

Control de *Fusarium oxysporum* en semilleros de repollo en la localidad de Mirafior, Estelí, Nicaragua, mediante el uso de solarización y encalamiento como tratamientos alternativos al uso de químicos.

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura.

Presentado por

Guillermo Toruño Sampson

Zamorano, Honduras

Agosto, 1999

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos del autor

Guillermo Toruño Sampson

Zamorano-Honduras
Agosto, 1999

Control de *Fusarium oxysporum* en semilleros de repollo en la localidad de Mirafior, Estelí, Nicaragua, mediante el uso de solarización y encalamiento como tratamientos alternativos al uso de químicos.

Presentado por:

Guillermo Toruño Sampson

Aprobada:

Orlando Cáceres, M. Sc.
Asesor Principal

Allan Hruska, Ph. D.
Jefe de Departamento

Julio López, M. Sc.
Asesor

Antonio Flores, Ph. D.
Decano Académico

Ing. Fernando Leyva
Asesor

Keith Andrews, Ph.D.
Director

María Mercedes Doyle, Ph.D.
Coordinador PIA-DPV

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por darme vida, ánimo y la perseverancia para finalizar mi ingeniería...

A mis padres Guillermo y Amelia...

A mi hermana Ana Patricia...

A esa personita, Rodrigo Estenio, por hacerme ver que siempre hay alguien por quien seguir adelante...

A mí...

AGRADECIMIENTOS

A mi profesor Dr. Michel Zeiss por su amistad y por siempre exigir a dar lo mejor de mí.

Al Ing. Orlando Cáceres, Ing. Fernando Leyva por su asesoría y paciencia para la realización de este trabajo.

Al Ing. Julio López por su amistad, exigencias y guía para realizar este trabajo. Al Dr. Allan Hruska mi agradecimiento eterno por su ayuda para terminar mi ingeniería.

A mis amigos PIA 97-98, J Arregui, C Bravo, R Barrientos, A Macias, JD Peñaherrera, JJJ Olaechea, H Salazar, F Méndez, J Castedo y demás que haya olvidado, agradeciéndoles infinitamente los buenos y malos ratos que pasamos en el PIA.

A mis amigos de colonia en Zamorano, JDel Carmen, ATerán, FOrozco, CLuna, RGarcía, CMorales y CWilliams por su amistad y ayuda en PIA.

Al Ing. Pedro Vargas, por el apoyo y amistad sincera a lo largo de nuestra carrera. A Jorge Eslaquit y Rony Sánchez por su amistad, ayuda y paciencia durante la ultima parte de este estudio.

A mis amigos de PROMIPAC por los buenos ratos durante mi estadía en Estelí. Al ing Luis Lorente y a los productores Leonel Talavera y Wilton Pérez ya que sin su ayuda esto no hubiera sido posible.

A todo el personal del Departamento de Protección Vegetal de Zamorano por su amistad durante mi estancia en el PIA.

Agradezco a mis compañeros PIA 98-99, SFleig, SCastro, ZCastillo, IVega, JZumba, REscobar y demás, los buenos ratos.

A mis hermanos; Lenin, Emmanuel, Allan y Martín. Mis hermanas; Carolina, Marinella y Gloria Amelia por su apoyo durante mi carrera.

Y finalmente quiero agradecer a la Arq Valeria del Mar Ramírez Valdivia por ser como es...y a su mamá, Doña Vilma Valdivia de Ramírez por sus oraciones.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Agradezco al Proyecto MIP-ZAMORANO-COSUDE por el financiamiento brindado para seguir mis estudios en el Programa de Ingeniería Agronómica.

Agradezco a Guillermo Toruño MSc y a la Arq Ana Patricia Toruño Sampson por el financiamiento para culminar mi ingeniería.

Agradezco a la DSE por contribuir financieramente para la realización de mis estudios en el Programa de Agrónomo.

RESUMEN

Toruño, Guillermo 1999. Control de *Fusarium oxysporum* en semilleros de repollo en la comunidad de Miraflor, Estelí, Nicaragua, mediante el uso de solarización y encalamiento como tratamientos alternativos al uso de químicos. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras.

La enfermedad ocasionada por *Fusarium oxysporum* es el principal problema fitosanitario en los semilleros de repollo que enfrentan los productores en la zona de Miraflor, Estelí, Nicaragua. El control químico es la principal forma de acción contra esta enfermedad. Los objetivos del estudio fueron: a) caracterizar el manejo que le dan los productores de Miraflor a sus semilleros de repollo, b) reafirmar el diagnóstico del patógeno, c) evaluar la efectividad de la solarización y el encalamiento como tratamientos alternativos al uso de químicos, d) determinar la producción de biomasa por cada tratamiento, e) comparar los costos de las alternativas y el control químico. Para caracterizar el manejo de semilleros en que realizan en la zona, se aplicó una encuesta a productores. En el ensayo de campo se evaluaron los siguientes tratamientos: a) la aplicación de cal apagada al semillero de repollo a una dosis de 2 lb/m², b) el recubrimiento del semillero con una película de plástico transparente calibre 70 durante un mes, c) la aplicación de PCNB® y Counter® como el tratamiento convencional utilizado por los productores a las dosis utilizadas por ellos y c) un testigo negativo que fue el no aplicar nada al semillero. Se utilizó un DBCA, las variables estudiadas fueron plantas que presentaran síntomas visibles de daño por *Fusarium* sp,

peso de plantas (biomasa), número de plantas de repollo germinadas por área, número de malezas germinadas por área, se evaluó el comportamiento de las variables en el tiempo hasta el trasplante, además se realizó un análisis de costo de los tratamientos. Con las encuestas a productores se determinó que el control de *Fusarium* sp es bastante homogéneo en cuanto al uso de químicos y las prácticas agronómicas que realizan ayudan a disminuir la incidencia del patógeno. En los ensayos de campo la aplicación de cal y la solarización ejercieron mejor control de la enfermedad que el químico. La solarización presentó menor cantidad de malezas germinadas por área y una mayor producción de biomasa. El encalado y la solarización presentaron mayor geminación de plantas de repollo que los otros tratamientos. El tratamiento más barato después del testigo es solarización seguido del encalado y por último el químico como el mas caro.

Palabras claves: *Fusarium* sp, solarización, encalamiento.

NOTA DE PRENSA

COMO OBTENER MEJOR CONTROL DE LA ENFERMEDAD QUE AFECTA LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE REPOLLO EN LOS SEMILLEROS

En la zona de Mirafior, departamento de Estelí, Nicaragua, se realizó un estudio mediante el cual se caracterizó el manejo que dan los productores a sus almácigos de repollo para el control de la enfermedad conocida como pata seca y que es causado por el hongo *Fusarium oxysporum*. Esta enfermedad es la principal causa de pérdida de plantas en los semilleros.

El estudio se basó en la evaluación de dos tratamientos no químicos para el control de la enfermedad. Los ensayos se realizaron en fincas de productores de la zona comparando los tratamientos alternativos con el manejo convencional que ellos le dan a sus semilleros.

Los tratamientos alternativos consisten en la aplicación de cal al semillero días antes de la siembra con el fin de incrementar el pH del suelo lo cual influye en la actividad del patógeno lo cual permite controlar la enfermedad.

El otro consiste en recubrir el almácigo con una película de plástico transparente durante un mes para exponerlo a la radiación solar, lo cual incrementa la temperatura del suelo en el almácigo y provee un buen control de la enfermedad. Este tratamiento, conocido como solarización, favorece el control de malezas, logrando una producción de plantas mas fuertes y sanas.

En el estudio se midió la evolución semanal de la enfermedad en las plantas del semillero desde la siembra hasta el trasplante.

Los resultados del estudio muestran que los tratamientos alternativos fueron más efectivos en el control de la enfermedad que el tratamiento químico y además menos costosos.

