Azufre	0.13 - 0.75	Molibdeno	1 - 10

Fuente: Hartley, (1995) (8).

4.1.4.1 Manejo de la fertilidad

Impatiens hybrida es sensible a altas concentraciones de sales en el medio de crecimiento, sobre todo en plantas pequeñas. Por esta razón plantas recién transplantadas se manejan con bajos niveles de fertilización. Las primeras aplicaciones de fertilizantes se deben efectuar tres o cuatro semanas después del plantado, con aplicaciones de 100 a 200 ppm de nitrógeno, se recomienda usar el fertilizante 20-10-20. En plantas maduras las ppm de nitrógeno se incrementan entre 200 a 250 ppm, se debe evitar fertilizantes líquidos con tasas de nitrógeno mayores de 250 ppm (Hartley, 1995) (8).

El manejo de la fertilidad empieza con el medio de crecimiento. Se requiere de enmiendas con caliza (cal dolomita) si el pH es de 5.8 a 6.2. En pH menores de 5.8 se pueden dar toxicidades por micronutrientes. La conductividad eléctrica debe mantenerse entre 1.5 a 2.5 mmhos (1:2 extracto). Investigaciones realizadas por la Universidad de Minesóta demostraron que el crecimiento de *Impatiens hybrida* disminuye cuando la conductividad eléctrica excede a 1.5 mmhos/cm. (Hartley, 1995) (8).

La sobre-fertilización o sales altas dan como resultado un pobre crecimiento de *Impatiens hybrida*, las raíces no se desarrollan y las plantas se marchitan. A menudo cuando la hoja intensifica su color a púrpura profundo o verde oscuro según el cultivar con la superficie de la hoja ondulada es síntoma de sobre fertilización. Al detectar estos síntomas se deben analizar las sales y realizar un drenado para reducir las (Hartley, 1995) (8).

4.1.5 Función del nitrógeno y calcio en la fisiología de la planta y su relación con la incidencia y severidad de enfermedades.

4.1.5.1 Nitrógeno

La abundancia de nitrógeno influye en la formación de tejidos jóvenes y succulentos y prolonga el periodo vegetativo, estos efectos hacen que la planta sea más susceptible a los patógenos por periodos más largos (Agrios, 1997) (1).

Las plantas son más susceptibles a los patógenos cuando los niveles de nitrógeno no son los adecuados, como consecuencia el incremento en la susceptibilidad a enfermedades como: *Erwinia amylovora*, *Puccinia sp.* y *Erysiphe sp.* Reduciendo la disponibilidad de nitrógeno se puede incrementar la resistencia a *Fusarium* en tomate *Lycopersicon esculentum* y en muchas plantas solanáceas, a *Alternaria solani* o *Pseudomonas solanacearum* en remolacha y a *Pythium sp.* en semilleros de *Sclerotium rolfsii* (Agrios, 1997) (1).

La severidad y resistencia de las enfermedades, pudriciones, marchitamientos o deficiencias foliares dependen del nitrógeno utilizado: Amonios o nitratos. Ejemplo: *Fusarium sp.*, *Plasmodiophora brassicae* y *Sclerotium rolfsii* son enfermedades que causan marchitamiento y pudriciones de raíz respectivamente, y se incrementa la severidad cuando se aplican fertilizantes amoniacaes. *Streptomyces scabies* que causa antracnósis en papa es favorecida por nitrógeno amoniacal (Agrios, 1997) (1).

El efecto de cada forma de nitrógeno puede ser asociado con la influencia del pH en el suelo. Las enfermedades incrementadas por nitrógeno amoniacal son generalmente más severas en pH ácidos, las incrementadas por nitratos son más severas en pH neutros o alcalinos (Agrios, 1997) (1).

4.1.5.2 Calcio

Vidhyasekaran, (1988) (17), informa que el contenido de calcio crea resistencia a muchas enfermedades como: *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora drechleri* y *Phytophthora parasitica var. Nicotimianae*, y señala que el calcio aparece haciendo efecto en la pectina mediante el metabolismo e induciendo resistencia.

La relación entre el calcio y sustancias pectínicas fueron clarificadas en estudios de la polygalacturonasa (PG) y pectin metil esterasa (PME) fueron detectadas en hipocotilos del frijol infectado con *Rhizoctonia solani*. Mientras el polygalacturonasa (PG) estuvo en el patógeno original y el pectil metil esterasa (PME) fue originario del hospedero. Estas enzimas realizaron en la pared celular actividad por el incremento de la concentración de iones, incrementando la actividad metabólica resultando de la interacción hospedero-patógeno en tejidos infectados causando inmovilización de solutos en tejidos enfermos. El calcio de otras partes de la planta se mueve a las áreas infectadas por que disminuye el metabolismo y la realización de PME de la pared celular del hospedero (Vidhyasekaran, 1988) (17).

El PME produce sustancias pectínicas resultando en la formación de ácidos poligalacturónicos. El patógeno produce PGE y los ácidos poligalacturónicos son sustratos preferidos por el PG. Las enzimas son mas activas, demetiladas que las sustancias pectinas metiladas; de esta manera esta PG y múltiples PME realizadas por calcio. El patógeno degrada las sustancias pectínicas y produce lesiones en los hipocotilos, pero resiste rápidamente y no aumenta las lesiones, adicionalmente transporta el calcio a los tejidos infectados resultando la formación de sales pectínicas insolubles (Vidhyasekaran, 1988) (17).

Los materiales pectínicos demetilados combinado con calcio forman agua insoluble. Calcio polipectato en agua insoluble, resistente al PG producido por el patógeno. Los tejidos inician a resistir, aumentando y previniendo cualquier lesión. El calcio de esta manera induce susceptibilidad y resistencia. Al inicio de la etapa el calcio revela múltiples PME y facilita la degradación de materiales pectínicos presentes en la pared celular en medio de la lamela del PG del patógeno (Vidhyasekaran, 1988) (17).

Vidhyasekaran (1988) (17) observó que *Rhizoctonia solani* en frijol tiene distinta preferencia por los tejidos jóvenes, donde es más lento el incremento de la resistencia en los hipocotilos de frijol. Los tejidos jóvenes del hipocotilo son altamente susceptibles a la invasión hasta la cuarta semana. Este cambio en resistencia esta asociado con un cambio en las sustancias pectínicas y el contenido de calcio en hipocotilos. La severidad del marchitamiento del tomate *Lycopersicon esculentum*, causado por *Fusarium oxysporum f. lycopersici*, se incrementó por deficiencia en la nutrición de calcio (Cuadro 3), aplicaciones de calcio controlaron la enfermedad.

Cuadro 3. Severidad de *Fusarium sp.* en el cultivo de tomate bajo diferentes concentraciones de calcio.

Nutrición de calcio (ug/ml)	Contenido de calcio vascular en el tomate (ppm)	Severidad de la enfermedad (%)
0	73	100
50	219	92
200	380	80
1000	1081	9

Fuente: Vidhyasekaran, (1988) (17), adaptado por el autor.

4.1.6 Mancha foliar causada por *Myrothecium sp.*

Según Chase (1987) (5), el hongo *Myrothecium sp.* se describió en 1947 y fue rectificado por Preston en 1970. Se reportó en Estados Unidos en *Aphelandra squarrosa* Nees en 1981. La mancha foliar esta distribuida en todo el mundo y afecta un alto rango de hospederos.

Los conidióforos se unen para formar esporodoquios, los esporodoquios usualmente son planos pero pueden llegar a formar tallos. Las esporas (conidios) son producidas en el extremo de largos filamentos densos y ramificados como los conidióforos. Las esporas se encuentran en el área necrótica y húmeda de la mancha que causa en la planta, también se pueden encontrar en el suelo y residuos de plantas. Las esporas son Holomorfas: *Gelatinodiscus*, *Nectria* (Figura 1).

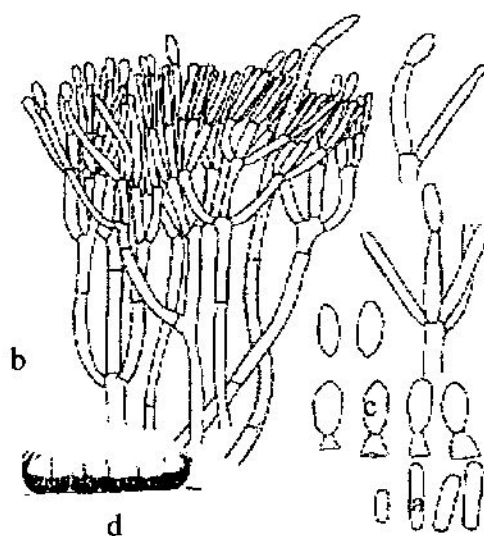


Figura 1. Estructura reproductiva de *Myrothecium sp.*

- a. Conidióforos
- b. Esporodoquios
- c. Conidios
- d. Perfil de la estructura completa

Fuente: Tolluch (1972) (16).



Figura 2. Mancha foliar *Myrothecium sp.*

- f. Daño foliar en *Impatiens hybrida*

Fuente: Paul Ecke de Guatemala, S.A.

El esporoquio tiene un diámetro entre 0.1-1.5 mm y presenta formas irregulares, discoide o redondo, son inicialmente verdes y mas tarde se toman de color negro con un margen blanco. El conidióforo presenta de una a dos ramificaciones el cual es septado o hialino y normalmente arraigado, con tres a siete conidias (5-9 x 1-2.5 μ m), es cilíndrico o ligeramente adelgazado en los extremos, hialinos al principio, mas tarde se toman verde pálidos. La masa de conidios es inicialmente gris y posteriormente se toman negros (Chase, 1987) (5).

Myrothecium sp. crece en medios de cultivo como V-8, agar dextrosa. La primera esporulación normalmente ocurre 10 días después de la siembra, algunas conidias pierden su habilidad de reproducción en medios de cultivo (Chase, 1987) (5).

4.1.6.1 Síntomas

Las lesiones en *Impatiens hybrida* (Figura 2) generalmente aparecen en los bordes y puntas, como manchas acuosas. En la superficie del envés de la hoja generalmente es una mancha de color negro con franjas blancas debido a que el micelio forma un anillo concéntrico dentro del área necrótica. *Myrothecium sp.* puede ser diagnosticado por la presencia de los esporoquios en el envés de la hoja (Daughtrey *et al.*, 1995) (6).

4.1.6.2 Epidemiología

Myrothecium sp. tiene una amplia gama de hospederos en follajes de las familias: Araceae, Araliaceae, Gesneriaceae, Marantaceae, Polypodiaceae. Se ha encontrado en *Aphelandra sp.* cuyo follaje es blanco consecuentemente más susceptible que la de follaje oscuro, tales diferencias entre los cultivos o variedades probablemente existen en muchas otras especies en cuanto al follaje (Chase, 1987) (5).