Estos tratamientos presentaron beneficios adicionales al control de la enfermedad como por ejemplo el que son más seguros de usar, sin riesgo a intoxicaciones. Además Mirafior, en su calidad de reserva natural se ve beneficiada por que estos tratamientos a diferencia de los químicos no son contaminantes al ambiente.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Agradecimiento a patrocinadores.....	vi
Resumen.....	vii
Nota de prensa.....	viii
Contenido.....	ix
Índice de Cuadros.....	x
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Anexos.....	xii
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.1.1 Objetivos específicos.....	2
2 REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Antecedentes.....	3
2.2 Taxonomía.....	3
2.3 Síntomas y daños.....	3
2.4 Descripción del patógeno.....	4
2.5 Epidemiología.....	4
2.6 Control.....	5
3 MATERIALES Y MÉTODOS	7
3.1 Caracterización del manejo de plagas en semilleros de repollo.....	7
3.1.1 Localización.....	7
3.1.2 Encuesta.....	7
3.1.3 Tamaño de la muestra.....	7
3.2 Evaluación de solarización y cal en los semilleros de repollo.....	8
3.2.1 Localización del ensayo.....	8
3.2.2 Preparación del almácigo.....	8
3.2.3 Siembra.....	9
3.2.4 Muestreos.....	9
3.2.5 Cosecha.....	10
3.2.6 Tratamientos.....	10
3.2.6.1 Solarización.....	11
3.2.6.2 Encalado.....	12
3.2.6.3 Químico convencional.....	12

3.2.6.4	Agua.....	12
3.2.7	VARIABLES EVALUADAS.....	13
3.2.8	Unidad experimental.....	13
3.2.9	Diseño experimental.....	13
3.3	Diagnóstico del patógeno.....	13
3.3.1	Recolección de las muestras.....	14
3.3.2	Envío de muestras.....	14
3.3.3	Realización del diagnóstico.....	14
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
4.1	Caracterización del manejo de los semilleros de repollo que realizan los productores de Miraflor, Estelí.....	15
4.1.1	Datos generales y de manejo del cultivo.....	15
4.2	Resultados de la identificación del organismo patógeno.....	20
4.3	Resultados de ensayo de campo.....	20
4.3.1	Calidad de plantas.....	20
4.3.2	Germinación de plantas de repollo.....	21
4.3.3	Germinación de malezas.....	22
4.3.4	Control de <i>Fusarium</i> sp.....	23
4.4	Cálculos de costos.....	24
5	CONCLUSIONES	27
5.1	Caracterización del manejo de semilleros de repollo que realizan los productores de Miraflor, Estelí.....	27
5.2	Identificación del patógeno.....	27
5.3	Ensayo de campo.....	27
5.4	Costos de tratamientos.....	28
6	RECOMENDACIONES	29
6.1	Manejo de semilleros.....	29
6.2	Diagnóstico.....	29
6.3	Tratamientos.....	29
7	BIBLIOGRAFÍA	31
8	ANEXOS	32

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1	Productores encuestados por comunidad en Miraflor.....	8
2	Tratamientos evaluados en el campo.....	13
3	Areas de siembra de los productores encuestados en Miraflor.....	15
4	Tiempo de descanso dado a lotes por los agricultores.....	15
5	Variedades de repollo mas utilizadas por agricultores en Miraflor.....	16
6	Producción de biomasa por tratamiento por fecha.....	21
7	Plantas de repollo germinadas por tratamiento por fecha.....	21
8	Malezas germinadas por metro cuadrado por fecha por tratamiento.....	22
9	Plantas de repollo con síntomas visibles de <i>Fusarium</i> sp por tratamiento por fecha.....	23
10	Costos de solarización.....	24
11	Costos de encalado.....	24
12	Costos de químico convencional.....	25
13	Costos de testigo (nada).....	25
14	Calculo de costos totales de plantas de repollo en semilleros por tratamiento.....	26

ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS

Figura

1	Plantas con daño por <i>Fusarium oxysporum</i>	3
2	Solarización de suelo	11

Gráficos

1	Comercialización de la cosecha.....	16
2	Recolección de rastrojos.....	17
3	Importancia dada a las plagas por los productores.....	17
4	Incidencia de la enfermedad en el año según los productores.....	18
5	Comparación gráfica entre los productores que han usado y los que no prácticas no químicas.....	18
6	Conocimiento de la cal como medida de control de plagas en semilleros de repollo.....	19
7	Conocimiento de solarización como medida de control de plagas de semilleros.....	19
8	Fungicidas mas utilizados en semilleros de repollo.....	20

IINDICE DE ANEXOS

Anexo

1	Encuesta.....	31
2	Análisis de suelo.....	32
3	Etiqueta de Counter®.....	33
4	Etiqueta de P.C.N.B.®.....	34
5	Diagnóstico de patógeno.....	35

1. INTRODUCCION

El cultivo del repollo (*Brassica oleracea* var *capitata*) constituye una actividad con larga trayectoria y tradición en la región centroamericana, habiéndose iniciado hace varias décadas. Esta hortaliza es parte importante de la dieta de un gran sector de la población, en ensaladas y alimentos típicos (CATIE, 1990). Este cultivo representa para los productores de la región norte de Nicaragua una fuente importante de ingresos. Específicamente en la zona de Mirafior, Estelí, donde el cultivo ocupa el segundo lugar en importancia económica y en área total de siembra después de la papa (Lorente, 1998)¹.

En Nicaragua, el manejo y control de plagas en la producción de repollo se ha basado principalmente en el uso de controles químicos. La región de Mirafior, Estelí, en su calidad de reserva natural, se ve en la necesidad de encontrar alternativas de control de plagas diferentes a los controles químicos, alternativas que sean eficientes, económicamente rentables y ecológicamente sostenibles.

Los problemas fitosanitarios a los que se enfrentan los productores de repollo de la zona comienza desde la etapa de semillero, en el cual, en ocasiones la producción de plántulas de repollo para el trasplante se ve reducida en más de un 50% (Lorente, 1998)¹ debido a la acción de plagas del suelo, lo que indica un aumento en los costos de producción y una mayor dependencia al uso de agroquímicos. Sobre la base de esta necesidad se trata de evaluar, promocionar e incluir en el manejo de los problemas fitosanitarios prácticas diferentes a las usadas convencionalmente por los productores de la zona, que puedan sustituir o reducir el uso de químicos necesarios en la producción de plántulas en los almácigos.

Entre las plagas de suelo que causan mayor daño en almácigos de repollo se encuentran las enfermedades fungosas. El ataque de hongos afecta a toda la plántula y todas sus etapas fenológicas. El principal problema que se presenta en la comunidad Mirafior durante la etapa de plántula en el semillero es causado por el hongo *Fusarium oxysporum*, causante de la enfermedad conocida entre los productores de la región como pata seca. Este estudio se enfocó en el control de la enfermedad a través del uso de alternativas no químicas tales como solarización y enclamiento aplicadas al semillero.

La sencillez de estas prácticas alternativas y su potencial para el control de los principales problemas fitosanitarios en almácigos de repollo representa una alternativa a la necesidad de la reserva natural de Mirafior en cuanto a la reducción del uso de químicos y para los productores presenta una reducción en los costos de producción y seguridad personal en su aplicación.

1.1 Objetivo General

¹Ing Luis Lorente, UCA-Mirafior, comunicación personal

Evaluar y brindar alternativas para el control de *Fusarium oxysporum* diferentes al uso de químicos para la producción de plántulas de repollo en almácigos.

1.1.1 Objetivos específicos

1. Caracterizar las prácticas de manejo del semillero que realizan los productores de la zona para el control de las plagas de repollo.
2. Evaluar la efectividad de la solarización y encalamiento como tratamientos alternativos al uso de químicos para el control de *Fusarium oxysporum* en almácigos.
3. Determinar la calidad de plántulas a transplante obtenidas en los diferentes tratamientos.
4. Reafirmar la presencia en la zona de estudio del organismo *Fusarium oxysporum* patógeno causante de la enfermedad conocida como pata seca por los productores de repollo de la zona.
5. Determinar la rentabilidad de los tratamientos.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES

Dentro de la fitopatología el género *Fusarium* agrupa el mayor número de representantes causales de enfermedades a las plantas. Es el género de mayor difusión en el mundo. Se ha comprobado que estos organismos son responsables de un sinnúmero de alteraciones como podredumbres de raíces y tallos en plantas de diferentes cultivos y enfermedades en almácigos (“damping-off”). De todas estas alteraciones la más importante es la marchitez (Carrera, 1962).

El termino “damping-off” se refiere al nombre que se aplica a la enfermedad de los almácigos y que es producto de la acción patógena de varios microorganismos cuyo hábitat es el suelo. Estos microorganismos incapacitan la germinación de las semillas y provocan la muerte de plántulas emergidas (Fernández, 1978).

En Mirafior, Estelí, la enfermedad en almácigos de repollo conocida como pata seca, producida por *Fusarium oxysporum* refleja su acción principalmente en las raíces y el cuello del tallo. El ataque provoca un retraso en el crecimiento, debilitamiento y hasta la muerte de las plántulas. En la época de postrera de 1998, se observaron pérdidas de hasta un 70% de plántulas en semilleros ubicados en El Zontule, comunidad de Mirafior (Lorente, 1998).

2.2 TAXONOMÍA

El hongo *Fusarium oxysporum*, principal causante de enfermedades radicales en plántulas de repollo, pertenece a la clase Deuteromycetes (hongos asexuales), Orden: Moniliales, familia Tuberculariaceae (Agrios, 1989).

2.3 SÍNTOMAS Y DAÑOS

Las plantas afectadas por *Fusarium oxysporum* presentan una apariencia de enanismo y amarillamiento (Figura 1). En algunas plantas las hojas adquieren bordes morados y bases de color café. El tejido vascular en las venas se vuelve oscuro y existe desarrollo de decoloración en la base de la planta (CIAD, 1999)².

² Centro de Inventario Agroecológico y Diagnóstico, DPV-Zamorano

Figura 1. Plantas con daño por *Fusarium oxysporum*



2.4 DESCRIPCIÓN DEL PATÓGENO

Castaño y del Río (1994) describen el patógeno *Fusarium* sp. de la siguiente manera: “El hongo produce tres tipos de esporas asexuales en cultivos: microconidias, macroconidias y clamidosporas.

Las microconidias son rectas o curvadas, hialinas, unicelulares, pequeñas y de forma oval a elipsoidal, que miden de 5-12 x 2.2-3.5 micras y son producidas en fiálidos laterales unicelulares y cortos; las macroconidias también son hialinas, generalmente con 3 a 5 septas, semejando una luna en cuarto creciente por su forma curvada en el centro y fina en los extremos, que miden 27-60 x 3-5 micras y las clamidosporas que se producen solas o en pares, de forma intercalada o en ramificaciones laterales cortas, que son estructuras de sobrevivencia del patógeno y tienen forma redonda y paredes delgadas. Cuando se cultiva en medio artificial, este patógeno produce pigmentos de color azul o rojizo, dependiendo del aislamiento”.

2.5 EPIDEMIOLOGÍA

El patógeno puede encontrarse en el suelo o en la semilla. Las semillas pueden llevar las esporas debajo de las cubiertas de la semilla (Castaño y del Río, 1994). El hongo causal puede permanecer en el suelo por muchos años y las altas temperaturas promueven el desarrollo del hongo y por consiguiente de la enfermedad. Al estar el hongo presente en el suelo ocasiona daños a la raíz y tallo y posteriormente se disemina a toda la planta (CIAD, 1999).

La enfermedad es más severa en suelos arenosos, livianos y en lugares con una temperatura entre los 27 y 33 °C. Existe mayor diseminación del patógeno durante el transplante (Castaño y del Río, 1994).

Cuando las esporas germinan penetran la epidermis y crece lentamente hasta alcanzar el tejido vascular. Una vez en él, el hongo produce un daño severo debido a la obstrucción física de los vasos por las hifas del hongo y la secreción de polisacáridos y enzimas pectolíticas (CIAD, 1999).

La enfermedad es estimulada por niveles bajos de potasio y altos de nitrógeno. Plantas de crecimiento rápido y suculento parecen ser más susceptibles. Condiciones de acidez del suelo, pH entre 5 a 5.6, favorecen la aparición de síntomas externos. La incidencia de la enfermedad decrece en suelos con un pH de 7.2; sin embargo, a niveles superiores se incrementa (Castaño y del Río, 1994).

2.6 CONTROL

Las prácticas de control que se recomiendan para el manejo de *Fusarium oxysporum* se basan en medidas de prevención de la enfermedad. Entre estas medidas tenemos el uso de semilla de buena calidad que este libre del patógeno y que muestre resistencia a la enfermedad.

Otra práctica de control que se recomienda es la desinfección de semilleros. Para este fin se recomiendan aplicaciones de productos químicos comerciales (Castaño y del Río, 1994), otras recomendaciones incluyen la aplicación de cal y cenizas al suelo (Ramos *et al*, 1993). Con estas aplicaciones se pretende elevar el pH a valores cercanos a 7 pero sin llegar a 7.5. La aplicación de fungicidas como el Benomil® al momento de la preparación del suelo en el semillero es otra práctica recomendada para prevenir la incidencia de la enfermedad. De igual manera se recomienda la desinfección de plántulas con fungicidas sistémicos al momento del trasplante y así evitar el traslado de un campo a otro (Castaño y del Río, 1994).

Entre las prácticas culturales que se recomiendan para el control de enfermedades del suelo se encuentra la rotación de cultivos, pero que este caso es de poco valor ya que este patógeno vive de manera natural en el suelo y puede vivir en él por muchos años, aún en ausencia de un cultivo hospedero (Castaño y del Río, 1994).

Para evitar o reducir la incidencia de la enfermedad en el semillero es necesario hacer la limpieza de malezas con sumo cuidado para evitar las lesiones a las plántulas y facilitar la entrada del patógeno a la plántula (Castaño y del Río, 1994).

Castaño y del Río (1994); recomiendan la aplicación de nematicidas en los semilleros, ya que se estarán controlando nemátodos que pudieran llegar a abrir fuentes de entrada para el patógeno.

Existen diferentes estrategias para el control de esta enfermedad, algunas prácticas agrícolas y métodos físicos pueden ser utilizados con resultados similares al control que ejercen los químicos. Entre las prácticas alternativas mediante métodos físicos se encuentran la solarización de los suelos, cuyo principio básico es utilizar la radiación solar para producir cambios en la temperatura, la química y la biología del suelo para el

control de malezas, nemátodos y hongos fitopatógenos que afectan principalmente el sistema radicular de las plántulas.

Esta práctica requiere del involucramiento de algunos factores que determinan la eficiencia de la misma. Entre estos están: preparación del suelo, características del suelo, humedad del suelo, el material plástico de cobertura, régimen de radiación solar, especies de organismos a controlar y permanencia de plástico en el suelo (Stapleton y De Vay, 1985).

En Nicaragua la solarización es una técnica que no se ejerce ni se ha desarrollado a ningún nivel (MAG, 1996) por lo que existe un campo amplio para su desarrollo y adopción. Dicha técnica ha sido sometida a numerosos estudios en países con condiciones climatológicas similares a las presentes en Miraflores, Estelí, Nicaragua, y se ha logrado buenos resultados por lo que presenta una solución potencial a los problemas presentes en dicha región.

Otra técnica para el control de enfermedades de suelo en almácigos es la aplicación de cal, que ha demostrado reducciones en los niveles de daño ocasionados a raíces y tallos por patógenos presentes en el suelo. El efecto positivo de la cal (Ca(OH)_2) se debe posiblemente, a la alcalinización del suelo. La disminución de la acidez del suelo ofrece condiciones desfavorables para el crecimiento de los hongos e incrementa la vitalidad de las plántulas debido a una mayor disponibilidad de nutrientes (Ramos y Ardón, 1994)

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 CARACTERIZACIÓN DEL MANEJO DE PLAGAS EN SEMILLEROS DE REPOLLO

3.1.1 Localización

Para esta parte del estudio se diseñó y aplicó una encuesta a 30 productores participantes.

El levantamiento de las encuestas se realizó en febrero de 1999, en la reserva natural de Mirafior, en el departamento de Estelí, Nicaragua. Los datos recolectados en esta encuesta fueron tomados directamente de productores de repollo de la zona con la participación y ayuda de técnicos de UCA-Mirafior (Unión de Cooperativas Agropecuarias de Mirafior)

3.1.2 La encuesta

La encuesta realizada tenía 16 preguntas unas de selección de respuestas y otras de respuestas abiertas (Anexo 1). La encuesta fue tomada a manera de entrevista y de pláticas informales con el productor. El tiempo requerido para ser llenada fue en promedio unos 15 minutos por productor. Las encuestas fueron levantadas con el fin de caracterizar el manejo que se le da a los semilleros de repollo así como también determinar el conocimiento que tienen los productores sobre otras técnicas de control de plagas en los semilleros.

3.1.3 Tamaño de la muestra

El número de productores de repollo en la zona de estudio es de 80. De estos se encuestó un total de 30 agricultores dedicados a la producción de repollo, es decir un 37.5 % de la población, la cual se considera representativa para una población de productores y además tomando en cuenta la accesibilidad hacia estos, y el tiempo disponible para realizar las encuestas. Las muestras fueron tomadas en diferentes comunidades de la zona de Mirafior (Cuadro 1)

Cuadro 1. Productores encuestados por comunidades en Miraflor.

Comunidad	Número de productores encuestados
Puertas Azules	13
El Zontule	7
El Cebollal	6
Otras comunidades	4
Total de productores entrevistados	30

3.2 EVALUACIÓN DE APLICACIONES DE SOLARIZACIÓN Y CAL EN LOS SEMILLEROS DE REPOLLO

3.2.1 Localización del ensayo

Los ensayos se realizaron en semilleros de repollo, durante los meses de febrero y marzo en la época de apante de 1999. En la finca del señor Leonel Talavera se estableció una repetición y en dos fincas del agricultor Wilton Pérez se establecieron las otras dos repeticiones. Las fincas están ubicadas en la reserva natural de Miraflor a 35 km. de Estelí, Nicaragua. Esta región tiene una altitud de 1500 metros sobre el nivel del mar y una precipitación anual promedio de 1300 mm distribuidos a través de todo el año. Las temperaturas oscilan entre los 21 °C y los 26°C durante los meses de febrero a abril.

El tipo de suelo que predomina en la zona es de textura franco arenoso, con altos contenidos de materia orgánica (4.5 a 6.96 %) y pH fuertemente ácidos (Anexo 2), condiciones que propician la severidad de la enfermedad.