En estudios realizados por G. Don se determinó que en *Dieffenbachia maculata*. Lodd G el número de lesiones causadas por *Myrothecium sp.* es significativamente más alto cerca de las temperaturas más bajas que en las temperaturas más altas. Se ha encontrado severidad de la enfermedad del 100% en el transcurso del año cuando la temperatura varía. La temperatura óptima para el desarrollo del hongo es de 21-27°C, se inhibe el desarrollo con temperaturas por encima de 30°C por cuatro horas por día y a 24°C por el resto del día, lo cual indica que a mayor temperatura se inhibe el desarrollo del hongo (Chase, 1987) (5).

4.2 MARCO REFERENCIAL

4.2.1 Ubicación

El municipio de San Miguel Dueñas, esta ubicado al sur-oeste del Departamento de Sacatepéquez, localizado en las coordenadas: latitud norte 14°31'32" y longitud oeste 90°47'54" (Areano *et al.*, 1998) (2).

4.2.2 Suelos

Fisiográficamente los suelos pertenecen a las tierras altas volcánicas y geomorfológicamente constituyen: Zona volcánica, cerros de cima redonda y valle aluvial. Según Simmons *et al.*, (1959), (14), los suelos pertenecen a la serie de suelos Alotenango. La geología de los suelos es principalmente material de origen volcánico cuaternario (Palencia, 2002) (12).

4.2.3 Zonas de vida

Según Holdrige (1996) (10), el municipio está localizado en la zona de vida Bosque Húmedo Bajo Subtropical. La vegetación natural típica está representada por rodales de *Quercus sp.*, asociados con *Pinus pseudostrobus* y *Pinus Montezumae*. El patrón de lluvia en promedio anual es de 1344 mm de precipitación, la biotemperatura es de 15°C, la evapotranspiración potencial podría estimarse en 0.75 como promedio (Palencia, 2002) (12).

4.2.4 Clima

Hay dos épocas bien marcadas, la lluviosa, que inicia a mediados del mes de abril hasta octubre, con una canícula de un mes aproximadamente, en esta época la temperatura oscila entre los 15 y 22°C. La segunda época climática, es la época seca, comprendiendo los meses de noviembre hasta abril. La temperatura oscila entre 20 y 30°C, llegando en algunas ocasiones a los 2°C (Palencia, 1996) (13).

4.2.5 Condiciones bajo invernadero

La temperatura oscila entre 8° y 43°C con una humedad relativa de 45 a 90%HR. La intensidad lumínica varía entre 600 y 2800 pies candelas regulándose la intensidad lumínica arriba de 1800 mediante el cierre de zaranes. La lámina de riego es de 0.4 lts/planta en 15 minutos, con un intervalo entre riego de 3 días, con un total de 32 riegos en el ciclo del cultivo. La siembra se realiza al suelo directamente, después de ser desinfectado.

5. OBJETIVOS

5.1 GENERAL

Establecer el efecto del nitrógeno y calcio en la incidencia y severidad de la mancha foliar causada por *Myrothecium sp.* en el cultivo de *Impatiens híbrida*.

5.2 ESPECÍFICOS

- 5.2.1 Determinar el efecto de la aplicación de cinco combinaciones de nitrógeno y calcio sobre la reducción de la incidencia y severidad de la mancha foliar a causa de *Myrothecium sp.* en tres variedades de *Impatiens híbrida*.
- 5.2.2 Establecer la relación costo-beneficio de los niveles de nitrógeno y calcio en el cultivo *Impatiens híbrida*, según la incidencia de la mancha foliar *Myrothecium sp.*

6. HIPÓTESIS

Al menos una combinación de nitrógeno y calcio reduce significativamente la incidencia y severidad de *Myrothecium sp.* en tres variedades de *Impatiens híbrida*.

7. METODOLOGÍA

7.1 UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se realizó en la Finca Tres Volcanes, San Miguel Dueñas, Sacatepéquez, Guatemala. Con latitud norte 14°31'32" y longitud oeste 90°47'54", a nivel de invernadero (Areano, *et al* 1998) (2).

7.2 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

7.2.1 Variedades evaluadas

El material vegetal que se utilizó pertenece a la Serie Paradise de Kientzler Jungpflanzen y Sonic de Fisher, ambos proveedores del material vegetal (Cuadro 4).

Cuadro 4. Características de las variedades de *Impatiens híbrida* evaluadas.

Serie	Nombre	Código	Color de follaje	Altura	Color de la Flor	Ciclo del cultivo	Grado de Suceptibilidad
Paradise	True Red (Moala)	A ₁	Verde	0.2 m	Roja	6 meses	Suceptible
Paradise	Cherry Red (Martinique)*	A ₂	Verde	0.3 m	Roja	6 meses	Tolerante
Sonic	Cherry	A ₃	Verde	0.3 m	Roja	6 meses	Suceptible

Fuente: Bailey, (1999) (3). *Variedad testigo.

7.2.2 Dosis y fuentes de nitrógeno y calcio evaluados

En el cuadro 5 se describen las fuentes de nitrógeno y calcio utilizadas en los tratamientos evaluados.

Cuadro 5. Dosis y fuentes de nitrógeno y calcio utilizados en los tratamientos.

Código	Dosis	Fuentes (mg)			
		Ca		N	
		Ca(Cl) ₂	(Ca(NO ₃) ₂)	(Ca(NO ₃) ₂)	(NH ₄ NO ₃)
B ₁ *	0 grs N/planta + 0 grs Ca/planta	-	-	-	-
B ₂	1 gr N/planta + 0 grs Ca/planta	-	-	-	90.00
B ₃	2 grs N/planta + 0 grs Ca/planta	-	-	-	181.18
B ₄	0 grs N/planta + 1 gr Ca/planta	260.00	-	-	-
B ₅	1 gr N/planta + 1 gr Ca/planta	-	118.75	0.58	37.00
B ₆	2 grs N/planta + 1 gr Ca/planta	-	32.00	18.00	128.00

*Tratamiento testigo.

7.2.3 Tratamientos: Combinación de las variedades, nitrógeno y calcio.

El experimento se manejó como un trifactorial, donde el factor A se refiere a las variedades, el factor B a las dosis de nitrógeno y el factor C a la extracción de calcio (Cuadro 6). Los tratamientos evaluados se determinaron en base a los registros de análisis de suelo y análisis foliares de las diferentes variedades evaluadas, donde se encontró que la mayor extracción de nitrógeno foliar al final del ciclo de producción era 2 gr. por planta y la menor 1gr. por planta y de calcio la mayor extracción foliar encontrada fue de 1 gr. por planta. Se realizaron combinaciones de nitrógeno y calcio con las diferentes dosis encontradas en los análisis foliares agregando 0 gr. de nitrógeno y calcio para poder determinar el efecto de cada elemento en una concentración menor y mayor.

Cuadro 6. Tratamientos evaluados.

Número	Fertilizantes	Variedad	Código
1	0 grs. de nitrógeno y 0 grs. de calcio*	Moala	B ₁ A ₁
2	0 grs. de nitrógeno y 0 grs. de calcio*	Sonic Cherry	B ₁ A ₂
3	0 grs. de nitrógeno y 0 grs. de calcio*	Martinique	B ₁ A ₃
4	1 gr. de nitrógeno y 0 grs. de calcio	Moala	B ₂ A ₁
5	1 gr. de nitrógeno y 0 grs. de calcio	Sonic Cherry	B ₂ A ₂
6	1 gr. de nitrógeno y 0 grs. de calcio	Martinique	B ₂ A ₃
7	2 grs. de nitrógeno y 0 grs. de calcio	Moala	B ₃ A ₁
8	2 grs. de nitrógeno y 0 grs. de calcio	Sonic Cherry	B ₃ A ₂
9	2 grs. de nitrógeno y 0 grs. de calcio	Martinique	B ₃ A ₃
10	0 grs. de nitrógeno y 1 gr. de calcio	Moala	B ₄ A ₁
11	0 grs. de nitrógeno y 1 gr. de calcio	Sonic Cherry	B ₄ A ₂
12	0 grs. de nitrógeno y 1 gr. de calcio	Martinique	B ₄ A ₃
13	1 gr. de nitrógeno y 1 gr. de calcio	Moala	B ₅ A ₁
14	1 gr. de nitrógeno y 1 gr. de calcio	Sonic Cherry	B ₅ A ₂
15	1 gr. de nitrógeno y 1 gr. de calcio	Martinique	B ₅ A ₃
16	2 grs. de nitrógeno y 1gr. de calcio	Moala	B ₆ A ₁
17	2 grs. de nitrógeno y 1gr. de calcio	Sonic Cherry	B ₆ A ₂
18	2 grs. de nitrógeno y 1gr. de calcio	Martinique	B ₆ A ₃

*Considerado como tratamiento testigo.

7.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue Bloques al Azar con un arreglo trifactorial en parcelas divididas. Las parcelas grandes fueron las combinaciones de los niveles de nitrógeno y calcio y las parcelas pequeñas las variedades.

7.4 ÁREA EXPERIMENTAL

Se utilizaron tablonces de 1 m de ancho, 10.5 m de largo y 0.2 m de alto para estimar un área de 10.5 m². La parcela grande fue la combinación de nitrógeno y calcio; cada tablón se dividió en tres parcelas pequeñas de 3.5 m² constituidas por las variedades. La parcela pequeña fue conformada por 80 plantas, con una parcela neta de 20 plantas para fines de muestreo.

No se utilizó sustrato inerte debido a que la producción comercial se hace directamente al suelo y el uso de un sustrato inerte aumenta los costos de producción haciendo menos rentable la producción de esquejes de *Impatiens híbrida*.

7.5 MANEJO DEL EXPERIMENTO

7.5.1 Etapa de propagación

Se obtuvieron 1440 esquejes por variedad, los cuales se dejaron a 3°C durante 24 horas, posteriormente se procedió a plantarlos en oasis (sustrato inerte). En esta etapa se utilizó el método de riego por microaspersión constante para hidratación de la planta durante dos semanas hasta la formación de raíz. A la tercera semana se fertilizó utilizando la formulación comercial 20-10-20 con 0.15 gr. de nitrógeno, 0.075 gr. de fósforo y 0.15 gr. de potasio por esqueje. La planta se desarrolló en un invernadero con tela anti-trips para obtener un ambiente libre de insectos.

7.5.2 Preparación del suelo

La etapa pretrasplante para el cultivo de *Impatiens híbrida* se describe en el cuadro 7.