Estas fincas fueron escogidas por tener condiciones climáticas similares a las otras fincas dedicadas al cultivo de repollo ubicadas en la localidad, además estas fincas presentaban condiciones logísticas favorables y un historial de la enfermedad presente en los semilleros.

3.2.2 Preparación del almácigo

La absorción de la radiación solar por el suelo y consecuentemente su efectividad esta directamente relacionada a la preparación del suelo en el almácigo. Entre más suelta la tierra se producirá una mejor distribución del calor en el suelo y por ende un mejor control de los organismos no deseados.

La preparación de los almácigos se realizó a finales de la segunda semana de enero. La remoción del suelo se realizó para eliminar los terrones grandes. Los almácigos median 10m de largo por 1m de ancho, para un total de 10m².

La preparación temprana de los almácigos se realizó con el fin de recubrir con plástico el área designada a solarización y así asegurar su exposición a la radiación solar por más de un mes. La cubierta de plástico se colocó al banco después de lograr una humedad, en el almácigo de capacidad de campo. Se utilizó agua de una fuente natural cercana utilizada para el riego de los lotes de producción. Una buena humedad en el suelo asegura un incremento en la sensibilidad térmica de los organismos presentes y favorece la transmisión y movimiento de calor (Munro, *in press*).

3.2.3 Siembra del repollo en los almácigos

La siembra se realizó los días 23 y 24 de febrero, utilizando semilla variedad Saturno, una de las más utilizadas en la zona. La semilla certificada aseguró una buena germinación, libre de enfermedades. La siembra se realizó manualmente, lográndose una población de aproximadamente 500 plántulas por m², es decir aproximadamente unas 100 plántulas por metro lineal en cada uno de los almácigos.

La fertilización de los almácigos se realizó a los 7 días postgerminadas las semillas del repollo. Se utilizó una formulación de 15-15-15 (N-P-K), seleccionada por los productores. La aplicación se hizo entre hileras, no muy cerca de las bases de las plántulas para evitar el riesgo de causar algún daño por efecto directo del fertilizante.

3.2.4 Muestreos

Se realizaron 3 tipos diferentes de muestreos

Muestreos de poblaciones

El primer muestreo llevado a cabo fue para determinar la población de plántulas germinadas por tratamiento, con el fin de determinar diferencias de poblaciones por efecto de tratamientos.

Para medir germinación de plantas de repollo: este muestreo se realizó a los 7, 15 y 21 días después de la siembra, cuando se estimó que ya había germinado lo que iba a germinar. Para el conteo de malezas se hizo a los 7, 15, 21 30 días después de la siembra

La población de plántulas germinadas se hizo mediante el conteo de plántulas por metro lineal y por metro cuadrado. Los muestreos se realizaron de igual manera para todos los tratamientos.

Muestreos semanales

Los recuentos semanales se hacían con dos finalidades:

Muestreos Fitosanitarios

Estos se realizaron semanalmente desde la germinación hasta la cosecha. Para estos muestreos se utilizó un tamaño de muestra de 1 metro lineal y se determinó el número de plántulas con síntomas de *Fusarium* sp. Las muestras se seleccionaron al azar en cada tratamiento. Las observaciones a dichas plántulas eran para determinar el estado de la plántula y si había daño visible por *Fusarium oxysporum*.

Muestreos de calidad

Los muestreos siguientes se realizaron los 15, 22 y a los 30 días postgerminación de las plantas en el almácigo. No se realizaron semanalmente desde la germinación debido a que la balanza utilizada no tenía la precisión para determinar el peso de plantas muy pequeñas.

Estos muestreos se realizaron para determinar la calidad de plántulas que se producían en cada tratamiento. Para estos muestreos se utilizó un tamaño de muestra de 20 plántulas. Para esta parte del estudio se utilizó una balanza pequeña con la cual se estimó el peso en biomasa de cada plántula, así como también el peso de raíces, peso de hojas y peso de tallos. Para esto se separó la plántula en sus diferentes partes (hojas, raíz y tallo) y se pesó por separado.

En estos muestreos semanales se evitó tomar plantas en los bordes, procurando tomar las muestras al centro de semillero para así evitar el efecto de bordes.

3.2.5 Cosecha

La cosecha en este estudio se llevo a cabo al momento del transplante de las plántulas de repollo del semillero al campo. Esto se realizó a los 30 días después de la siembra en los semilleros. Se cosecharon solo plántulas sanas y de buena formación.

3.2.6 Tratamientos

Los tratamientos utilizados fueron:

1. Solarización
2. Encalamiento
3. Químico convencional
4. Testigo negativo (agua)

Los tratamientos (cuadro 2) fueron escogidos por la efectividad que han demostrado en el control de plagas de suelo según estudios realizados en zonas con características similares a las presentes en Miraflores.

Otro criterio tomado en cuenta para la selección de estos tratamientos fue su facilidad de aplicación y su compatibilidad con el medio ambiente, importante para la zona de Miraflores en su calidad de reserva natural.

3.2.6.1 Solarización

Para el tratamiento de solarización se cubrió el banco de tierra con plástico de polietileno transparente calibre 70 (clasificación dada por la empresa PLASTINIC)³ (figura 2) procurando que la película de este se encontrara estrechamente unida al suelo, con un mínimo de espacio entre el plástico y el suelo para evitar que se produjera un efecto aislante por la capa de aire. El banco se cubrió con el plástico recubriendo los bordes de este para evitar la aireación.

El plástico se dejó sobre el banco durante 34 días, tiempo que se considero necesario para elevar la temperatura del suelo por encima de los 35 °C. El tiempo de cobertura recomendado para zonas con mayores temperaturas van desde una semana hasta los 10 días como máximo, como es el caso de Choluteca, Honduras, en donde las temperaturas promedios son próximas a los 40°C y se logran incrementos de temperaturas hasta los 55 °C en tan solo una semana de cobertura con plástico (López, 1999)⁴. Se decidió prolongar el tiempo de cobertura en Miraflor, tomando como base el tiempo utilizado en Choluteca y el tiempo recomendado por la literatura (Stapleton y De Vay, 1985) que recomienda el recubrimiento por espacios de tiempo que van desde los 10 a los 15 días. Los 35°C es la temperatura que la temperatura refiere como optima para obtener buenos resultados en control de la germinación de semillas de malezas y organismos fitopatógenos presentes en el suelo ya que la mayoría de los organismos nocivos en el suelo son de carácter mesofílico, es decir que resisten poco a temperaturas superiores a los 31°C.



Figura 2. Solarización del suelo.

³ Plásticos de Nicaragua

⁴ Julio López MSc, (1999) Programa Manejo Integrado de Plagas, DPV-Zamorano, (comunicación personal)

3.2.6.2 Encalamiento

El segundo tratamiento utilizado en este estudio fue el encalamiento de los bancos con el fin de incrementar el pH del suelo, ya que este es un factor determinante en la acción de los microorganismos en el suelo.

La aplicación de la cal al suelo se realizó una semana antes de la siembra, es decir el día 16 de febrero. La aplicación e incorporación de la cal se realizó manualmente hasta lograr una uniformidad de mezcla suelo-cal. La dosis de cal utilizada fue de dos libras por metro cuadrado (Ramos y Ardón, 1994).

3.2.6.3 Químico convencional

El tratamiento químico fue la aplicación de Counter[®] 10 GR (Anexo 3) que es un insectida-nematicida sistémico organofosforado con acción de contacto y estomacal y que actúa como inhibidor de la colinesteraza. La dosis utilizada fue de 1.6 Kg. por banco de 10 m², la aplicación se realizó manualmente aplicándose y mezclándose en el banco antes de la siembra. Este producto es el que los productores utilizan con mayor frecuencia para el control de plagas insectiles de suelo.

Los agricultores no utilizan productos químicos para el control malezas en los semilleros, el control de estas es hecho manualmente.

El tratamiento utilizado para el control de enfermedades en el almácigo fue P.C.N.B. 20 EC (Anexo 4), que es un fungicida organoclorado, que actúa como protector y de contacto contra enfermedades de plantas. El cual fue aplicado 6 días antes de la siembra de los semilleros con una bomba aspersora manual Matabi con capacidad de 15 litros. La dosis utilizada fue la recomendada en la etiqueta del producto, que fue de 40 ml por metro cuadrado. Este producto es de la preferencia de los productores de repollo por presentar un buen control-prevención de enfermedades y por su bajo costo. Existen otras alternativas de control químico que pudieran ser más eficaces y menos residuales pero para los productores este es un producto de control efectivo y barato.

3.2.6.4 Agua

El tratamiento testigo fue la aplicación de agua a los almácigos. El resto de prácticas se realizaron de igual manera en todos los tratamientos.