Cuadro 7. Actividades cronológicas de la preparación del área experimental.

Actividad	Comentario
Análisis de suelo pre-trasplante	Analizado en la Facultad de Agronomía, USAC
Picado del suelo	0.4 m de profundidad
Desinfección del suelo	Bromuro de metilo a 0.1 lb / m ²
Retallado de camas	Al cuarto día después de la bromuración
Ahoyado	Densidad de 22 plantas / m ²
Desinfección del área	Con fungicida (Mancozeb), insecticida (Difenthiuron) y bactericida (Amonio Cuaternarios)
Trasplante	Después de cuatro semanas en propagación

7.5.3 Programación de fungicidas

Cuatro días después de trasplante se aplicó metalaxil, para evitar daños por *Pythium sp.* y otros oomicetos del suelo. No se aplicó ningún otro fungicida que inhibiera el desarrollo del hongo, en todo el ciclo de producción.

7.5.4. Fertilización en la etapa de formación y producción de *Impatiens híbrida*.

La fertilización durante las primeras cuatro semana después de trasplante se realizó para lograr el establecimiento de la planta, utilizando la formulación comercial 20-10-20, con 0.15 gr. de nitrógeno, 0.075 gr. de fósforo y 0.15 gr. de potasio por planta (Cuadro 8). Después del periodo de establecimiento, la fertilización se realizó de acuerdo a los diferentes tratamientos. El programa de fertilización se inició cuatro semanas después del trasplante. La fertilización se realizó por medio del sistema de goteo, utilizando un dosatrón como dosificador con una relación de 1:100. La fertilización se realizó durante 15 minutos con un intervalo de 2 días entre riego, se realizaron un total de 32 riegos en el ciclo de producción.

Cuadro 8. Proporciones de las fuentes comerciales de nitrógeno y calcio utilizadas para la formulación de los tratamientos en la fertilización de *Impatiens híbrida*.

Fertilizantes	Proporción (%)	
	N	Ca
Nitrato de amonio	34.5	
Nitrato de calcio	15.5	26.3
Cloruro de calcio		12.0

7.5.5 Luz

La regulación de la intensidad lumínica se realizó utilizando cobertores plásticos, mediante la apertura y el cierre de estos. A intensidad lumínica debajo de 1800 pies candelas, se mantenían abiertos y se cerraban a intensidades arriba de 1800 pies candelas. Para determinar en qué momento abrir y cerrar los cobertores plásticos se utilizó un fotómetro para medir la intensidad lumínica.

7.5.6 Temperatura y humedad relativa

Se instalaron hidrotérmmetros de registro de temperatura mínima y temperatura máxima para llevar el registro de la temperatura y humedad relativa. La temperatura se reguló mediante el manejo de cortinas.

7.5.7 Podas

La primera poda se realizó a la cuarta semana después del trasplante, la segunda ocho semanas después de trasplante y luego se realizaron podas semanales.

7.6 VARIABLES MEDIDAS

A. Productividad por planta: Cantidad de esquejes sanos cosechados semanalmente por planta en la parcela neta (20 plantas).

B. Incidencia de la mancha foliar: Se tomaron muestras semanales del número de plantas afectadas por la mancha foliar *Myrothecium sp.* en la parcela neta (20 plantas), para el conteo de incidencia de la parcela bruta (80 plantas), los datos obtenidos se transformaron a porcentajes.

C. Severidad de la mancha foliar: Para medir la severidad se utilizó una escala diagramática con los diferentes grados de severidad de la enfermedad (Cuadro 9) (Figura 9A - 12A). Se tomaron muestras semanales de las plantas en la parcela neta (20 plantas), basándose en la escala diagramática para determinar el porcentaje de severidad de la mancha foliar *Myrothecium sp.* Para el análisis de los datos obtenidos, estos se transformaron por el método de arcoseno.

Cuadro 9. Escala diagramática de severidad de la mancha foliar *Myrothecium sp.* en el cultivo de *Impatiens híbrida*.

Rangos %	Descripción	Referencia
0 - 10	Bajo	B
10 - 20	Moderado	M
20 - 30	Severo	S
> 30	Extremadamente severo	EX

Fuente: Angel Montenegro, Paul Ecke de Guatemala, S.A. (2004).

La escala diagramática se realizó en Paul Ecke de Guatemala, S.A. en base a porcentaje de área foliar dañada por la mancha foliar *Myrothecium sp.* por el medio de la cuadrícula en el año 2004.

- **Concentración de calcio y nitrógeno foliar:** Se realizaron dos muestreos foliares del cultivo, tomando hojas maduras para las muestras. El primer análisis fue tres semanas después del trasplante y el segundo fue 12 semanas después del trasplante. El método utilizado para determinar la concentración foliar de N fue el método de semi-micro Kjeldhal y para la concentración foliar de Ca fue el método de combustión seca y determinación de absorción atómica.

7.7 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

7.7.1 Modelo estadístico

1. Para el análisis de las variables incidencia y severidad debido a que son variables discretas se realizó una transformación de los datos. Para la incidencia se transformaron los datos por el método de arco seno \sqrt{x} . Para la variable severidad se transformaron mediante $\ln(X)$. Se realizó la prueba de medias a través de Tukey para las medias apareadas con un nivel de significancia del 5 % ($\alpha = 0.05$).

$$Y_{ijklz} = \mu + R_i + A_j + B_k + \epsilon_{ijk} + C_z + ABC_{ijkz} + \epsilon_{ijklz}$$

Y_{ijklz} = Variable respuesta obtenida en la i-j-k-z-ésima unidad experimental.

μ = Valor de la media general de incidencia y severidad.

A_j = Efecto del j-ésima combinación de nitrógeno.

B_k = Efecto del k-ésima combinación de calcio.

C_z = Efecto del z-ésima variedad.

$A_j B_k C_z$ = Efecto de la interacción del niveles de nitrógeno y calcio con la variedad.

R_i = Efecto del i-ésima bloque o repetición.

ϵ_{ijk} = Error experimental asociado a la i-j-k-ésima parcela grande.

ϵ_{ijkz} = Error experimental asociado a la i-j-k-z-ésima parcela pequeña.

2. Regresión y Correlación

Para medir el grado de relación entre las variables de respuesta y las variables independientes N - Ca y variedades, se utilizó la matriz de correlación múltiple de Sperman para datos ordenados en rangos.

Incidencia promedio:

$$\bar{I} = \frac{\sum I}{n}$$

\bar{I} = Incidencia promedio.

I = Incidencia

n = tamaño de la muestra para incidencia.

Severidad promedio:

$$\bar{S} = \frac{\sum S}{n}$$

\bar{S} = Severidad promedio.

S = severidad

n = tamaño de la muestra para severidad.

Se graficó el comportamiento de las relaciones entre las variables: Nitrógeno-Calcio-Enfermedad y Variedad-Enfermedad.

7.6.2 Análisis económico

Se determinó en base a la relación costo-beneficio de los mejores tratamientos. El costo por tratamiento se estimó tomando en cuenta todos los insumos (materiales, mano de obra, fertilizantes), utilizados por tratamiento.

La producción de esquejes por tratamiento se estimó basándose en la producción total de esquejes. El beneficio bruto se calculó en base al precio de los esquejes por la producción.

La rentabilidad se obtuvo de la relación existente entre el costo y el beneficio neto por tratamiento, expresado en porcentaje.

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 PRODUCTIVIDAD

La productividad de una planta (número de esquejes por planta), es la base en la producción de esquejes. De las tres variedades evaluadas se obtuvo una mayor productividad en la Martinique sin importar los tratamientos de fertilización. La variedad Martinique fue 32% más productiva que la variedad Sonic Cherry y 43% más productiva que la variedad Moala. La variedad menos productiva en todos los tratamientos de fertilización fue la Moala, lo que indica que no es una variedad productiva.

Según el análisis de varianza la productividad de las tres variedades de *Impatiens híbrida*, en los tratamientos de nitrógeno y calcio no presentó diferencias significativas, pero se determinó diferencia estadísticamente significativa entre variedades (Cuadro 10).

Cuadro 10. Análisis de varianza de la productividad de las tres variedades de *Impatiens híbrida* evaluadas en seis combinaciones de nitrógeno y calcio.

FV	GL	SC	CM	FC	F Tab 5%	
Repeticiones	2	21178.1111	10589.0500	0.621928	3.40	Ns
Nitrógeno	2	60540.1111	30270.0500	1.777853	4.10	Ns
Calcio	1	7118.5185	7118.5100	0.418092	4.96	Ns
Interacción entre nitrógeno y calcio	2	22240.0370	11120.0100	0.653112	4.10	Ns
Error entre nitrógeno y calcio	10	170261.8888	17026.1800			
Variedad	2	1928513.4444	964256.7200	110.155699	3.40	***
Interacción entre nitrógeno y variedad	4	73977.1111	18494.2500	2.112764	2.78	Ns
Interacción entre calcio y variedad	2	51778.4814	25889.2400	2.957560	3.40	Ns
Interacción entre nitrógeno, calcio y variedad	4	45626.2962	11406.5700	1.303075	2.78	Ns
Error entre nitrógeno, calcio y variedad	24	210086.0000	8753.5800			
Total	53					

Coefficiente de variación: 12.05%

Programa "Statistical Analysis System ® (SAS)

La diferencia significativa que presentaron las variedades respecto a la productividad se comprobó con la prueba de Tukey, determinando que la mayor producción se obtuvo en la variedad Martinique (Cuadro 11), con una media de producción de 1034 esquejes. La menor producción se obtuvo en la variedad Moala, con una media de producción de 586.61 esquejes, diferenciándose en producción con 447.39 esquejes menos que la variedad Martinique.

Cuadro 11. Resultado de la prueba de Tukey aplicado a la productividad de las tres variedades evaluadas de *Impatiens híbrida*.

Variedad	Medias	
Martinique*	1034.00	a
Sonic Cherry	707.39	b
Moala	586.61	c

*Testigo

Programa "Statistical Analysis System ® (SAS)

El comportamiento de la producción de esquejes de las tres variedades evaluadas se observa en la Figura 3.