Cuadro 2. Tratamientos evaluados en el campo

Tratamiento	Epoca de aplicación	Producto utilizado	Dosis
Solarización	30 das*	Película de plástico transparente y delgada	Plástico de 10.5 m x 1.5 m
Encalamiento	7 das	Cal (Ca (OH) ₂)	2 lbs/ m ²
Químico:	2 das	Fungicida PCNB	400cc/bomba de 15lts
Insecticida+fungicida	Siembra	Insecticida Counter	1.6 Kg/10m ²
Nada (agua)	Siembra	Agua	

*das : días antes de la siembra

3.2.7 Variables evaluadas

Las variables a medir en este estudio fueron:

1. Porcentaje de plántulas con síntomas de *Fusarium* sp. por metro lineal
2. Biomasa de plántulas en gramos
3. Número de malezas germinadas por metro cuadrado
4. Número de plántulas de repollo por metro cuadrado

3.2.8 Unidad experimental

Las unidades experimentales de este estudio estuvieron constituidas por las plántulas de repollo de la variedad Saturno. Otras unidades experimentales fueron las plántulas de malezas germinadas. Se realizó un ANDEVA para comparar los rendimientos en biomasa, germinación y afección del patógeno por cada tratamiento en el tiempo. Esto se hizo a través del programa “Statistical Analysis System” (SAS6.12).

Para las variables significativas se hizo una comparación de medias múltiples con la prueba Student-Newman-Keuls (SNK). Se escogió esta prueba por ser bastante confiable cuando se desea realizar recomendaciones para agricultores (Morales, 1999). Esta prueba toma en consideración la confiabilidad simultánea de todas las comparaciones involucradas en el experimento, y nos protege del error tipo I, es decir, de concluir que existen diferencias entre tratamientos cuando realmente no las hay.

3.2.9 Diseño experimental

Para este ensayo se utilizó un diseño estadístico de Bloques Completos al Azar (BCA) con tres repeticiones. En cada finca de los productores se estableció una repetición con 4 parcelas. Cada parcela de 10m x 1m contenía un tratamiento. La asignación de los tratamientos a las parcelas dentro de cada repetición se hizo al azar.

3.3 DIAGNÓSTICO DEL PATÓGENO

La identificación y confirmación del organismo patógeno se realizó en el Centro de Inventario Agroecológico y Diagnóstico (CIAD) de El Zamorano, utilizando el método

propuesto por Castaño, 1994, en su libro titulado Principios Básicos de Fitopatología. Este sistema consta de 3 pasos importantes para la correcta identificación del patógeno, dichos pasos son:

3.3.1 Recolección de las muestras

Se procuro una buena cantidad de muestra para asegurar el suficiente material para aislar el patógeno del material recolectado y tener material para observaciones posteriores.

La muestra fue tomada del sito real de la planta enferma, es decir, la plántula se envió completa al laboratorio para que se pudiera observar en su totalidad los síntomas presentes.

Las muestras fueron lavadas con agua para que quedaran libres de suelo, eliminando el exceso de humedad antes de ser enviados al centro de diagnóstico.

Las muestras se pusieron en bolsas plásticas y puestas dentro de termos con hielo para evitar su deterioro por el calor y la sequedad.

3.3.2 Envío de muestras

Las muestras fueron remitidas ligeramente secas, secándolo entre papel absorbente, en este caso papel periódico, y sometándolo a una ligera presión. Las muestras fueron entregadas al centro de diagnóstico a los tres días de su recolección, recordando que fueron traídas desde Nicaragua a El Zamorano, Honduras.

3.3.3 Realización del diagnóstico

A la llegada de las muestras al centro de diagnóstico se prosiguió al llenado de un formulario de forma ordenada para registrar los datos de la muestra, el cual consistía en: la identificación del hospedante (adicionando el nombre de la variedad), el sitio de procedencia, descripción de síntomas en el campo, condiciones del cultivo y la descripción de síntomas en detalle.

Seguido al llenado de la información, se procedió a la observación de a las lesiones bajo aumento para determinar la presencia de estructuras que pudieran facilitar el diagnóstico.

Para asegurar el diagnóstico se realizo un aislamiento mediante la remoción aséptica de trozos de material vegetal en el laboratorio. Las lesiones superficiales en raíces se deben lavaron bien para que quedaran libres de suelo; luego se esterilizan en una solución de Rada (1:1000 de cloruro de mercurio e alcohol al 50%) y se transfieren los pedacitos de tejido en medio a base agar.

Se realizaron cultivos para hongos y bacterias en medios apropiados. El medio utilizado para aislar fue el de PDA (Papa Dextrosa Agar) mas ácido láctico (CIAD, 1999).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARACTERIZACIÓN DEL MANEJO DE SEMILLEROS DE REPOLLO QUE REALIZAN LOS PRODUCTORES DE MIRAFLOR, ESTELÍ.

4.1.1 Datos generales y de manejo del cultivo

El 57% de los productores de repollo encuestados en Mirafior siembran entre tres cuartos de manzana y una manzana por ciclo, un 30% siembra entre 1/2 y 3/4 de manzana por ciclo, otro 10% siembra entre una y dos manzanas y un 3% siembra más de dos manzanas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Áreas de siembra de los productores encuestados en Mirafior

Número de productores	Porcentaje (%)	Área de siembra por ciclo (Rangos)
17	57	$\frac{3}{4}$ de mz* y 1 mz
9	30	$\frac{1}{2}$ de mz y $\frac{3}{4}$ de mz
3	10	1 y 2 mz
1	3	Más de 2 mz

mz: manzana (7023 m²)

De los productores encuestados un 66.7% asegura un descanso de por lo menos un año en los lotes de producción, otro 16.7 % asegura dar año y medio de descanso mientras que el 16.7% restante solo da 6 meses de descanso después de cada cosecha (Cuadro 4).

Cuadro 4. Tiempo de descanso dado a los lotes por los agricultores

Número de productores	Porcentaje (%)	Tiempo de descanso
20	66.7	Un año a año y medio
5	16.7	Mas de un año y medio
5	16.7	Entre 6 meses y un año

A la pregunta sobre si realizaban rotaciones de cultivos en sus terrenos, la totalidad de los productores aseguraron hacerlo. Entre los cultivos con los que rotan se encuentran papa, maíz, frijol y hortalizas como zanahoria, remolacha entre otras.

De las variedades de semillas de repollo utilizadas por los productores en la zona un 60% utiliza la variedad Saturno, un 30 % utiliza la variedad Izalco y el 10% restante utiliza

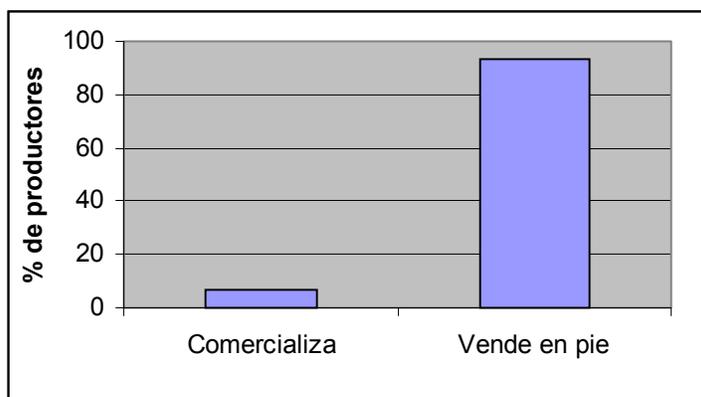
Green Boy entre otras (Cuadro 5). La selección de estas variedades por los productores es basada en su experiencia obtenida en el campo, su rendimiento y resistencia a plagas.

Cuadro 5. Variedades de repollo más utilizadas por agricultores en Miraflores.

Número de productores	Variedad utilizada	Porcentaje (%)
18	Saturno	60
9	Izalco	30
2	Green Boy	7
1	Otras	3

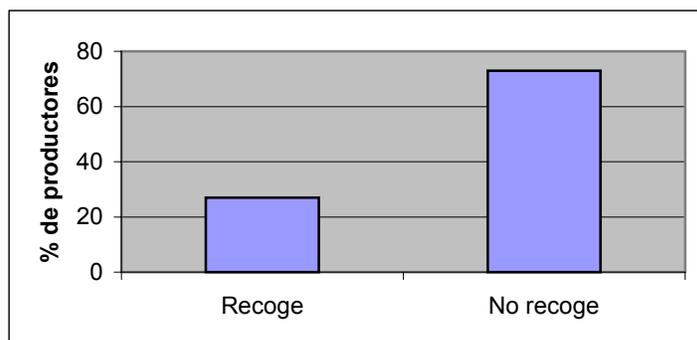
La comercialización del repollo se lleva a cabo a través de intermediarios, quienes compran la producción en pie y se encargan de cosecharlo y transportarlo al mercado. Un 93% de los productores encuestados utiliza este sistema de ventas de su cosecha, solo un 7% recoge su cosecha y la transporta el mismo al mercado (Gráfico 1).

Gráfico 1. Comercialización de la cosecha.



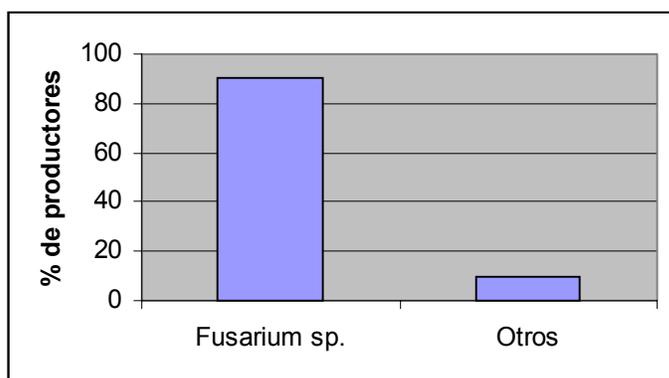
Después de la cosecha solo un 27% de los productores asegura recoger los rastrojos del cultivo mientras que el restante 73% no elimina residuos, los cuales son incorporados de nuevo al terreno con las prácticas agronómicas de preparación de suelos para la siembra siguiente (Gráfico 2).

Gráfico 2. Recolección de rastros



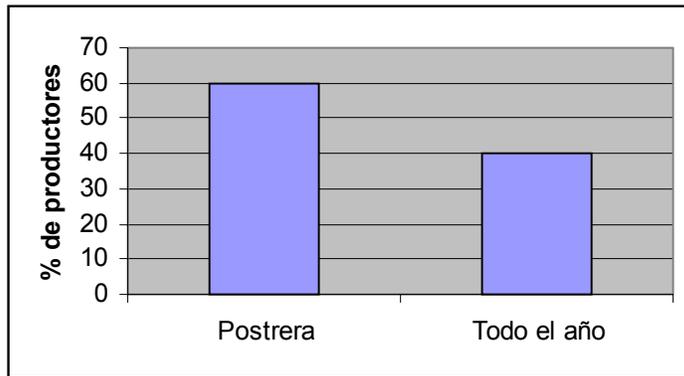
De las plagas en semilleros, un 90% de los productores considera al hongo causante de la enfermedad de la pata seca como la más importante, el restante 10% considera como principales problemas cortadores y a veces (en postrera) el ataque de larvas de *Phyllophaga* sp (Gráfico 3). No reconocen o no reportan el ataque de bacterias o nemátodos como plagas de semilleros de repollo.

Gráfico 3. Importancia dada a las plagas por los productores.



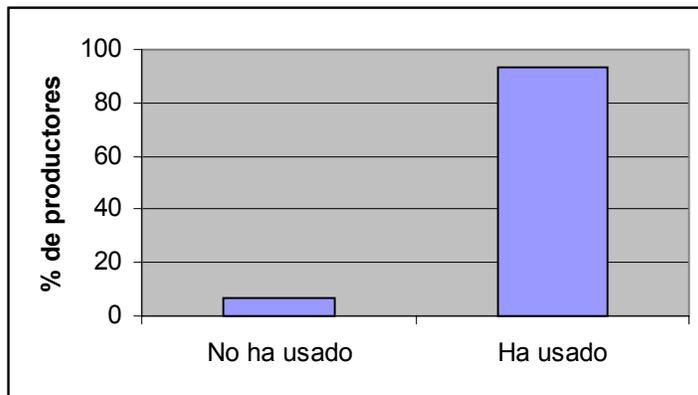
El 60% de los productores considera que en la época de postrera la incidencia de la enfermedad es mayor y el restante 40% que es igual en cualquier época de siembra (Gráfico 4). Todos ellos están de acuerdo en que la severidad de la enfermedad es mayor en las épocas de primera (mayo a julio) y postrera (agosto a diciembre) en comparación a la época de apante (enero a abril), siendo más severo en la época de postrera, coincidiendo con las épocas de más lluvia durante el año según registros de lluvia en la UCA-Miraflor (Anexo 2).

Gráfico 4. Incidencia de la enfermedad en el año según los productores



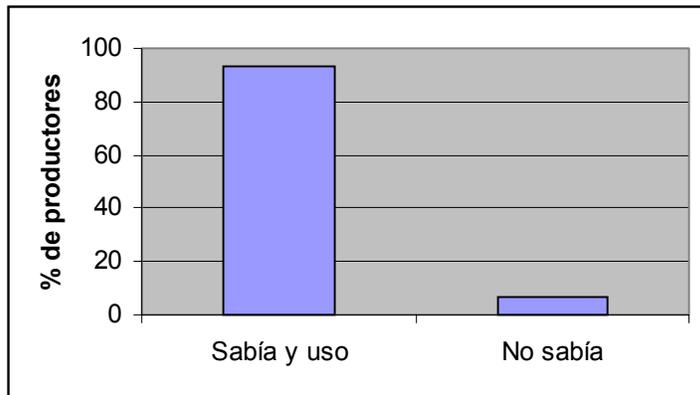
Entre los métodos de control de plagas en semilleros utilizados por los agricultores; la totalidad de los agricultores utilizan de alguna manera productos químicos para el control de plagas. De estos, un 93.3% han utilizado prácticas diferentes a químicos, el 6.7 % restante hasta el momento de la entrevista no había probado un método de control diferente a los productos químicos (Gráfico 5).

Gráfico 5. Comparación gráfica entre los productores que han usado y los que no han usado practicas de control diferente a químicos.



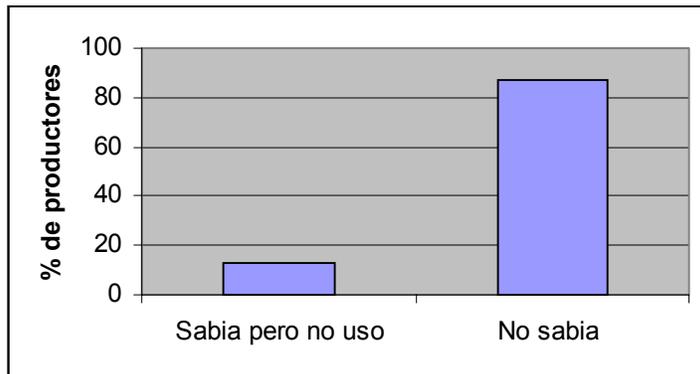
El 93.3% de ellos tiene conocimiento de que la aplicación de cal al suelo puede ser efectiva para el control de plagas de suelo en semilleros, el 6.7% restante desconocía esto. La totalidad de ellos conocía que se podía emplear agua caliente a 100 °C. pero ninguno de ellos ha adoptado dichas prácticas. Esto puede deberse a la facilidad y rapidez de aplicación de los productos químicos y a la falta de una estandarización en las dosis de cal para ser utilizadas en los semilleros.

Gráfico 6. Conocimiento de la cal como medida de control de plagas en semilleros de repollo.



En cuanto a la práctica de solarización del suelo de los semilleros es una práctica de la cual no tenían conocimiento ni experiencia a excepción de 4 productores (13%), los cuales tenían conocimiento de la técnica, pero ninguna experiencia en su uso (Gráfica 7).

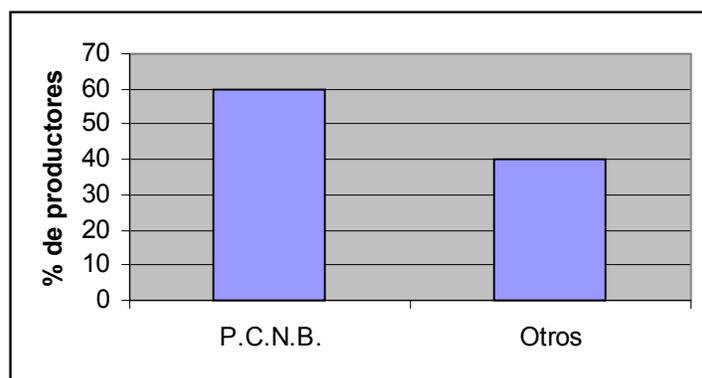
Gráfico 7. Conocimiento del uso de solarización como medida de control de plagas de semilleros.



Los conocimientos sobre las técnicas para desinfección de suelos (encalamiento, agua caliente, otras) diferentes al uso de químicos fueron facilitadas por técnicos de distintas instituciones como de la UCA-Miraflor, MAG, INTA y otras ONG's.

La totalidad de los agricultores entrevistados utiliza productos químicos para el control de plagas en los semilleros de repollo. Entre los productos utilizados se encuentran fungicidas como el PCNB®, Ridomil® y Thiram®, siendo el de mayor uso el PCNB®, utilizado por un 60% de ellos (Gráfico 8).

Gráfico 8. Fungicidas mas utilizados en semilleros de repollo.