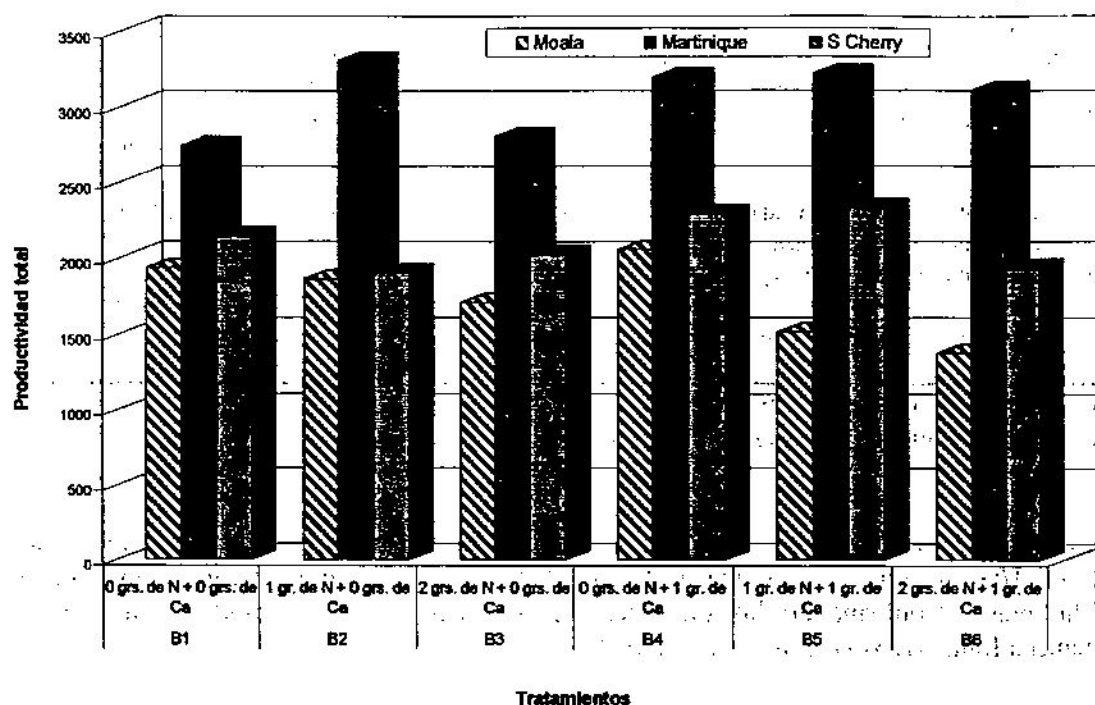


Figura 3. Producción de esquejes de las tres variedades de *Impatiens hybrida* en relación a los niveles de nitrógeno y calcio.

8.2 INCIDENCIA

La incidencia de la mancha foliar *Myrothecium sp.* presentó diferencias significativas entre las variedades, indicando que cada variedad tienen un grado diferente de susceptibilidad a la mancha foliar. Determinándose que la variedad más resistente fue la Martinique con una incidencia del 13% y la más susceptible a la mancha foliar fue la variedad Sonic Cherry con una incidencia del 20%, la Moala presentó una incidencia del 18%, muy cercana a la Sonic Cherry.

El análisis de varianza no presentó diferencias significativas entre los tratamientos de nitrógeno y calcio, ni en la interacción entre variedades, nitrógeno y calcio (Cuadro 12), determinándose de esta manera que los niveles de nitrógeno y calcio evaluados no son un factor influyente en la incidencia de la mancha foliar *Myrothecium sp.* en el cultivo de *Impatiens hybrida*. Se determinó una diferencia estadísticamente significativa entre las variedades del cultivo de *Impatiens hybrida*, indicando que las variedades muestran diferente susceptibilidad a la mancha foliar *Myrothecium sp.*

Cuadro 12. Análisis de varianza de la incidencia de *Myrothecium sp.* en *Impatiens híbrida* fertilizada con seis combinaciones de nitrógeno y calcio.

FV	GL	SC	CM	FC	F Tab 5%	
Repeticiones	2	0.00007181	0.00003591	0.639537	3.40	Ns
Nitrógeno	2	0.00005893	0.00002946	0.524666	4.10	Ns
Calcio	1	0.00000817	0.00000817	0.145503	4.96	Ns
Interacción entre nitrógeno y calcio	2	0.00005211	0.00002606	0.464114	4.10	Ns
Error entre nitrógeno y calcio	10	0.00056152	0.00005615			
Variedad	2	0.00047304	0.00023652	9.086439	3.40	***
Interacción entre nitrógeno y variedad	4	0.00024707	0.00006177	2.373031	2.78	Ns
Interacción entre calcio y variedad	2	0.00015244	0.00007622	2.928160	3.40	Ns
Interacción entre nitrógeno, calcio y variedad	4	0.00020411	0.00005103	1.960430	2.78	Ns
Error entre nitrógeno, calcio y variedad	24	0.00062467	0.00002603			
Total	53					

Coefficiente de variación: 29.59%

Programa "Statistical Analysis System"® (SAS)

La prueba de Tukey comprueba que la variedad Sonic Cherry es la más susceptible a la mancha foliar *Myrothecium sp.*, seguida de la variedad Moala y la variedad con menor incidencia fue la Martinique. Confirmando las diferencias estadísticas de susceptibilidad entre variedades a la mancha foliar *Myrothecium sp.* (Cuadro 13).

Cuadro 13. Resultado de la prueba de Tukey aplicado a la incidencia de las tres variedades evaluadas de *Impatiens híbrida*.

Variedad	Medias	
Martinique*	0.0132	a
Moala	0.0180	b
Sonic Cherry	0.0203	c

*Testigo

Programa "Statistical Analysis System"® (SAS)

En la figura 4, se observa el comportamiento de la incidencia de la mancha foliar *Myrothecium sp.* en las tres variedades de *Impatiens híbrida* evaluadas, y los tratamientos de nitrógeno y calcio. Se observan diferencias entre las variedades y los tratamientos, pero las únicas diferencias significativas estadísticamente fueron entre variedades sin importar el tipo de tratamiento que tuvieran.

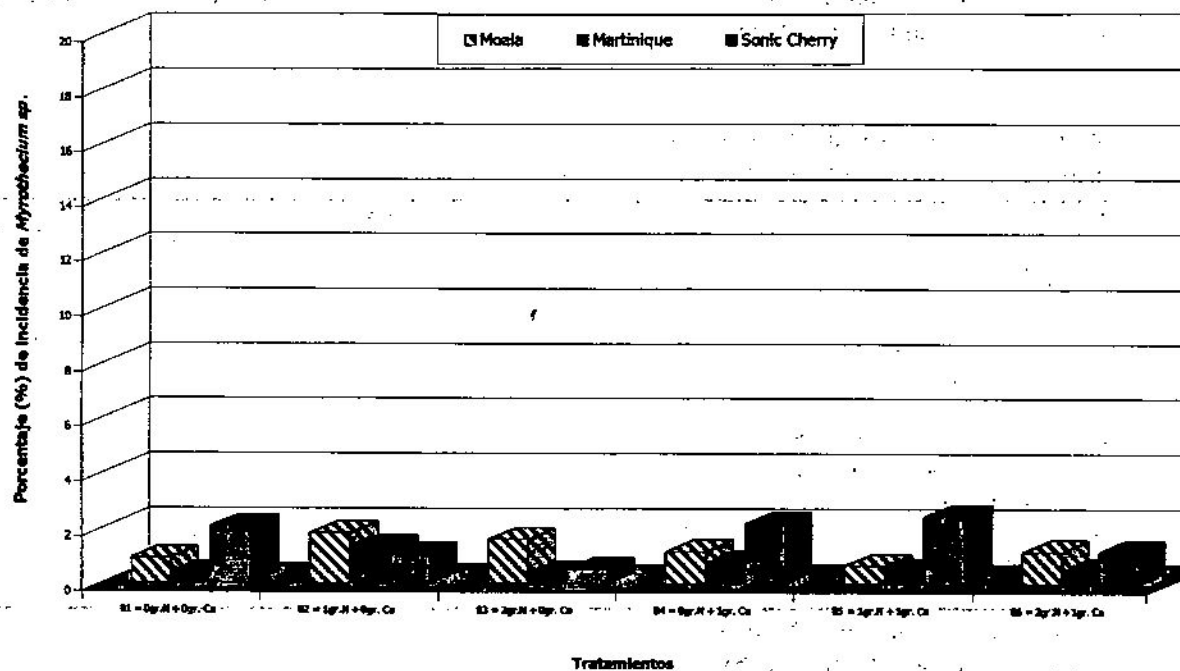


Figura 4. Incidencia porcentual de la mancha foliar *Myrothecium sp.* en los tratamientos de nitrógeno y calcio en las variedades de *Impatiens híbrida* evaluadas.

8.3 SEVERIDAD

La severidad de la mancha foliar *Myrothecium sp.* no presentó diferencias significativas entre variedades así como se presentó en la productividad e incidencia.

En la severidad de la mancha foliar *Myrothecium sp.* de acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 14) no se encontraron diferencias significativas entre las variedades de *Impatiens híbrida* evaluadas, ni entre los tratamientos de nitrógeno y calcio.

Cuadro 14. Análisis de varianza de la severidad de *Myrothecium sp.* en *Impatiens híbrida* fertilizada con seis combinaciones de nitrógeno y calcio.

FV	GL	SC	CM	FC	F Tab 5%	
Repeticiones	2	1.1737	0.5868	0.598837	3.40	Ns
Nitrógeno	2	3.2492	1.6246	1.657924	4.10	Ns
Calcio	1	0.2500	0.2535	0.258700	4.96	Ns
Interacción entre nitrógeno y calcio	2	0.9900	0.4979	0.508113	4.10	Ns
Error entre nitrógeno y calcio	10	9.7900	0.9799			Ns
Variedad	2	5.4700	2.7390	2.953100	3.40	Ns
Interacción entre nitrógeno y variedad	4	3.7500	0.9390	1.012399	2.78	Ns
Interacción entre calcio y variedad	2	1.6500	0.8290	0.893801	3.40	Ns
Interacción entre nitrógeno, calcio y variedad	4	4.7200	1.1801	1.272345	2.78	Ns
Error entre nitrógeno, calcio y variedad	24	22.2600	0.9275			
Total	53					

Coefficiente de variación: 38.66%

Programa "Statistical Analysis System © (SAS)

En la figura 5, se observa la severidad de las variedades evaluadas de *Impatiens híbrida*, en los tratamientos de nitrógeno y calcio. Las diferencias observadas no fueron significativas.

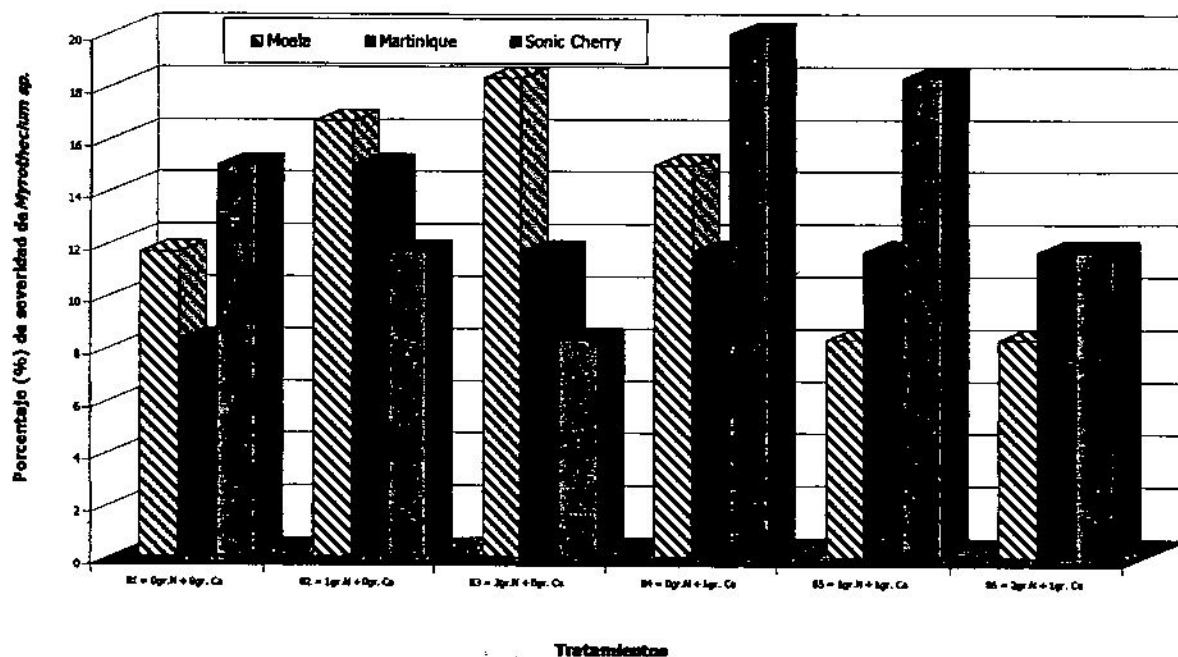


Figura 5. Severidad porcentual de la mancha foliar *Myrothecium sp.* en los tratamientos de nitrógeno y calcio en las variedades de *Impatiens híbrida* evaluadas.

8.4 CONCENTRACIÓN DE NITRÓGENO

El nitrógeno presentó diferencias en los tratamientos evaluados (0, 1 y 2 grs. de N por planta). El análisis de varianza (Cuadro 15), mostró diferencias significativas en la concentración de nitrógeno por tratamiento y en la interacción de los tratamientos de nitrógeno y las variedades evaluadas. Lo cual se determinó en base a la cantidad de nitrógeno foliar.

Cuadro 15. Análisis de varianza de la concentración de nitrógeno en el cultivo de *Impatiens híbrida*.

FV	GL	SC	CM	FC	F Tab 5%	
Repeticiones	2	0.1396	0.0698	0.616417	3.40	Ns
Nitrógeno	2	1.0565	0.5282	4.661959	4.10	*
Calcio	1	0.3440	0.3440	3.036187	4.96	Ns
Interacción entre nitrógeno y calcio	2	0.1248	0.0624	0.550750	4.10	Ns
Error entre nitrógeno y calcio	10	1.1331	0.1133			
Variedad	2	0.0809	0.0404	0.863248	3.40	Ns
Interacción entre nitrógeno y variedad	4	0.5479	0.1369	2.925214	2.78	*
Interacción entre calcio y variedad	2	0.0452	0.0226	0.482906	3.40	Ns
Interacción entre nitrógeno, calcio y variedad	4	0.3966	0.0992	2.119658	2.78	Ns
Error entre nitrógeno, calcio y variedad	24	1.1232	0.0468			
Total	53					

Coefficiente de variación: 7.32%

Programa "Statistical Analysis System © (SAS)

En base a la prueba de Tukey se determinó de acuerdo a los análisis foliares realizados 12 semanas después del trasplante, que la única diferencia estadística encontrada fue entre la concentración foliar de nitrógeno relacionado con los tratamientos de nitrógeno evaluados, donde la mayor concentración de nitrógeno se obtuvo con la dosis más alta (Cuadro 16). La tendencia de la concentración de nitrógeno foliar se observa en las figuras 6 y 7.

Cuadro 16. Resultado de la prueba de Tukey aplicado a los tratamientos de nitrógeno, en la concentración de nitrógeno foliar.

Tratamientos de N	Medias
2 gr. nitrógeno por planta	3.0989 a
1 gr. nitrógeno por planta	2.9961 ab
0 gr. nitrógeno por planta*	2.7644 ab

*Tratamiento testigo.

Programa "Statistical Analysis System © (SAS)

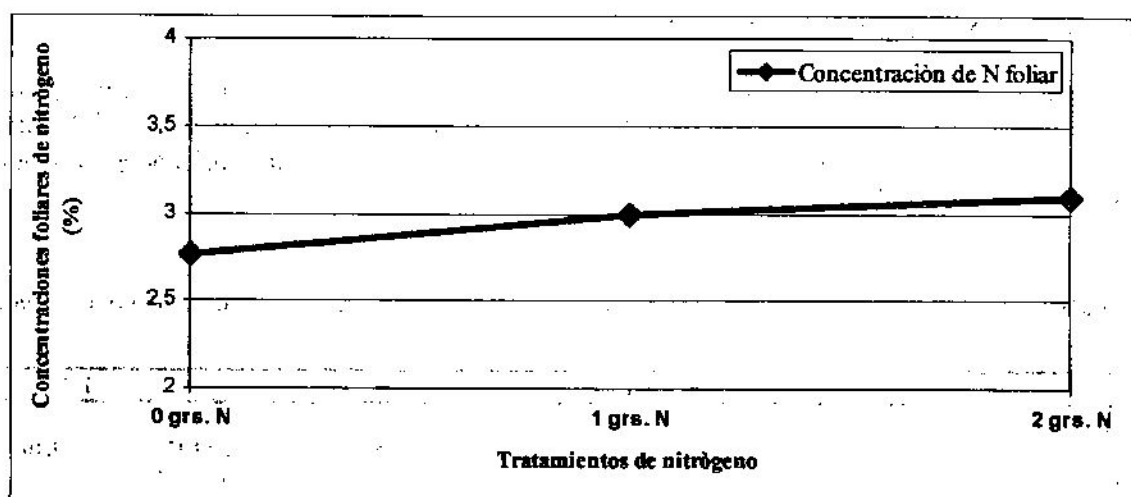


Figura 6. Concentración de nitrógeno foliar en los tres tratamientos de nitrógeno evaluados.

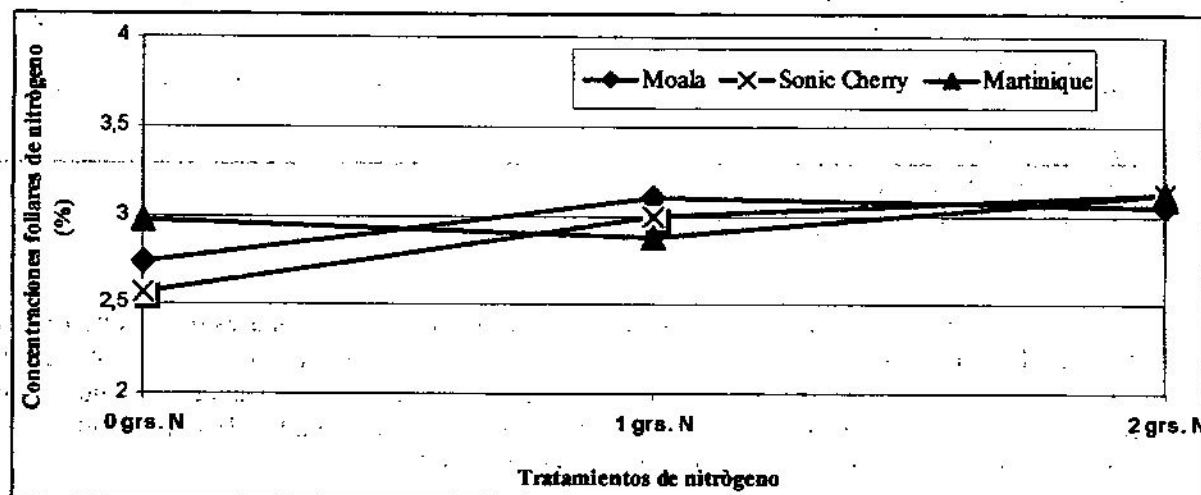


Figura 7. Comportamiento de la concentración de nitrógeno foliar por variedad de *Impatiens híbrida* evaluada en los tres tratamientos de nitrógeno.

8.5 CONCENTRACIÓN DE CALCIO

La concentración de calcio en los análisis foliares de las variedades de *Impatiens híbrida* evaluadas, de acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 17) presentó diferencias significativas en la interacción de nitrógeno y calcio y entre variedades, lo cual se confirma con la prueba de Tukey (Cuadro 18) determinando que la variedad con mayor concentración de calcio foliar fue la Sonic Cherry, demostrando así que la concentración de calcio en las variedades de *Impatiens híbrida* evaluadas no influye en la incidencia de la mancha foliar *Myrothecium sp.* debido a que esta variedad fue la que presentó mayor incidencia (Cuadro 13).

Cuadro 17. Análisis de varianza de la concentración de calcio en el cultivo *Impatiens híbrida*.

FV	GL	SC	CM	FC	F Tab 5%	
Repeticiones	2	0.4411	0.2205	0.975664	3.40	Ns
Nitrógeno	2	0.1127	0.0563	0.249115	4.10	Ns
Calcio	1	0.5182	0.5282	2.337168	4.96	Ns
Interacción entre nitrógeno y calcio	2	1.8668	0.9341	4.133186	4.10	Ns
Error entre nitrógeno y calcio	10	2.2603	0.2260			
Variedad	2	1.1385	0.5692	4.080287	3.40	**
Interacción entre nitrógeno y variedad	4	0.4293	0.1073	0.769176	2.78	Ns
Interacción entre calcio y variedad	2	0.5739	0.2869	2.056631	3.40	Ns
Interacción entre nitrógeno, calcio y variedad	4	0.3767	0.0941	0.674552	2.78	Ns
Error entre nitrógeno, calcio y variedad	24	3.3500	0.1395			
Total	53					

Coefficiente de variación: 15.67%

Programa "Statistical Analysis System ® (SAS)

Cuadro 18. Resultado de la prueba de Tukey aplicado a las medias entre las variedades de *Impatiens híbrida* en la absorción de calcio.