La aplicación de los fungicidas se hace en presiembra e incorporada al suelo. También hacen aplicaciones curativas con los mismos productos al presentarse la enfermedad en los semilleros.

Para el control de plagas insectiles en los semilleros los agricultores hacen uso de insecticidas granulados como el Counter® aplicado pre siembra y otros como Metamidofos® para el control de plagas insectiles del follaje. Cabe destacar que los agricultores no utilizan ningún nivel critico para determinar la necesidad de aplicación, esta es determinada a criterio del agricultor en relación al daño ocasionado por la plaga.

4.2 RESULTADOS DE LA IDENTIFICACIÓN DEL ORGANISMO PATÓGENO

El resultado del laboratorio del Centro de Diagnóstico en el Departamento de Protección Vegetal de El Zamorano identificó al hongo *Fusarium oxysporum* como el agente causal de la enfermedad que afecta los semilleros de repollo y que es conocida como pata seca por los productores de repollo de la zona de Mirafior, Estelí, Nicaragua (Anexo 5).

4.3 RESULTADOS DE ENSAYO DE CAMPO

4.3.1 Calidad de plántulas

La calidad de plántulas producidas por cada tratamiento se determinó mediante el peso de la biomasa de plantas. Las muestras para determinar biomasa fueron tomadas a los 15, 22 y 30 días de germinadas las plántulas de repollo.

Los resultados obtenidos en este ensayo se muestran en el siguiente cuadro.

6. Producción de biomasa por tratamiento por fecha

Tratamiento	Peso en gramos de biomasa por fecha		
	15 días	22 días	30 días
Solarización	1.35 a	3.47 a	7.61 a
Encalado	1.10 ab	2.24 c	6.71 b
Químico	1.39 a	2.43 bc	6.53 b
Nada	0.85 b	2.61 b	6.50 b
Fo	5.15	31.11	20.84
P>Fo	0.0352	0.0003	0.0010

Haciendo una comparación de medias del peso en biomasa de las plántulas por cada fecha se observó que a los 15 días el tratamiento testigo fue quien produjo menos biomasa. Los tratamientos de solarización y químico a esta fecha produjeron mayor biomasa en comparación al encalado y al testigo, todo esto se puede asegurar con una $P=0.05$.

Para la segunda fecha el comportamiento de la variable biomasa se observó que solarización siguió presentando la mayor producción de biomasa, el tratamiento testigo y el químico no presentaron diferencias significativas entre si, pero si con el tratamiento de encalado el cual para esta fecha es el que produce menos biomasa, esto con una seguridad de 95%.

Para la tercera fecha es decir al momento de la cosecha de las plantas para ser trasplantadas se observa que la tendencia se mantuvo para el tratamiento de solarización que produjo mas biomasa. No existiendo diferencia estadística significativa entre los tratamientos restantes, todo esto con una seguridad de un 95%.

Estas diferencia en la producción de biomasa hasta el momento del trasplante pudo ser efecto del control ejercido por la solarización sobre la germinación de malezas.

4.3.2 Germinación de plantas de repollo

La germinación de plantas de repollo por tratamiento fue medida a los 7, 14 y 21 días.

Cuadro 7. Plantas de repollo germinadas por tratamiento por fecha

Tratamientos	Plantas de repollo germinadas por metro lineal por fecha		
	7 días	14 días	21 días
Solarización	95.00 a	100.00 a	102.00 ab
Encalamiento	94.00 a	103.33 a	105.67 a
Nada	90.33 ab	95.00 bc	97.00 bc
Químico	85.67 b	91.00 c	93.00 c
Fo	7.88	6.05	8.01
P>Fo	0.0167	0.0138	0.0161

Comparando medias para la primera fecha se observa que no existieron diferencias significativas en la germinación entre los tratamientos de solarización, encalado y nada. Pero el tratamiento químico presenta la más baja germinación en la primera fecha con una $P=0.05$.

A la segunda fecha no hay diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos solarización y encalado pero si estos fueron diferentes del testigo y el químico. El tratamiento químico es el que menos favorece la germinación con un $\alpha=0.05$.

Para la tercera fecha, al momento de trasplante los tratamientos de encalado y solarización presentaron mayor número de plantas germinadas, no habiendo diferencias estadísticas significativas entre estos. El tratamiento testigo (nada) fue diferente estadísticamente a encalamiento pero no en comparación al tratamiento químico, que presentó la más baja germinación de plantas de repollo. Esto puede ser efecto de las dosis de counter utilizadas para el control de plagas insectiles ya que la cantidad de producto aplicado por unidad de área es alta en comparación a la recomendada en la etiqueta del producto. Todo esto se puede asegurar con un 95% confianza.

4.3.3 Germinación de malezas

La germinación de malezas fue tomada durante todo el tiempo que las plantas estuvieron en el semillero. El número de plantas de malezas germinadas se tomó por metro cuadrado a los 7, 15, 21 días y al momento de la cosecha al mes después de sembrado. Lo observado en cada tratamiento para cada fecha se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro 8. Malezas germinadas en un metro cuadrado en cada tratamiento en las diferentes fechas.

Tratamientos	Malezas germinadas por metro cuadrado por fecha por tratamiento			
	7 días	14 días	21 días	30 días
Solarización	0.33 a	1.67 a	2.67 a	14.67 a
Encalado	4.67 b	9.33 b	23.00 b	35.67 b
Químico	4.33 b	10.67 b	27.67 b	40.00 b
Nada	5.00 b	13.33 b	28.33 b	38.33 b
Fo	11.70	13.01	37.54	51.34
P>Fo	0.0064	0.0049	0.0003	0.0001

La tendencia observada en el control de malezas que presentaron los tratamientos se mantuvo para todas las fechas. Siendo solarización el que mejor control ejerció en la germinación de malezas siendo las diferencias entre las medias significativamente mejor a los otros tratamientos, los cuales no presentan diferencia estadística entre sí.

El efecto de la solarización sobre la germinación de malezas es ya ampliamente descrito en la literatura. De este estudio podemos reafirmar que solarización es una práctica efectiva en el control de malezas.

4.3.4 Control de *Fusarium* sp.

El control de *Fusarium* obtenido de cada tratamiento se tomó en base al número de plantas por metro lineal que presentaban daño visible por el patógeno. Las muestras fueron tomadas cada semana desde la germinación de las plantas hasta el momento de la cosecha.

Cuadro 9. Plantas de repollo con síntomas visibles de *Fusarium* sp en cada tratamiento en cada fecha

Tratamientos	Plantas con síntomas de <i>Fusarium</i>			
	7 días	14 días	21 días	30 Días
Solarización	1.00 a	1.00 a	2.67 a	3.67 a
Encalado	1.00 a	1.33 a	3.67 a	4.67 a
Químico	2.33 a	4.00 a	6.33 b	7.67 b
Nada	6.00 b	10.33 b	12.67 c	13.33 c
Fo	18.27	11.95	34.67	29.57
F>Fo	0.0020	0.0061	0.0003	0.0005

A la primera fecha se puede observar que el control ejercido por los tratamientos solarización, encalado y químico son estadísticamente similares. El testigo negativo (nada) es el que presenta mayor número de plantas con daño visible de *Fusarium* sp., esto se puede asegurar con una $P=0.05$.

Esta misma tendencia se mantuvo en la segunda fecha, donde siempre el testigo fue el que presentó menor control a un $\alpha=0.05$.

A los 21 días la efectividad del control químico se reduce en comparación a solarización y encalado pero sigue siendo estadísticamente superior al testigo ($\alpha=0.05$). Esto puede deberse a que el producto utilizado reduce su efectividad con el tiempo, es decir el tiempo de control que ofrece es menor del que dan los tratamientos de solarización y encalamiento.

Al momento de la cosecha, es decir al trasplante, se observó la misma tendencia en la cual los tratamientos de solarización y encalamiento fueron estadísticamente similares y presentan el mejor control. El tratamiento químico fue menos efectivo que los otros dos pero estadísticamente superior al testigo con un $\alpha=0.05$.

Los resultados obtenidos en este estudio al analizar las diferencias existentes entre cada uno de los diferentes tratamientos en los bloques demuestran que si hay diferencias significativas entre estos en las variables consideradas (germinación, malezas, incidencia de enfermedad, biomasa).

4.4 CÁLCULOS DE COSTOS

El costo de producir una plántula de repollo en semillero se hizo tomando en cuenta todos los costos incurridos para la producción de plantas por cada tratamiento, divididos al número de plántulas óptimas para el trasplante, es decir que se tomo en consideración la población de plántulas germinadas por cada tratamiento, el número de plantas dañadas por el patógeno en cada tratamiento, y se considero una reducción de un 10% por imprevistos, es decir, daños a plantas debidos a otra causas.

Los costos se presentan en Córdobas (C\$), moneda nacional de Nicaragua.
La tasa cambiaria al momento del estudio era de C\$10.50 por U\$1.00.

Cuadro 10. Costos de solarización

Concepto	Cantidad	Costo unitario C\$	Costo total C\$
Plástico transparente	32 m x 1.5m	2.5	80
Semilla var. Saturno	1 tarro	800	800
Preparación y tapado	8 horas	2.5 por hora	20
Siembra y destape	2 horas	2.5 por hora	5
Fertilización	2 horas	2.5 por hora	5
Riego	25 horas	2.5 por hora	62.5
Cosecha	4 horas	2.5 por hora	10
Costo total	X	X	982.5

Cuadro 11. Costos del encalado

Concepto	Cantidad	Costo unitario C\$	Costo total C\$
Cal	60 libras	1 por libra	60
Semilla var. Saturno	1 tarro	800	800
Preparación y encalado	8 horas	2.5 por hora	20
Siembra	2 horas	2.5 por hora	5
Fertilización	2 horas	2.5 por hora	5
Deshierba	8 horas	2.5 por hora	20
Riego	25 horas	2.5 por hora	62.5
Cosecha	4 horas	2.5 por hora	10
Costo total	X	X	982.5

Cuadro 12. Costos de químico convencional

Concepto	Cantidad	Costo unitario C\$	Costo total C\$
Counter	5 kg	11.5 por kg	57.5
Fungicida	400 cc por bomba	0.09 por cc	36
Semilla var. Saturno	1 tarro	800	800
Preparación y aplicación de químicos	10 horas	2.5 por hora	25
Siembra	2 horas	2.5 por hora	5
Fertilización	2 horas	2.5 por hora	5
Riego	25 horas	2.5 por hora	62.5
Deshierba	8 horas	2.5 por hora	20
Cosecha	4 horas	2.5 por hora	10
Costos total	X	X	1011

Cuadro 13. Costos de testigo (Nada)

Concepto	Cantidad	Costo unitario C\$	Costo total C\$
Semilla var. Saturno	1 tarro	800	800
Preparación	8 horas	2.5 por hora	20
Siembra	2 horas	2.5 por hora	5
Riego	25 horas	2.5 por hora	62.5
Deshierba	8 horas	2.5 por hora	20
Fertilización	2 horas	2.5 por hora	5
Cosecha	4 horas	2.5 por hora	10
Costos totales	X	X	922.5

Para calcular el costo de una planta de repollo en los tratamientos se utilizó los costos anteriormente detallados y los resultados obtenidos en los tratamientos en cuanto a germinación, control de la enfermedad.

El cálculo fue hecho a partir de la necesidad de obtener plantas suficientes para la siembra de una manzana, en donde las poblaciones de plantas están entre 20 mil y 17 mil plantas.

Cuadro 14. Cálculo de costos totales de plantas de repollo en semilleros por tratamiento

Concepto	Tratamientos			
	Solarización	Encalado	Químico	Nada
Plantas por metro lineal	102	105.7	93	97
Plantas por metro ²	510	528.3	465	485
Para cantero de 30 metros ²	15300	15849	13950	14550
Plantas con Fusarium sp	550	700	1150	2000
Plantas dañadas por otros	1475	1514	1280	1255
Total de plantas óptimas a trasplante	13275	13634	11520	11296
Costo de cada planta	C\$0.074	C\$0.072	C\$0.087	C\$0.081
Costo de plantas para una manzana	C\$1480	C\$1440	C\$1740	C\$1620

Considerando que el plástico puede ser reutilizado, según su estado, los costo con este tratamiento se reducen.

Si el plástico se reutilizara 3 veces, los costos se reducirían a:

Costo por plántula	C\$0.07
Costo para una manzana	C\$1400

5. CONCLUSIONES

5.1 CARACTERIZACIÓN DEL MANEJO DE SEMILLEROS DE REPOLLO QUE REALIZAN LOS PRODUCTORES DE MIRAFLOR, ESTELÍ

El cultivo de repollo en la zona de Miraflor representa para los productores una importante actividad agrícola y económica después del cultivo de la papa.

El área cultivada por los productores es pequeña por lo que el tamaño de sus semilleros favorece el uso de prácticas no químicas.

Realizan rotaciones de cultivos y dan descanso a sus terrenos aunque estas son prácticas que no aseguran un control de la enfermedad debido a que su persistencia en el suelo puede ser por muchos años.

Aseguran que la severidad e incidencia de la enfermedad es mayor en las épocas mas lluviosas.

El manejo de los semilleros de repollo en Miraflor fue muy similar entre los productores. Ellos reconocen como principal limitante el ataque de *Fusarium* sp. a los semilleros de repollo, sobre todo en la época de postrera.

El manejo de esta enfermedad se basa principalmente en el uso de productos químicos como el P.C.N.B. y el Benomil. El manejo de plagas insectiles se realiza con Counter.

Las practicas de manejo no químicas que reportaron conocer fueron el encalado y la desinfección de semilleros con agua hirviendo. La mayoría de estos no conoce y no tiene experiencias en el uso de solarización para el manejo de plagas en los semilleros de repollo.

5.2 IDENTIFICACIÓN DEL PATÓGENO

El patógeno causante de la enfermedad conocida entre los productores de repollo en la región de Miraflor fue identificado como *Fusarium oxysporum* por el centro de Diagnóstico del Departamento de Protección Vegetal de El Zamorano.

5.3 ENSAYO DE CAMPO

De los resultados en los ensayos de campo podemos concluir que:

Solarización fue el tratamiento más efectivo en el control de malezas.

La aplicación de cal a los semilleros en apante garantiza un buen control de la enfermedad y una buena germinación de plantas de repollo.

Para el control de *Fusarium* sp. los tratamientos que proveyeron mejor control en los semilleros de Mirafior en la época de apante fueron solarización y encalamiento. Estos tratamientos fueron similares estadísticamente.

El tratamiento químico (P.C.N.B.) mostró cierto grado de control a la dosis utilizada en los semilleros de Mirafior y en la época de apante.

Solarización produjo mayor biomasa. Los demás tratamientos no fueron estadísticamente diferentes entre sí en lo que a producción de biomasa se refiere.

En cuanto a germinación de plantas de repollo en los semilleros encalamiento y solarización favorecieron mas la germinación de plántulas de repollo. El tratamiento testigo y el químico no fueron diferentes entre sí.

5.4 COSTOS DE LOS TRATAMIENTOS

Los costos de los diferentes tratamientos para la producción de plántulas de repollo en almácigos que se evaluaron en este estudio nos permitieron comparar las diferentes alternativas de producción desde un punto de vista económico.

De los resultados obtenidos podemos asegurar que el tratamiento con mas bajos costos fue la solarización, seguido por el encalamiento, el testigo y luego el tratamiento químico convencional.

Es mas barato no aplicar nada en los semilleros que usar químicos.

6. RECOMENDACIONES

6.1 MANEJO DE SEMILLEROS

Los productores de Mirafior deben de mantener su disposición a la búsqueda de alternativas de control que sean mas baratas, seguras y ecológicamente sostenible.

Los rastrojos de repollo deben ser recogidos y eliminados o bien aprovechados a manera de compostera.

La rotación de cultivos es una práctica que no tiene mucha influencia en el control del patógeno ya que en su biología este puede permanecer en el suelo por muchísimos años en hospederos alternos sin embargo es una práctica útil en el manejo de otras plagas.

Los riegos de los semilleros en la época de apante deben hacerse por la mañana para que el suelo y las plantas no permanezcan húmedas y favorezcan la aparición del patógeno.

6.2 DIAGNÓSTICO

Deben de recogerse muestras de semilleros en un mayor número de fincas, para determinar la posible presencia de otros patógenos.

Recolectar muestras en las épocas de primera y postrera que es cuando hay mayor severidad e incidencia de la enfermedad para determinar la presencia de otros patógenos.

6.3 TRATAMIENTOS

Aplicar cal a semilleros de repollo para asegurar una buena germinación de plántulas de repollo y un buen control de la enfermedad.

La reutilización del plástico utilizado para la solarización disminuirá los costos de producción de plantas.

Solarización puede ser utilizado para el control de *Fusarium* sp, siempre y cuando el tiempo de solarización no sea un inconveniente para el productor.

No aplicar nada a los semilleros de repollo en la época de apante es mas barato que la aplicación de químicos.

Evaluar estos tratamientos alternativos en las épocas de primera y postrera que es cuando hay mayor pluviosidad que es cuando la incidencia y severidad de la enfermedad es mayor.

Evaluar otros productos químicos como benomil en el control de *Fusarium* sp para comparar su efectividad con la que pueden ofrecer la cal y solarización en las épocas de mayor incidencia y severidad de la enfermedad.

Evaluar otras variedades que puedan presentar mayor resistencia al hongo.

Comparar la efectividad del plástico calibre 70 producido por PLASTINIC con plásticos cuyo uso sea específicamente para solarizar.