Variedad	Medias	
Sonic Cherry	2.57	a
Martinique*	2.36	a b
Moala	2.21	b

*Variedad testigo.

Programa "Statistical Analysis System ® (SAS)

En la figura 8 se observa gráficamente la interacción entre las concentraciones de nitrógeno y calcio, donde se observa que al aumentar la concentración de nitrógeno hay una disminución en la concentración de calcio foliar cuando no se aplica calcio en el suelo. Al aplicar calcio en el suelo sumado al incremento de nitrógeno, se da un efecto negativo en la absorción de calcio.

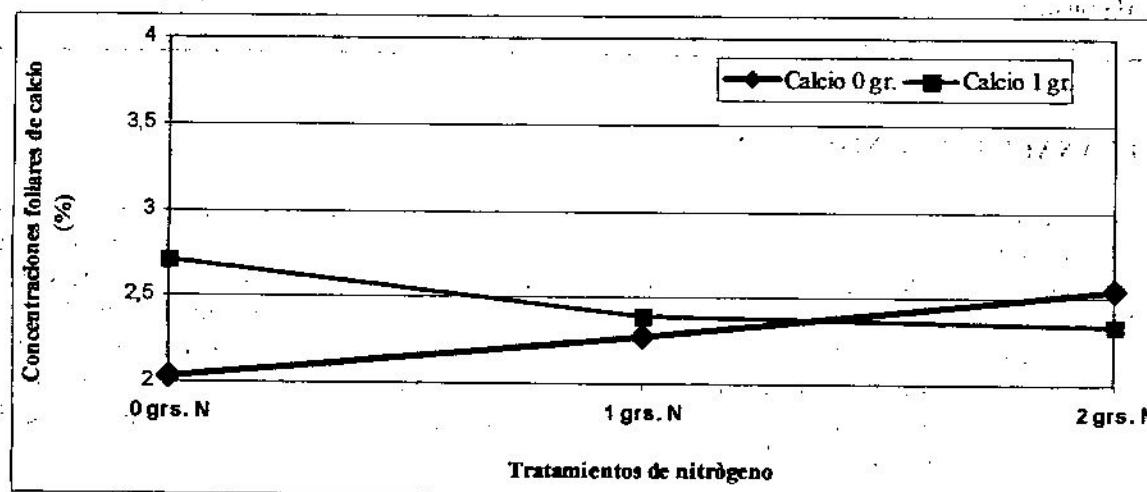


Figura 8. Comportamiento del efecto de la interacción de los tratamientos de nitrógeno y calcio, en la concentración de calcio foliar.

8.6 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIETADES, INCIDENCIA, SEVERIDAD Y LA CONCENTRACIÓN FOLIAR DE NITRÓGENO Y CALCIO

De acuerdo a la correlación se determinó que el nitrógeno y el calcio sin importar la variedad presentan una relación negativa. El calcio en relación a la incidencia y severidad de la mancha foliar *Myrothecium sp.* tienen una relación positiva. La relación entre incidencia y severidad es alta presentando valores de un 80% a un 94% (Cuadro 19).

La relación de nitrógeno con la incidencia de la mancha foliar *Myrothecium sp.* es positiva en la variedad Moala y negativa en las variedades Sonic Cherry y Martinique; la relación entre el nitrógeno y la severidad es positiva en las variedades Martinique y Moala y negativa en la variedad Sonic Cherry, lo que indica que la incidencia y severidad de mancha foliar *Myrothecium sp.* y el nitrógeno y calcio presentan diferencias entre variedades (Cuadro 19).

Al aumentar el nitrógeno, la relación nitrógeno-calcio aumenta, al incrementar la cantidad de calcio la relación nitrógeno-calcio disminuye (Cuadro 19).

Cuadro 19. Correlación entre la concentración foliar de nitrógeno y calcio, relación nitrógeno-calcio foliar, incidencia y severidad de la mancha foliar *Myrothecium sp.* en el cultivo de *Impatiens híbrida*.

Variedad		Nitrogeno	Calcio	Incidencia	Severidad	Relacion N-Ca
	Nitrogeno	1				
Sonic Cherry	Calcio	-0,5165	1			
Martinique	Calcio	-0,0794	1			
Moala	Calcio	-0,0495	1			
Sonic Cherry	Incidencia	-0,8600	0,1585	1		
Martinique	Incidencia	-0,1387	0,5512	1		
Moala	Incidencia	0,8916	0,2448	1		
Sonic Cherry	Severidad	-0,8494	0,3496	0,9470	1	
Martinique	Severidad	0,3686	0,6533	0,8197	1	
Moala	Severidad	0,5502	0,5918	0,8028	1	
Sonic Cherry	Relacion N-Ca	0,6163	-0,9891	-0,2437	-0,4167	1
Martinique	Relacion N-Ca	0,8685	-0,5617	-0,3941	-0,0167	1
Moala	Relacion N-Ca	0,5960	-0,8285	0,3027	-0,1679	1

8.7 ANÁLISIS ECONÓMICO

La combinación de nitrógeno y calcio que presentó la mayor rentabilidad fue la 2 grs. de nitrógeno y 0 grs. de calcio, siendo esta de 29.80% (Cuadro 20), seguida de la combinación 2 grs. de nitrógeno y 1 gr. de calcio con 29.56%, combinación 0 grs. de nitrógeno y 1 gr. de calcio con 29.09%, combinación 0 grs. de nitrógeno y 0 gr. de calcio 27.70%, combinación 1 gr. de nitrógeno y 0 grs. de calcio con 26.93% y la combinación con menor rentabilidad fue la de 1 grs. de nitrógeno y 1 gr. de calcio con 26.17% de rentabilidad. A pesar que la rentabilidad entre cada combinación de nitrógeno y calcio es distinta, la diferencia entre la mayor y menor rentabilidad es de 3.63%, diferencia no significativa.

Cuadro 20. Análisis económico Costo - Beneficio, de las seis combinaciones de nitrógeno y calcio utilizadas en *Impatiens hybrida* para el control de la mancha foliar *Myrothecium sp.*

Combinaciones	Costo de tratamientos (Q)	Producción de esquejes	Beneficio bruto (Q)	Beneficio total (Q)	Beneficio neto (Q)	Rentabilidad (%)
B1R1A1		1935	2945.07			
B1R2A2	2256.99	2742	4173.32	10377.00	8120.01	27.79
B1R3A3		2141	3258.60			
B2R1A1		1860	2830.92			
B2R2A2	2283.97	3309	5036.30	10763.58	8479.61	26.93
B2R3A3		1903	2896.37			
B3R1A1		1706	2596.53			
B3R2A2	2285.07	2808	4273.78	9950.84	7665.77	29.80
B3R3A3		2024	3080.53			
B4R1A1		2052	3123.14			
B4R2A2	2230.24	3198	4867.36	11472.84	9242.60	29.09
B4R3A3		2288	3482.34			
B5R1A1		1510	2298.22			
B5R2A2	2229.61	3224	4906.93	10746.84	8517.23	26.17
B5R3A3		2327	3541.69			
B6R1A1		1372	2088.18			
B6R2A2	2229.61	3113	4737.99	9769.72	7540.11	29.56
B6R3A3		1934	2943.55			

9. CONCLUSIONES

- 9.1 Se comprobó la susceptibilidad de las variedades de *Impatiens híbrida* evaluadas a la mancha foliar *Myrothecium sp.*
- 9.2 El efecto de las combinaciones de nitrógeno y calcio no fue un factor determinante en la incidencia y severidad de la mancha foliar *Myrothecium sp.* en el cultivo de *Impatiens híbrida*.
- 9.3 En base a la correlación se determinó que al aumentar el nitrógeno, la relación nitrógeno-calcio aumenta, pero al incrementar la cantidad de calcio la relación nitrógeno-calcio disminuye, indicando que a mayor cantidad de calcio hay una disminución en la absorción de calcio.
- 9.4 El análisis económico no presentó diferencias entre las seis combinaciones de nitrógeno y calcio, en cuanto a rentabilidad.

10. RECOMENDACIONES

- 10.1 Seleccionar las variedades a producir, debido a que la mancha foliar *Myrothecium sp.* tiene una alta relación con las diferentes variedades de *Impatiens híbrida*.
- 10.2 Determinar en base a un estudio de susceptibilidad por variedades a la mancha foliar *Myrothecium sp.* y un análisis de la demanda en el mercado, para poder estimar si se compensa el riesgo de producir las variedades susceptibles de *Impatiens híbrida*.
- 10.3 Evaluar el uso de otros sistemas de producción para el control de la mancha foliar *Myrothecium sp.* iniciando por las variedades de *Impatiens híbrida* más susceptibles, como la producción en sustratos inertes.

11. BIBLIOGRAFÍA

1. Agrios, GN. 1997. Plant pathology. 4 ed. California, US, Academic Press. p. 140-150.
2. Areano, E; Barrillas, M; Díaz, E; Escobar, W; González, E; Hidalgo, A; Liere, H; Mérida, N; Molina, R; Santizo, E; Tuna, E. 1998. Diagnóstico preliminar de la producción agrícola y el manejo de los recursos naturales renovables en el municipio de San Miguel Dueñas, Sacatepéquez, Guatemala. Curso Especializado de Sistemas, USAC, Facultad de Agronomía. 97 p.
3. Bailey, DA. 1999. Commercial production of new guinea impatiens. *In* NC State University College of Agriculture & Life Sciences, US. 1999. New guinea impatiens: a ball guide. US, North Carolina State University, Department of Horticultural Science. 10 p.
4. Catley, HM. 1995. History of commercialization. *In* NC State University College of Agriculture & Life Sciences, US. 1995. New guinea impatiens: a ball guide. US, North Carolina State University, Department of Horticultural Science. p. 11-20.
5. Chase, AR. 1987. Compendium of ornamental foliage diseases. US, APS Press. p. 35-37.
6. Daughtrey, ML; Wick, RL; Peterson, J. 1995. Compendium of flowering potted plant diseases. US, The American Phytopathological Society. p. 19-20.
7. Erwin, J. 1995. Light and temperature. *In* NC State University College of Agriculture & Life Sciences, US. 1995. New guinea impatiens: a ball guide. US, North Carolina State University, Department of Horticultural Science. p. 41-45.
8. Hartley, DE. 1995. Feeding and watering. *In* NC State University College of Agriculture & Life Sciences, US. 1995. New guinea impatiens: a ball guide. US, North Carolina State University, Department of Horticultural Science. p. 31-39.
9. Hausbeck, M; Woodworth, J. 2003. Floriculture disease trials. US, University of Michigan. 9 p.
10. Holdridge, LR. 1996. Ecología basada en zonas de vida. Trad. por Humberto Jiménez Saa. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.
11. Obrock, B. 2005. Plantas ornamentales, flores y follajes (en línea). Guatemala, Agexpront. p. 1-4. Consultado 24 ago 2005. Disponible en http://www.export.com.gt/acercade/comisiones/plantas_es.aspx.
12. Palencia, HR. 2002. Diagnóstico central del municipio de San Miguel Dueñas, Sacatepéquez. Diagnóstico EPSA. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 34 p.
13. Palencia, J. 1996. Monografía del municipio de San Miguel Dueñas, Sacatepéquez. Guatemala, Escuela Nacional Central de Agricultura. 45 p.
14. Simmons, Ch; Tarano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.

15. Strefeler, M. 1995. Genetics. *In* NC State University College of Agriculture & Life Sciences, US. 1995. New guinea impatiens: a ball guide. US, North Carolina State University, Department of Horticultural Science. p. 227-234.
16. Tulloch, M. 1972. The genus *Myrothecium* (en linea). Mycol. Pap. Commonwealth Mycol. Inst. 130. *In* Malloch, D. 1997. Moulds: isolation, cultivation identification. US, University of Toronto, Department of Botany. Consultado 11 jun 2004. Disponible en: <http://www.botany.utoronto.ca/ResearchLabs/MallochLab/Malloch/Moulds/Myrothecium.htm>
1
17. Vidhyasekaran, P. 1988. Physiology of disease resistand in plants. Florida, US, CRC. 128 p.



Dr. Rolando Barrios.

12. APÉNDICE

Cuadro 21A. Análisis de suelo pre-transplante del área experimental.

	ppm				Meq/l		ppm				
	NO ₃	NH ₄	PO ₄	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Fe	B
Area Experimental	40	3	45	200	4,8	1,69	4,9	4	10	41	1,17

Fuente: Laboratorio Suelo-Planta-Agua Salvador Castillo Orellana, FAUSAC, Guatemala.

Cuadro 22A. Análisis foliar de las tres variedades de *Impatiens híbrida*, a las ocho semana de edad.

Variedades	%					ppm				
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	Na
Moala	3.6	0.46	4.31	2.69	0.79	25	70	200	180	1700
Martinique	3.41	0.39	3.69	2.18	0.69	60	35	405	165	1350
Sonic Cherry	3.56	0.6	4.31	3.38	0.91	25	55	145	95	650

Fuente: Laboratorio Suelo-Planta-Agua Salvador Castillo Orellana, FAUSAC, Guatemala.

Cuadro 23A. Análisis foliar de la variedad Moala fertilizada con las seis combinaciones de nitrógeno y calcio, al final del ciclo productivo.

Variedades	%					ppm				
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	Na
Moala B1R1A1	2.12	0.24	1.50	1.94	0.56	10.00	30.00	325.00	50.00	200.00
Moala B1R2A1	3.13	0.31	2.06	2.31	0.69	10.00	30.00	225.00	75.00	195.00
Moala B1R3A1	2.80	0.25	2.31	1.68	0.52	5.00	30.00	215.00	40.00	235.00
Moala B2R1A1	3.22	0.25	2.25	1.88	0.57	5.00	25.00	155.00	45.00	175.00
Moala B2R2A1	3.38	0.24	1.50	2.19	0.57	5.00	30.00	275.00	95.00	175.00
Moala B2R3A1	3.58	0.32	2.31	1.94	0.61	5.00	40.00	170.00	55.00	280.00
Moala B3R1A1	2.76	0.25	1.87	1.81	0.49	5.00	40.00	145.00	95.00	255.00
Moala B3R3A1	3.16	0.25	1.63	2.00	0.48	5.00	45.00	285.00	120.00	375.00
Moala B4R1A1	2.75	0.24	1.31	2.56	0.68	5.00	25.00	175.00	75.00	180.00
Moala B4R2A1	2.72	0.25	2.19	2.88	0.50	5.00	35.00	130.00	35.00	140.00
Moala B4R3A1	2.94	0.29	1.75	2.63	0.66	15.00	30.00	185.00	60.00	230.00
Moala B5R1A1	2.73	0.31	2.38	2.00	0.64	10.00	30.00	140.00	45.00	180.00
Moala B5R2A1	2.93	0.19	1.63	2.25	0.63	5.00	35.00	175.00	90.00	245.00
Moala B5R3A1	2.76	0.34	2.31	1.81	0.58	10.00	35.00	200.00	80.00	175.00
Moala B6R1A1	3.08	0.28	2.06	1.75	0.45	5.00	45.00	155.00	70.00	205.00
Moala B6R2A1	2.80	0.22	2.50	1.69	0.41	5.00	50.00	160.00	60.00	170.00
Moala B6R3A1	3.08	0.22	1.50	2.69	0.62	10.00	40.00	470.00	145.00	500.00

Fuente: Laboratorio Suelo-Planta-Agua Salvador Castillo Orellana, FAUSAC, Guatemala.

Cuadro 24A. Análisis foliar de la variedad Sonic Cherry fertilizada con las seis combinaciones de nitrógeno y calcio, al final del ciclo productivo.

Variedades	%					ppm				
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	Na
Sonic Cherry B1R1A2	2.47	0.31	1.69	2.37	0.65	10.00	45.00	150.00	45.00	115.00
Sonic Cherry B1R2A2	2.80	0.33	1.94	2.37	0.71	5.00	40.00	140.00	60.00	130.00
Sonic Cherry B1R3A2	2.65	0.34	1.63	2.37	0.66	10.00	40.00	185.00	55.00	175.00
Sonic Cherry B2R1A2	3.09	0.19	1.25	2.69	0.74	5.00	40.00	150.00	75.00	120.00
Sonic Cherry B2R2A2	2.62	0.21	1.13	2.75	0.64	10.00	50.00	185.00	105.00	140.00
Sonic Cherry B2R3A2	3.15	0.26	1.81	2.56	0.67	5.00	45.00	180.00	65.00	155.00
Sonic Cherry B3R1A2	3.29	0.25	1.38	2.44	0.64	10.00	40.00	190.00	140.00	160.00
Sonic Cherry B3R2A2	3.11	0.25	1.19	3.00	0.78	10.00	75.00	615.00	325.00	155.00
Sonic Cherry B3R3A2	3.28	0.17	1.56	2.44	0.54	5.00	65.00	225.00	125.00	150.00
Sonic Cherry B4R1A2	2.73	0.30	1.25	2.88	0.68	10.00	30.00	215.00	80.00	150.00
Sonic Cherry B4R2A2	2.16	0.23	1.63	2.38	0.57	10.00	40.00	120.00	40.00	120.00
Sonic Cherry B4R3A2	2.66	0.37	1.37	3.00	0.69	10.00	45.00	170.00	65.00	180.00
Sonic Cherry B5R1A2	3.16	0.36	1.88	2.38	0.74	5.00	40.00	140.00	55.00	170.00
Sonic Cherry B5R2A2	2.97	0.36	1.81	2.31	0.69	10.00	40.00	180.00	75.00	155.00
Sonic Cherry B5R3A2	3.03	0.35	1.38	2.63	0.75	10.00	35.00	205.00	85.00	145.00
Sonic Cherry B6R1A2	3.12	0.27	1.81	2.19	0.54	10.00	60.00	140.00	70.00	120.00
Sonic Cherry B6R2A2	2.79	0.25	1.75	2.38	0.63	10.00	75.00	490.00	255.00	120.00
Sonic Cherry B6R3A2	3.14	0.32	0.94	3.12	0.17	10.00	55.00	225.00	150.00	150.00

Fuente: Laboratorio Suelo-Planta-Agua Salvador Castillo Orellana, FAUSAC, Guatemala.

Cuadro 25A. Análisis foliar de la variedad Martinique fertilizada con las seis combinaciones de nitrógeno y calcio, al final del ciclo productivo.

Variedades	%					ppm				
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	Na
Martinique B1R1A3	2.94	0.22	1.75	1.88	0.64	10.00	30.00	175.00	60.00	190.00
Martinique B1R2A3	3.26	0.25	2.00	1.81	0.60	10.00	30.00	150.00	40.00	255.00
Martinique B1R3A3	2.93	0.19	1.94	1.56	0.55	5.00	30.00	155.00	45.00	240.00
Martinique B2R1A3	3.08	0.19	1.25	2.25	0.76	10.00	20.00	180.00	70.00	205.00
Martinique B2R2A3	3.03	0.20	1.25	2.13	0.66	10.00	45.00	185.00	80.00	145.00
Martinique B2R3A3	3.09	0.26	2.06	2.06	0.68	10.00	35.00	155.00	55.00	240.00
Martinique B3R1A3	3.47	0.20	1.38	2.13	0.66	5.00	35.00	185.00	90.00	220.00
Martinique B3R2A3	2.81	0.18	1.44	2.19	0.62	10.00	50.00	330.00	150.00	255.00
Martinique B3R3A3	3.25	0.17	1.50	3.06	0.58	10.00	50.00	265.00	130.00	275.00
Martinique B4R1A3	3.11	0.20	1.18	2.50	0.69	10.00	30.00	165.00	75.00	225.00
Martinique B4R2A3	2.52	0.28	1.25	2.75	0.51	10.00	35.00	200.00	30.00	250.00
Martinique B4R3A3	3.07	0.22	1.38	2.88	0.67	10.00	30.00	150.00	45.00	260.00
Martinique B5R1A3	2.97	0.27	1.63	2.25	0.72	10.00	30.00	160.00	80.00	375.00
Martinique B5R2A3	2.81	0.19	1.38	2.94	0.68	5.00	30.00	185.00	85.00	235.00
Martinique B5R3A3	2.33	0.29	1.25	2.94	0.65	10.00	35.00	205.00	70.00	200.00
Martinique B6R1A3	2.93	0.21	1.50	2.69	0.56	10.00	40.00	200.00	75.00	260.00
Martinique B6R2A3	2.85	0.22	1.25	1.88	0.53	10.00	60.00	235.00	85.00	235.00
Martinique B6R3A3	3.44	0.28	1.31	2.62	0.70	10.00	60.00	2125.00	185.00	375.00

Fuente: Laboratorio Suelo-Planta-Agua Salvador Castillo Orellana, FAUSAC, Guatemala.

Cuadro 26A. Análisis de suelo de las seis combinaciones de nitrógeno y calcio utilizadas en *Impatiens híbrida*, al final del ciclo productivo.

Tratamientos	ppm									
	pH	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Fe	
	Rango Medio									
	12-16	120-150	6-8	1.5-2.5	2-4	4-6	10-15	10-15		
B1	0 grs. de nitrógeno y 0 grs. de calcio	7.00	56.03	263	8.11	2.47	3.00	6.00	24	17
B2	1 gr. de nitrógeno y 0 grs. de calcio	7.00	44.68	225	7.80	2.11	3.00	5.00	17.5	18.5
B3	2 grs. de nitrógeno y 0 grs. de calcio	6.70	44.14	210	7.49	1.95	3.00	5.00	17.5	20
B4	0 grs. de nitrógeno y 1 gr. de calcio	7.20	51.67	215	7.49	2.16	2.50	5.00	22.5	18.5
B5	1 gr. de nitrógeno y 1 gr. de calcio	6.80	42.59	215	7.49	2.16	3.00	5.50	19.00	24.5
B6	2 grs. de nitrógeno y 1 gr. de calcio	6.50	33.92	168	7.80	1.80	3.00	4.50	15.00	20.5

Fuente: Laboratorio Suelo-Planta-Agua Salvador Castillo Orellana, FAUSAC, Guatemala.

Cuadro 27A. Medias de la productividad de las variedades de *Impatiens híbrida* evaluadas.

		Combinaciones de nitrógeno y calcio																
		B1			B2			B3			B4			B5			B6	
		Sonic			Sonic			Sonic			Sonic			Sonic				
		Moala	Martinique	Cherry	Moala	Martinique	Cherry	Moala	Martinique	Cherry	Moala	Martinique	Cherry	Moala	Martinique	Cherry	Moala	Martinique
R1		706.00	1006.00	858.00	501.00	1222.00	708.00	308.00	937.00	618.00	714.00	1022.00	734.00	434.00	1094.00	856.00	534.00	1141.00
R2		869.00	987.00	756.00	843.00	1130.00	639.00	746.00	1076.00	783.00	858.00	1117.00	661.00	504.00	1062.00	736.00	482.00	926.00
R3		526.00	782.00	734.00	529.00	1005.00	576.00	615.00	830.00	647.00	706.00	1088.00	695.00	561.00	1096.00	750.00	592.00	1096.00
Promedio		653.67	822.67	718.67	624.33	1112.33	641.00	576.67	947.67	662.67	692.00	1079.67	766.67	509.67	1094.67	780.33	482.67	1091.00

Cuadro 28A. Medias de la incidencia de la mancha foliar *Myrothecium sp.* en las variedades de *Impatiens híbrida* evaluadas.

		Combinaciones de nitrógeno y calcio																
		B1			B2			B3			B4			B5			B6	
		Sonic			Sonic			Sonic			Sonic			Sonic				
		Moala	Martinique	Cherry	Moala	Martinique	Cherry	Moala	Martinique	Cherry	Moala	Martinique	Cherry	Moala	Martinique	Cherry	Moala	Martinique
R1		80.03	63.02	67.28	50.06	66.63	45.61	36.34	34.14	34.40	60.74	62.62	64.66	36.74	58.20	67.23	36.44	48.42
R2		64.68	37.58	33.44	107.95	52.13	47.16	65.18	58.84	46.69	40.04	50.40	26.56	36.08	50.28	79.13	44.36	42.54
R3		43.04	36.44	74.20	57.60	46.66	32.18	48.22	29.67	35.45	77.02	68.76	60.70	56.58	46.56	54.15	65.05	60.29
Promedio		62.68	45.68	64.97	71.64	61.65	41.96	57.25	40.62	38.31	62.60	60.69	53.64	42.80	51.35	66.34	48.29	60.73

Cuadro 29A. Medias de la severidad de la mancha foliar *Myrothecium sp.* en las variedades de *Impatiens híbrida* evaluadas.

		Combinaciones de nitrógeno y calcio																
		B1			B2			B3			B4			B5			B6	
		Sonic			Sonic			Sonic			Sonic			Sonic				
		Moala	Martinique	Cherry	Moala	Martinique	Cherry	Moala	Martinique	Cherry	Moala	Martinique	Cherry	Moala	Martinique	Cherry	Moala	Martinique
R1		2.50	2.25	2.73	1.74	2.70	2.41	1.77	1.67	2.06	2.43	2.22	3.44	1.67	2.00	2.72	1.74	1.92
R2		2.12	1.80	1.83	2.64	1.96	2.09	3.02	2.16	2.06	1.87	1.93	1.67	1.87	2.06	3.11	1.87	1.63
R3		1.87	1.61	2.77	2.06	1.80	2.14	2.06	1.80	1.67	2.43	2.51	2.94	1.87	2.00	2.33	1.83	2.64
Promedio		2.16	1.85	2.44	2.16	2.16	2.32	2.32	1.88	2.00	2.34	2.32	2.68	1.80	2.02	2.72	1.81	2.10

Escala de severidad de la mancha foliar *Myrothecium sp.* en el cultivo de *Impatiens híbrida*.

Fuente: Ángel Montenegro, Paul Ecke de Guatemala, S.A. (2004).



Figura 9A. Rango 0 – 10%, bajo.



Figura 10A. Rango 10 – 20%, moderado



Figura 11A. Rango 20 a 30 %, severo.



Figura 12A. Rango > 30%, extremadamente severo.

Etapas de la Investigación



Figura 13A. Propagación.

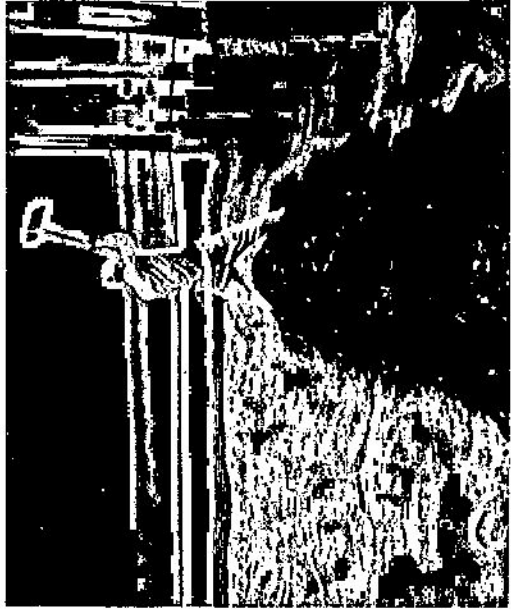


Figura 14A. Picado de camas a 0.4 m. de profundidad



Figura 15A. Emplasticado de camas.

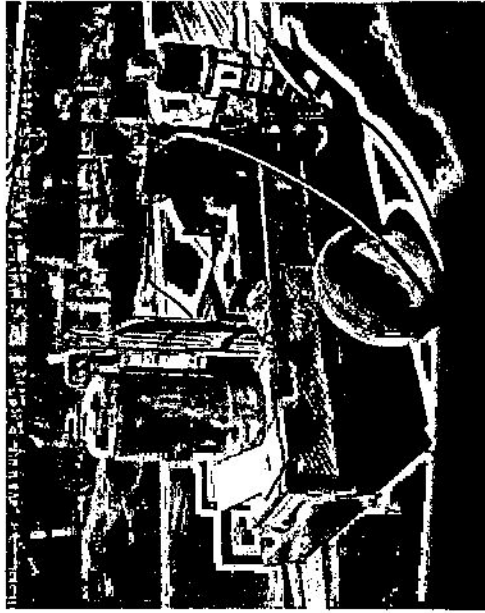


Figura 16A. Equipo de bromuración.



Figura 17A. Retallado de camas.

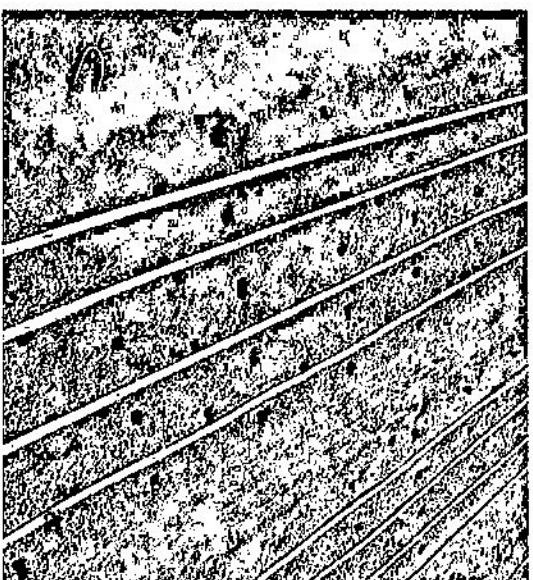


Figura 18A. Ahojado de camas.



Figura 19A. Riego de planta reciente.

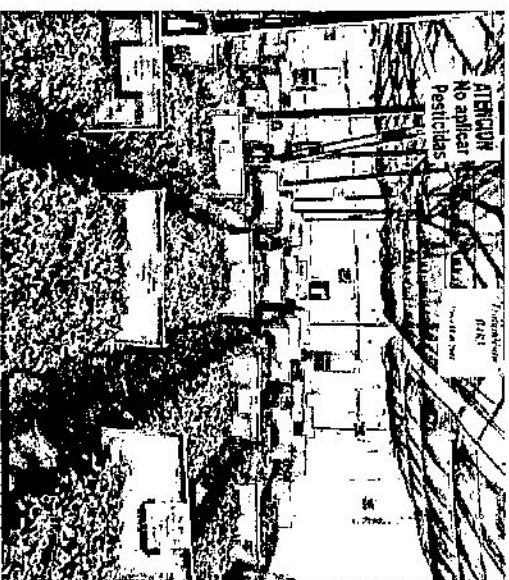


Figura 20A. Plantas adultas.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE AGRONOMÍA -FAUSAC-
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
 Y AMBIENTALES -IIA-



REF. Sem. 07/2006

LA TESIS TITULADA:

"EFECTO DEL N Y Ca SOBRE LA
 INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE LA MANCHA
 FOLIAR *Myrothecium* sp. EN TRES
 VARIETADES DE NUEVA GUINEA *impatiens*
hibrida BAJO INVERNADERO, SAN MIGUEL
 DUEÑAS, SACATEPEQUEZ, GUATEMALA"

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE:

ANGEL ERNESTO MONTENEGRO MORÁN

CARNE:

9611015

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES:

Ing. Agr. Carlos González
 Ing. Agr. Johnny Toledo
 Ing. Agr. Filadelfo Guevara Chávez

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. Ovidio Amal Sacbajá Galindo
 ASESOR

Ing. Agr. Gustavo Adolfo Alvarez Valenzuela
 ASESOR

Dr. David Monterroso Salvatierra
 DIRECTOR DEL IIA



IMPRIMASE

Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
 DECANO



DMS/nm
 c.c. Archivo
 IIA
 Control Académico

